



# Klimat- och sårbarhetsanalys – Naturollyckor för Västerbottens län

---

---

Uppdragsledare:	Kerstin Konitzer
Granskare:	HannaSofie Pedersen
Handläggare:	Karin Bergdahl, Mats Eriksson, Jim Hedfors, Svetlana Serikova
Diariernr:	1.1-2306-0885
Uppdragsnr:	20102
Totalt antal sidor	134

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:

Konitzer, K., Bergdahl, K., Eriksson, M., Hedfors, J., Pedersen, H. och Serikova, S., 2023, Klimat- och sårbarhetsanalys – Naturolyckor för Västerbottens län, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2023-06-30.

Foto på omslag: Moränslänt vid Tvärån i Vilhelmina kommun. Fotograf, Mattias Andersson.

## Förord

Föreliggande klimat- och sårbarhetsanalys för Västerbottens län har sammanställts av Statens geotekniska institut (SGI) på uppdrag av Länsstyrelsen i Västerbottens län.

Inriktningen på den här klimat- och sårbarhetsanalysen har avgränsats till hur klimatförändringen kan påverka markbyggande och markanvändning genom klimatrelaterade risker i form av ras, skred, erosion och översvämning. Risker med översvämning hanteras ur perspektivet att översvämning påverkar markens stabilitet.

SGI ber läsaren notera att kunskapen är bristfällig om graden av klimateffekternas påverkan på olika markförhållanden och möjliga konsekvenser. Det gör att SGI:s bedömning av olika utmaningars betydelse förknippade med markrörelser kan ha överskattats men också underskattats.

Med hopp om att klimat- och sårbarhetsanalysen blir till nytta i ditt arbete.

Kerstin Konitzer

Uppdragsledare

HannaSofie Pedersen

Granskare

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	6
1 Förutsättningar och genomförande .....	8
2 Metoder .....	9
2.1 Kartunderlag .....	9
2.2 Analyserade verksamheter .....	12
2.3 Överlagringsanalyser .....	12
3 Klimatanalys .....	15
3.1 Klimatscenarier och klimatindikatorer .....	15
3.2 Temperatur .....	16
3.3 Nederbörd .....	21
3.4 Snöförhållanden .....	27
3.5 Tillrinning .....	29
3.6 Vattenföring .....	30
3.7 Havsnivå .....	33
3.8 Vind .....	34
4 Geologiska förutsättningar för ras, skred och erosion .....	35
4.1 Jord- och bergförhållanden .....	35
4.2 Inträffade ras, skred och andra markrörelser .....	36
4.3 Varför inträffar ras, skred, erosion och andra markrörelser .....	37
4.4 Förutsättningar för ras, skred och erosion idag .....	39
5 Naturolyckor och andra effekter av klimatpåverkan .....	51
5.1 Bakgrund .....	51
5.2 Scenarier för översvämning .....	51
5.3 Scenarier för förändring av ras, skred och erosion .....	57
5.4 Klimatlaster effekter på geokonstruktioner .....	59
5.5 Påverkan och konsekvenser av förändrade klimatlaster .....	60
6 Regionala riskområden .....	64
6.1 Riskområden för ras och skred .....	65
6.2 Riskområden för erosion längs vattendrag och kusten .....	67
6.3 Riskområden för översvämning längs vattendrag .....	69
6.4 Riskområden för översvämning vid kusten .....	71



6.5	Riskområden med kombinerade hot per verksamhet .....	73
6.6	Riskområden för sårbara objekt och verksamheter .....	78
7	Översiktliga risker per kommun .....	84
7.1	Övergripande riskbild .....	84
7.2	Ras .....	87
7.3	Skred .....	89
7.4	Erosion vid vattendrag och kust .....	91
7.5	Översvämning vid vattendrag och kust .....	95
7.6	Kommuner med samverkande risker .....	99
8	Slutsatser och åtgärder .....	102
8.1	Summering .....	102
8.2	Förebyggande åtgärder .....	102
8.2.1	Anpassning i den fysiska planeringen .....	103
8.2.2	Kunskapsunderlag, metoder och verktyg .....	104
8.2.3	Kompetenshöjande insatser .....	105
8.2.4	Förebyggande fysiska åtgärder .....	105
	Referenser .....	107

## Bilaga

1. Ingående objekt och verksamheter i analysen
2. Beräknade riskpoäng per objekt i kommunanalys
3. Metodik kommunanalyser
4. Metodik klusteranalyser

## Sammanfattning

Den bebyggelse vi har idag är planerad och anpassad efter tidigare rådande klimatförhållanden. Med de klimatförändringar som pågår i dag och de som kan förväntas, förändras förutsättningarna för hela samhället. Både naturmiljöer och livsmiljöerna i våra städer och andra tätbebyggda områden är känsliga för climateffekter som exempelvis ras, slamströmmar, skred, erosion, översvämning och ökade temperaturer. Genom att klimatförändringarna påverkar förutsättningarna för markens stabilitet, påverkar de hur vi använder vår mark och planerar våra samhällen.

Den här utredningen redovisar översiktligt förutsättningar och bedömda risker för ras, skred, erosion och översvämning i Västerbottens län. Arbetet är huvudsakligen baserat på regionala kartunderlag från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och klimatdata och nedskalade klimatscenarier från Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). SGI har utfört geografiska klusteranalyser och andra analyser för att identifiera områden med förhöjd sårbarhet i länet. Resultaten ger en bild över var det finns riskområden som behöver analyseras närmare och vilka förebyggande åtgärder för klimatanpassning som kan vidtas.

Klimatscenarierna från SMHI visar att högre temperaturer är att vänta i hela länet, för alla säsonger, fram till slutet på innevarande sekel. Det står också klart att nederbörden kommer att öka både i mängd och intensitet samt antal extremnederbördstillfällen. Alla dessa klimatparametrar kan bidra till ökad risk för ras, slamströmmar, skred, erosion och översvämningar i länet.

Områden med förhöjd risk för naturolyckor har i vår GIS-analys kombinerats med placering av samhällsviktiga funktioner (människors liv och hälsa, miljö- skyddade områden, miljö- anläggningar, ekonomisk verksamhet, samt kultur och fritid) för att på så sätt identifiera områden där risken är särskilt signifikant.

De områden som kommer att påverkas är främst de som redan för dagens förhållanden är kända skred- och rasområden. Dessa återfinns framför allt utmed de större vattendragen i länet där Ume och Skellefte älv är de mest utsatta. Stränderna utmed dessa, samt delar av kusten, kommer att vara utsatta för ökad risk för stranderosion. De kommuner som sammantaget får högst risk-klassning är Skellefteå och Umeå, utifrån att dessa kommuner har flest antal sårbara objekt eller verksamheter inom hotade områden. Tätorterna i dessa kommuner syns tydligt på de flesta risk-kartorna. Om man tar fram en kombinerad riskbild, där samtliga kategorier av naturolyckor (ras, skred, erosion och översvämning) sammanfaller geografiskt, så återfinns den högsta risken i Skellefteå och Lycksele kommuner.

Kulturarv, bebyggelse, industrier och infrastruktur är till stor del historiskt lokaliserade till vattendrag och kommer att påverkas av de ökade nederbörds mängderna. Många områden som idag anses stabila kan få lägre säkerhet mot ras och skred. Utan stabilitetshöjande åtgärder och med ett föränderligt klimat enligt dagens klimatscenarier bedöms förutsättningarna för skred, ras och slamströmmar öka i flera delar av Västerbottens län i framtiden. För att minska erosion och ravinbildning kan erosionsskyddande åtgärder behöva vidtas i långt större omfattning än idag.

I arbetet med förebyggande klimatanpassningsåtgärder bör man i den fysiska planeringen ta hänsyn till konsekvenserna av ett klimat i förändring. Genom att på ett långsiktigt sätt planera för ett förändrat klimat, kan man både upprätthålla och skapa ett mer robust samhälle.

## 1 Förutsättningar och genomförande

Alla berörs på ett eller annat sätt av ett förändrat klimat. Effekter syns redan idag på alla kontinenter och i världshaven – Sverige är inte undantaget. Samhället behöver anpassas till ett föränderligt klimat. De största förändringarna kommer att ske i norra Sverige med både ökad temperatur och ökad nederbörd. Detta motiverar en klimat- och sårbarhetsanalys för Västerbottens län. En tydlig ökning i nederbörden syns redan i SMHI:s statistik för senaste decennierna. Den som planerar framtidens samhälle behöver ta hänsyn till både långsamma klimatförlopp och plötsliga, extrema väderhändelser.

I den nationella strategin för klimatanpassning belyser regeringen att risker förknippade med ras, skred, erosion och översvämning potentiellt kan få mycket stora konsekvenser för människors liv och hälsa, för ekosystem och för infrastruktur, bebyggelse och kulturarv. Enligt förordning 2018:1428 om myndigheters klimatanpassningsarbete ska en klimat- och sårbarhetsanalys genomföras regelbundet. Resultatet ska sedan ligga till grund för myndighetens inriktning och utformning av klimatanpassningsarbetet.

Statens geotekniska institut (SGI) fick i uppdrag av Länsstyrelsen i Västerbottens län att genomföra en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys. I uppdraget ingick att beskriva förväntade klimatförändringar och deras konsekvenser i Västerbottens län. Syftet med klimat- och sårbarhetsanalysen är att ge länets intressenter, som till exempel kommuner och företag, en grund för att arbeta med att minska de risker och ta vara på de möjligheter som klimatförändringarna medför.

### Genomförande och avgränsning

Inriktningen på den här klimat- och sårbarhetsanalysen har avgränsats till hur klimatförändringen kan påverka markbyggande och markanvändning genom klimatrelaterade risker i form av ras, skred, erosion och översvämning. Med erosion avses erosion orsakad av vatten utmed stränder i vattendrag och kust. Risker med översvämning hanteras ur perspektivet att översvämning påverkar markens stabilitet.

Med uttrycket klimatrelaterad avses att det ska vara ras, skred, erosion och översvämning till följd av processer som beror på ett klimat i förändring till exempel förändrade nederbördsmonster, ändrad vattenföring och ändrade grundvattennivåer. Händelser som är en följd av mänsklig aktivitet, till exempel sprängning eller vattenläcka, beaktas inte (Nationell Strategi För Klimatanpassning. Proposition 2017/18:163, 2018).

SGI genomförde 2011, i samarbete med SMHI, en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys på uppdrag av Länsstyrelsen Västerbotten för att beskriva hur klimatförändringar kan medföra ökade risker för naturolyckor. Baserat på nya klimatscenarier är den här rapporten i delar en uppdatering av analysen från 2011, men den innehåller även nya konsekvensanalyser av förutsättningar för naturolyckor med fokus på markrelaterade risker. När det gäller extrema väderhändelser som värmeböljor samt konsekvenser i form av ökade risker för till exempel skogsbränder, ingår de inte i den här klimat- och sårbarhetsanalysen.

## 2 Metoder

Utredningen redovisar översiktligt förutsättningar och bedömda risker för naturolyckor i Västerbottens län. Rapporten sammanfattar dels resultat från tidigare analyser, dels resultat baserade på nya analyser. Redovisningen avser att ge en bild över var det kan finnas riskområden som behöver analyseras närmare.

Arbetet har följt de principer som framgår av den nationella strategin för klimatanpassning. Det innebär bland annat att även om det fortfarande råder osäkerheter kring framtida climateffekter och åtföljande anpassningsbehov, har osäkerheten inte setts som en anledning till att inte bedöma risknivåer och belysa åtgärder för att minska risker med ras, skred, erosion och översvämning.

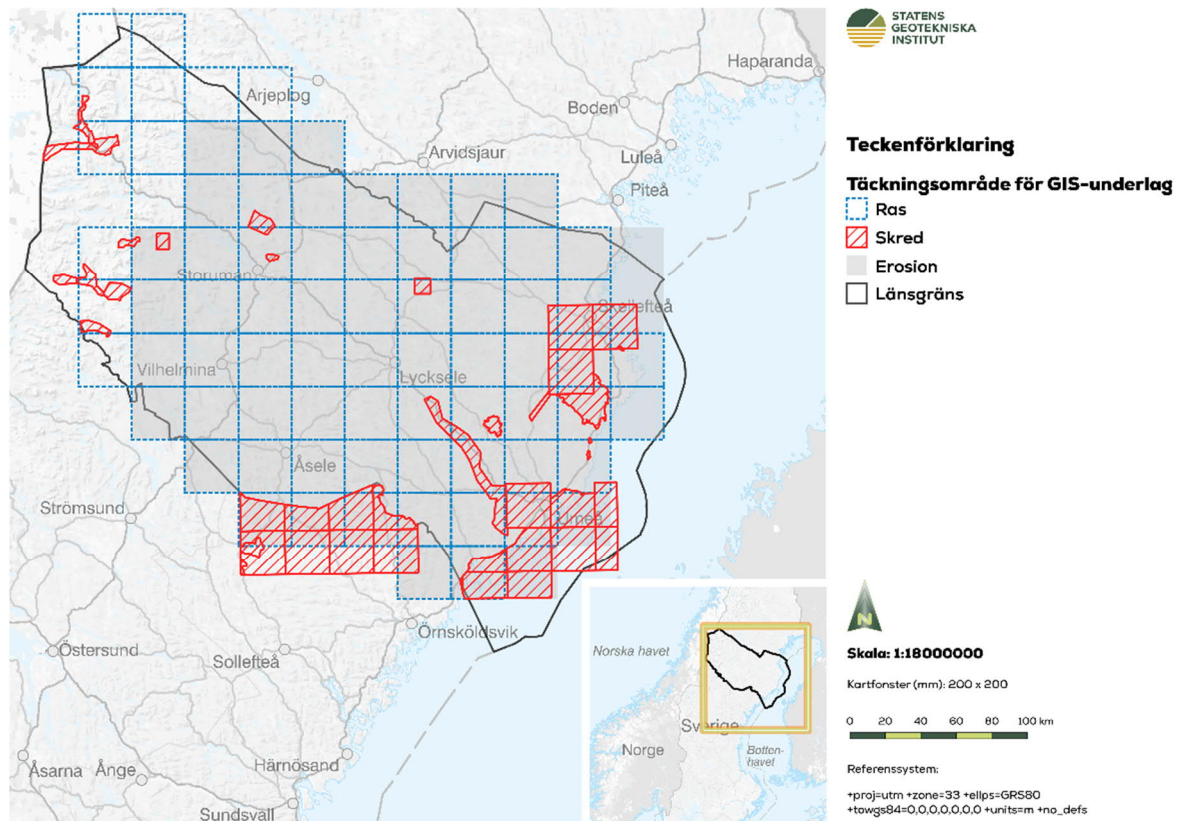
Nationella myndigheter som SGI, MSB och SGU men också länsstyrelsen samt kommuner arbetar löpande med att kartlägga hotade områden för ras, skred, erosion och översvämning. I den här klimat- och sårbarhetsanalysen har befintliga länstäckande underlag från karteringar använts så långt det är möjligt för att identifiera särskilda riskområden i Västerbottens län.

Klimat- och sårbarhetsanalysen har likriktats med arbetet enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker genom att analyserna har inriktats på konsekvenser för i huvudsak motsvarande sårbara objekt och verksamhetskategorier som gäller enligt förordningen, dvs. människors liv och hälsa, miljön, kulturarvet och ekonomisk verksamhet. Även motsvarande kartunderlag har använts i analyserna för att identifiera hot relaterade till översvämning vid kust, sjöar och vattendrag.

### 2.1 Kartunderlag

Inga nya karteringar har genomförts inom uppdraget. Områden som saknar karteringar har därmed inte ingått i analyserna. I Figur 1 visas aktuella täckningsområden för de använda kartunderlagen.





Figur 1 Karta som visar täckningsområdena för de underlag om ras, skred och erosion som använts i analyserna.

Uppdraget har, som nämnts ovan, utgått från kartunderlag med största möjliga regionala täckning för att resultaten ska vara jämförbara för olika delar i Västerbottens län. Uppdraget har inte haft utrymme att göra fördjupade analyser med lokala kartunderlag med mer omfattande information.

Mer information om använda kartunderlag finns i SGI:s kartvisningstjänst (SGI, 2023) för ras, skred och erosion samt i MSB:s översvämningsportal (MSB, 2022). Kartvisningstjänsten för ras, skred och erosion redovisar även översvämningskartor från MSB och framtida havsnivåer från SMHI.

### Klimatscenarier

De redovisade klimatscenarierna är ett urval av klimatindikatorer som visar förändring för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Kartorna och diagrammen är hämtade från SMHI:s fördjupade klimatscenariotjänst (SMHI, 2022b) om inget annat anges. Kartor och diagram är baserade på beräkningar hur klimatet har utvecklats i Sverige till och med 2018 samt hur klimatet kan utvecklas i Västerbottens län under 2000-talet. För att beskriva scenarier över framtida utsläpp används så kallade RCP:er (Representative Concentration Pathways (T.F. Stocker et al., 2013)).

Kartorna som visas, baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för scenario RCP4.5 och RCP8.5. Det mått som används är strålningsdrivning, som mäts i effekt per kvadratmeter (W/m<sup>2</sup>). RCP8.5 motsvarar fortsatt höga utsläpp av växthusgaser och

förväntas år 2100 vara tre gånger högre än år 2020. RCP4.5 innebär att utsläppen av växthusgaser i atmosfären ökar fram till år 2040 men sedan avtar.

### Ras, skred och erosion

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för **ras och slamströmmar** har underlaget *Områden där skogsbruk och exploatering kan orsaka erosion, ras och slamströmmar* (SGI, 2023), som tagits fram av Skogsstyrelsen i samverkan med SGI och SGU, använts. Produkten bygger på GIS-skikt för jordarter (1:25 000 till 1:250 000), marklutning, slänthöjd och vattendrag, samt ett antal kriterier för bedömningar av dessa skikt (Lundström et al., 2016). För områden där jordartskartans upplösning är grövre än 1:250 000 ingår inte jordartsinformation i analysen. Underlaget täcker hela Sveriges yta utom fjällområdet.

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för **skred** har SGU:s underlag *Förutsättningar för skred i finkornig jordart* baserad på jordartstyp, terrängmodell och kritisk lutning (SGU, 2021) använts. Kartunderlaget är avsett för översiktliga bedömningar och ger en bild av lokala skillnader där det kan finnas förutsättningar för jordskred i ler- och siltmark. Kartan bygger på analys av marklutning inom ler- och siltmark samt närhet till vatten. Den ger en generell bild som inte tar hänsyn till lokala förhållanden i övrigt eller till regionala variationer i lerors skredbenägenhet. Notera att kartunderlaget inte visar sannolikheten för skred utan enbart där det finns förutsättningar för att skred kan inträffa.

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för **stranderosion längs sjöar och vattendrag** har SGU:s underlag *Stränders jordart och eroderbarhet* (SGU, 2016) använts. Kartunderlaget bygger på en omklassning av jordarter längs stränder (skala 1:25 000 – 1:100 000) till sju förenklade jordartsklasser och fyra eroderbarhets-klasser. Strandlinjen utgörs av jordartskartans strandlinjer och kan avvika geometriskt från aktuella data från Lantmäteriet. För att det i de GIS-analyser som tillämpats (se vidare nedan) ska gå att urskilja vilka objekt som är mer eller mindre erosionskänsliga har en buffertzona på 30 m använts för att bredda strandzonen. Begreppet eroderbarhet avser endast jordens materialegenskaper såsom jordpartiklarnas tyngd och sammanhållande krafter. Faktorer som vattnets strömhastighet, vågpåverkan och morfologi, som är avgörande för erosionsprocessen, beaktas inte.

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för **kusterosion** har SGU:s underlag *Riksöversikt stranderosion* (SGU, 2022) använts. Kartunderlaget ger en översiktlig bild av erosionsförhållandena vid Västerbottens kust och en buffertzona på 100 m har tillämpats. Den bredden bedöms minska geometriska avvikelser från aktuella data från Lantmäteriet. Underlaget kan användas för att få en översikt över var stranderosion sker och kan komma att ske. Kartan visar också hur allvarlig erosionen är och hur snabbt den går.

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för **översvämning vid vattendrag** har MSB:s översvämningsskarteringar använts (MSB, 2022). Översvämningsskarteringarna visar de områden som hotas av översvämning när vattenflödena uppnår en viss nivå. De skarterade flöden som har använts i uppdraget är:

- Ett klimatanpassat 100-årsflöde. Flödet har klimatanpassats för den flödessituation som förväntas gälla vid slutet av seklet.
- Ett beräknat högsta flöde (BHF) för dagens klimat. Översvämningar med låg sannolikhet som endast förväntas inträffa i extrema situationer.

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för översvämning vid kusten har MSB:s underlag i översvämningssportalen använts. Nio utbredningsskikt finns för hela Sveriges kust för en vattenståndsnivå från 1 m till 5 m i RH2000 (Rikets höjdsystem).

## 2.2 Analyserade verksamheter

I analysen har öppet tillgängliga data använts för att analysera potentiella konsekvenser av ras, skred, erosion och översvämning. De sårbara objekt, verksamheter och områden som ingått i analysen är de som bedöms kunna bli påverkade vid en översvämning eller i händelse av ras, skred eller erosion. Om de drabbas skulle det kunna ge särskilt allvarliga konsekvenser för människors hälsa, miljön, kulturarvet eller ekonomisk verksamhet. Miljö har delats upp i miljö - skyddade områden och miljö - anläggning där förorenade områden och anläggningar för miljöfarlig verksamhet ingår. Totalförsvarets intressen har inte beaktats i uppdraget.

De ingående datamängder som använts i uppdraget för att bedöma potentiella samhällskonsekvenser av ras, skred, erosion och översvämning redovisas i Tabell 1. Ingående data redovisas mer i detalj i Bilaga 1. I bilagan framgår till exempel vilka typer av vägar och byggnader som analyserats.

Tabell 1 Ingående data för att bedöma potentiella samhällskonsekvenser av ras, skred, erosion och översvämning.

Människors liv och hälsa	Miljö - skyddade områden	Miljö - anläggning	Ekonomisk verksamhet	Kultur och fritid
Vägar Sjukhus Vårdcentraler Brandstationer Polisstationer Skolor Förskolor Sveriges Radio SVT	Nationalparker Naturresevat Naturminnen Natura 2000-områden Naturvårdsområden Vattenskydds-områden	Miljöfarliga verksamheter Förorenade områden Seveso-verksamheter Avloppsreningsverk	Byggnader Riksintresse järnväg Riksintresse järnvägsstation Riksintresse flygplats Riksintresse hamn Transformatorstationer Kraftstationer Värmeverk Dammar Åker Öppen mark Produktionsplatser för djur	Kulturresevat Kyrkligt kulturminne Byggnadsminnen Statliga byggnadsminnen Fornminnen Samfund Museer

## 2.3 Överlagringsanalyser

Analyserna för att identifiera riskområden utgår från överlagringsanalyser med hjälp av RStudio (Version 1.4.1717) (RStudio Team, 2020). RStudio är programvara för statistiska analyser och grafisk visualisering. Överlagringsanalysen innebär att nya informationsskikt (kartlager) har tagits fram genom att förekomsten av sårbara verksamheter analyserats inom områden som hotas av ras, skred, erosion och översvämning. Separata analyser har gjorts för ras, skred, erosion och översvämning. Den

lägesbundna informationen har bearbetats med metoder enligt nedan och presenteras i kapitel 6 och 7.

Att ett sårbart objekt eller en verksamhet finns inom ett hotat område innebär dock inte att en skada sker vid en händelse. De lokala förutsättningarna har stor betydelse för vilken konsekvens en händelse får. Specifika lokala förhållandena har inte analyserats inom uppdraget.

### **Klusteranalyser**

För att identifiera och därefter avgränsa potentiella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning har klusteranalyser genomförts. Geografiska klusteranalyser används för att identifiera en gruppering av en viss företeelse i ett område.

Samtliga verksamheter och områden har analyserats och kopplats till en av de fyra verksamhetskategorierna (människors liv och hälsa, miljö, ekonomisk verksamhet eller kulturarv) och till en kategori för respektive hotat område (ras, skred, erosion, översvämning).

För att visualisera fördelningen av grupperingar av olika objekt och verksamheter per hot, tillämpades ett 3x3 km rutnät över Västerbottens läns yta och alla punkter aggregerades med 5 km sökradie, samt med en 2 km sökradie. Samtliga punktojekt summerades inom varje ruta och linjer (till exempel väg och järnväg) och gjordes om till punkter. Det gjordes genom att omvandla linjegeometri till punkter med en densitet på 300 m, det vill säga en punkt per varje 300 m. Tillsammans med resterande ytor som också omvandlades till punkter analyserades koncentrationen av hotade objekt och verksamheter mot rutnätet. Metodiken beskrivs mer utförligt i Bilaga 3.

Resultaten i form av grupperingar (kluster; hög koncentration) av hotade verksamheter per kategori hotat område, har utgjort underlag till att avgränsa riskområdena. Resultaten från analysen mot rutnätet 3x3 km med sökradie på 5 km har använts. Valet av 3x3 km-rutor med sökradie på 5 km baseras på balansering mellan prestanda, resurs- och visualiseringskrav. Utförda tester visar att högre upplösning (1x1 km-rutor med 1 km sökradie) kräver stora resurser (beräknings- och tidsmässigt) i förhållande till nytta för visualisering. Vid lägre upplösning (10x10 km-rutor med 5 km sökradie) bedömdes kartorna leverera undermålig kvalitet.

Vid avgränsning av riskområdena har hänsyn tagits till att motsvarande förutsättningar kan råda i ett större geografiskt område. Valet (inritningen) av riskområdenas utsträckning bedömdes utifrån i huvudsak tre parametrar: a) området som genom klusteranalys pekats ut med 99 procent signifikansnivå (klass 3), b) samlad erfarenhet inom riskkartering för skred, ras, erosion och översvämning (befintligt kunskapsunderlag) samt c) samarbeten med andra myndigheter (expertbedömning). Visualiseringsintervall (natural breaks) baserat på statistiskt signifikanta konfidensintervall har använts vid presentation av resultaten.

### **Kommunanalyser**

För att rapporten ska ge ett mervärde vid arbetet med att beskriva klimatrelaterade risker

för ras, skred, erosion och översvämning lokalt har överlagringsanalyser gjorts utifrån kommungränser. Resultaten redovisas i kapitel 7.

Risken för ras, skred erosion och översvämning påverkar länets kommuner i olika utsträckning. I vissa kommuner finns stora områden som kan hotas och i andra kommuner finns det mindre områden. Inom områdena varierar det också vilka verksamheter och områden som drabbas eller hur stor befolkning/bebyggelse som kan påverkas. För att kunna göra en jämförelse mellan kommunerna så har en analys gjorts som för varje kommun visar hur många sårbara objekt och verksamheter som finns inom områden som hotas av ras, skred, erosion och översvämning.

För vissa verksamheter finns ett stort antal objekt som kan påverkas, exempelvis antalet fornminnen som påverkas inom en kommun. Inom andra verksamheter påverkas endast ett litet antal objekt, men som kan vara samhällsviktiga, exempelvis antalet sjukhus. Att summera antalet verksamheter som påverkas inom en kommun blir därför missvisande för vilken risk som visas. För varje verksamhet har därför en poäng räknats ut för att kunna jämföra kommunerna mellan varandra.

Histogram har tagits fram för varje verksamhet. I ett histogram visas frekvensen av förekomsten av värden inom en datamängd. Det visualiserar exempelvis om 100 hotade objekt i en kommun är mycket eller lite i förhållande till antalet påverkade objekt inom en verksamhet jämfört med andra kommuner.

Utifrån histogrammen har en fördelning av poäng gjorts. Om kommunen har ett högt antal verksamheter i relation till andra kommuner inom hotade områden har de tilldelats 3 poäng. Kommuner som har medelhögt antal verksamheter har tilldelats 2 poäng och de kommuner som har ett lågt antal verksamheter, har tilldelats 1 poäng. Exempel på poängsättningen redovisas i Bilaga 3.

För varje kommun har en total poäng beräknats. Den totala poängen består av en sammanlagd poäng av hur verksamheter inom människors liv och hälsa, miljön, ekonomisk verksamhet och kulturarv påverkas inom kommunen.



## 3 Klimatanalys

Det här avsnittet visar framtidsscenarioer för olika klimatindikatorer på länsnivå för Västerbottens län. De olika klimatscenerierna presenteras i form av kartor och diagram tillsammans med kort beskrivning som ger stöd för tolkningen. Klimatscenerierna och beskrivningarna är hämtade från SMHI:s klimatscenariotjänst (SMHI, 2022b).

En mer utförlig beskrivning av hur klimatet förändras i Västerbottens län ges i rapporten Framtidsklimat i Västerbottens län från 2015 (Berglöv et al., 2015). Där beskrivs fler klimatindikatorer och årstidsvariationer. Notera dock att från 2021 infördes en ny klimatologisk normalperiod som gäller för perioden 1991–2020. Beräkningarna i rapporten från 2015 refererar till den tidigare normalperioden 1961–1990. De nya klimatscenerierna ger i huvudsak likartade resultat som de tidigare (SMHI, 2022a).

### 3.1 Klimatscenerier och klimatindikatorer

Klimatscenerier ger svar på frågor om klimatets tänkbara utveckling i framtiden. Effektstudier görs för att belysa hur ett förändrat klimat påverkar olika system, exempelvis markens stabilitet. En sammanställning av förväntad klimatpåverkan på översvämning, markens stabilitet och markrörelser ges i kapitel 5. Där sammanfattas även förändrade klimatlasters möjliga effekter på geokonstruktioner.

#### Urval av klimatindikatorer

En klimatindikator beskriver en del av klimatsystemet. Det kan vara direkta mått som temperatur och nederbörd, men det kan också vara beräkningar av till exempel antal dagar med temperatur över en viss gräns eller antal dagar i sträck utan nederbörd.

Hos SMHI redovisas totalt 19 meteorologiska klimatindikatorer för Västerbottens län och dessutom 11 hydrologiska klimatindikatorer för kustområdet och vattendragen. Hos SMHI finns klimatindikatorerna redovisade, inte bara som årsmedelvärde eller årssammanfattning, utan de redovisas även för olika årstider eller månader beroende på indikator.

De klimatindikatorer som sammanfattas i den här rapporten är relaterade till

- Temperatur
- Nederbörd
- Snöförhållanden (hämtat från SMHI:s regionala snörapport 2020)
- Tillrinning och vattenföring
- Havsnivå kust (medelvattenstånd)

De värden som visas i kartor och diagram är i huvudsak avvikelsevärden, det vill säga den förändring av till exempel nederbörd eller temperatur som är att förvänta utifrån valt klimatscenario och tidsperiod jämfört med referensperioden.

Hos SMHI finns ytterligare beskrivningar och vägledning för användning av kartor och diagram tillsammans med nedladdningsbara data. Där finns även mer information om hur klimatmodeller används för att beräkna framtidens klimat samt hur säker eller osäker klimatförändringssignalen är.

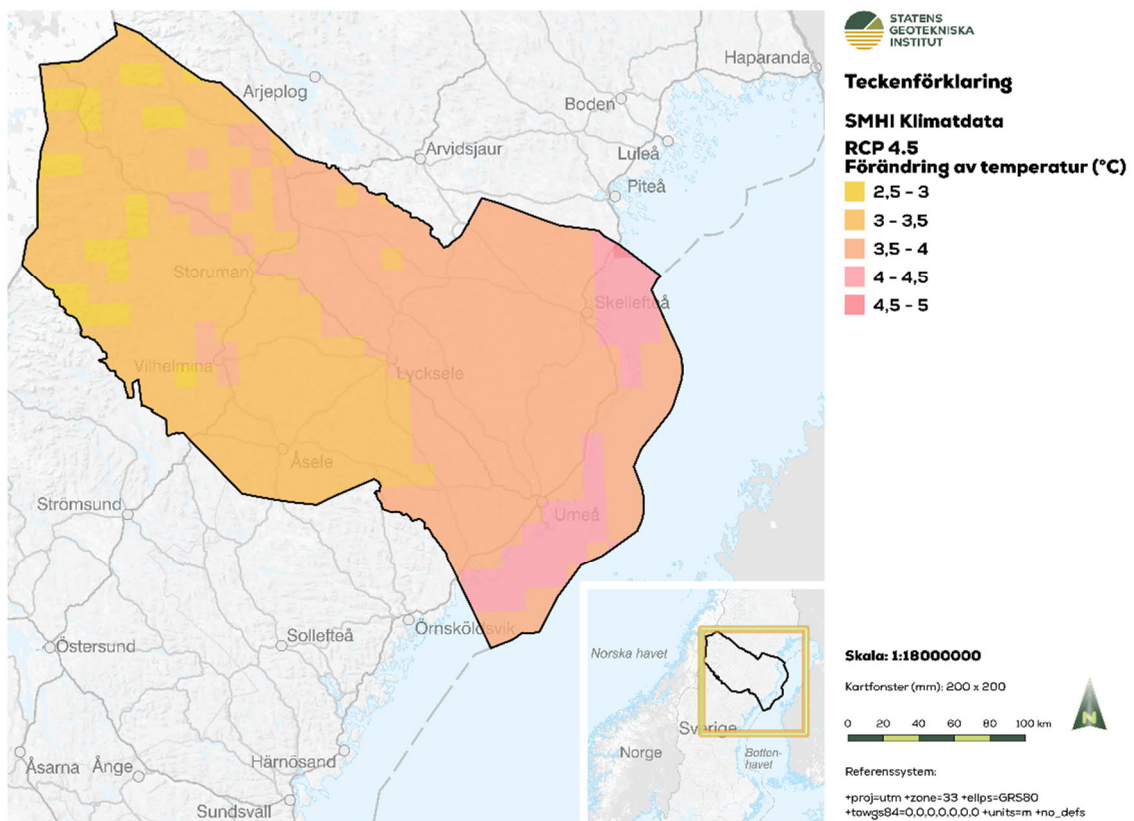
### 3.2 Temperatur

Det står klart att klimatet håller på att förändras utöver den naturliga variationen. Långa mätserier av både globala och regionala data visar tydligt temperaturförändringar redan idag. Temperaturen ökar under alla årstider. Den största temperaturökningen sker under månaderna december–februari och vinter-säsongen blir därmed kortare.

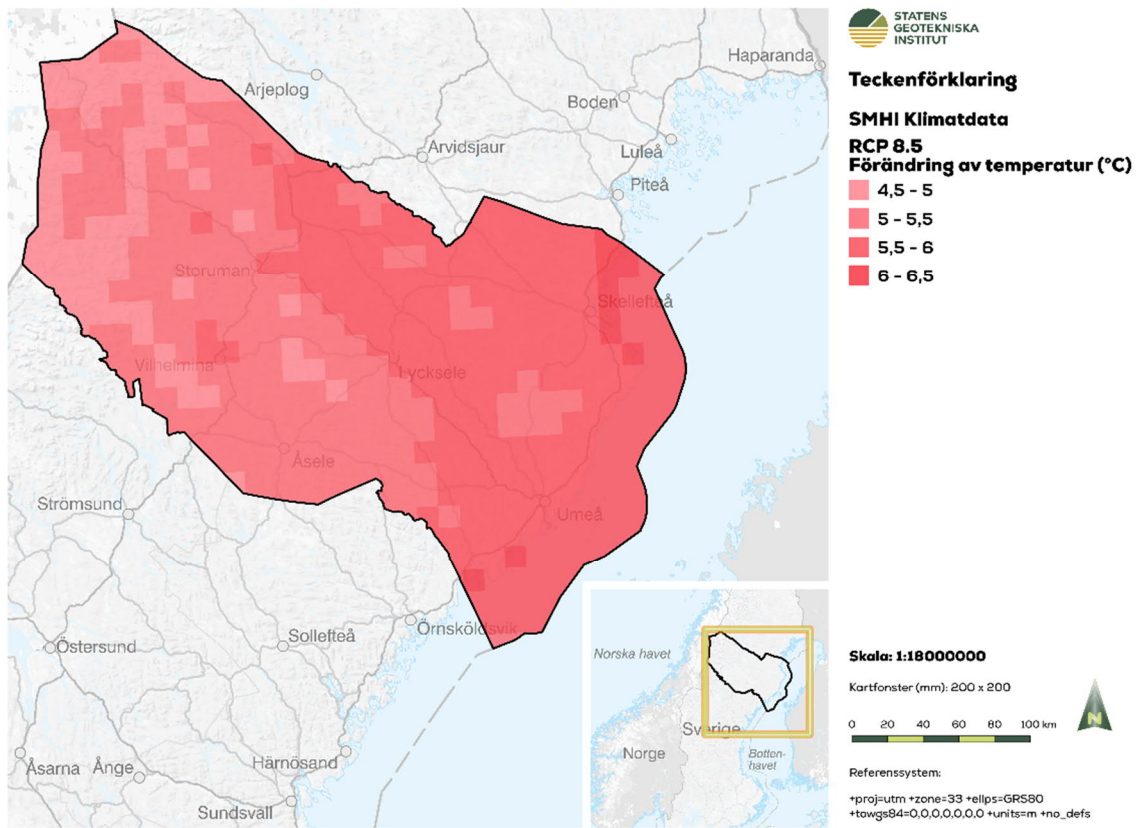
Under referensperioden 1971–2000 var medeltemperaturen för hela Sverige 2,3 °C och för Västerbottens län 0,4 °C.

Kartorna i Figur 3 Beräknad förändring av medeltemperatur (°C) för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för scenario RCP8.5. Källa: SMHI, 2021.

och Figur 3 visar medeltemperaturen i Västerbottens län för perioden 2071–2100. Medeltemperaturen är medelvärdet av varje års eller säsongs medeltemperatur beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur. Medeltemperaturen beräknas stiga med 3,5 °C för perioden 2071–2100 enligt scenario RCP4.5 och med 5,4 °C enligt scenario RCP8.5 jämfört med referensperioden.

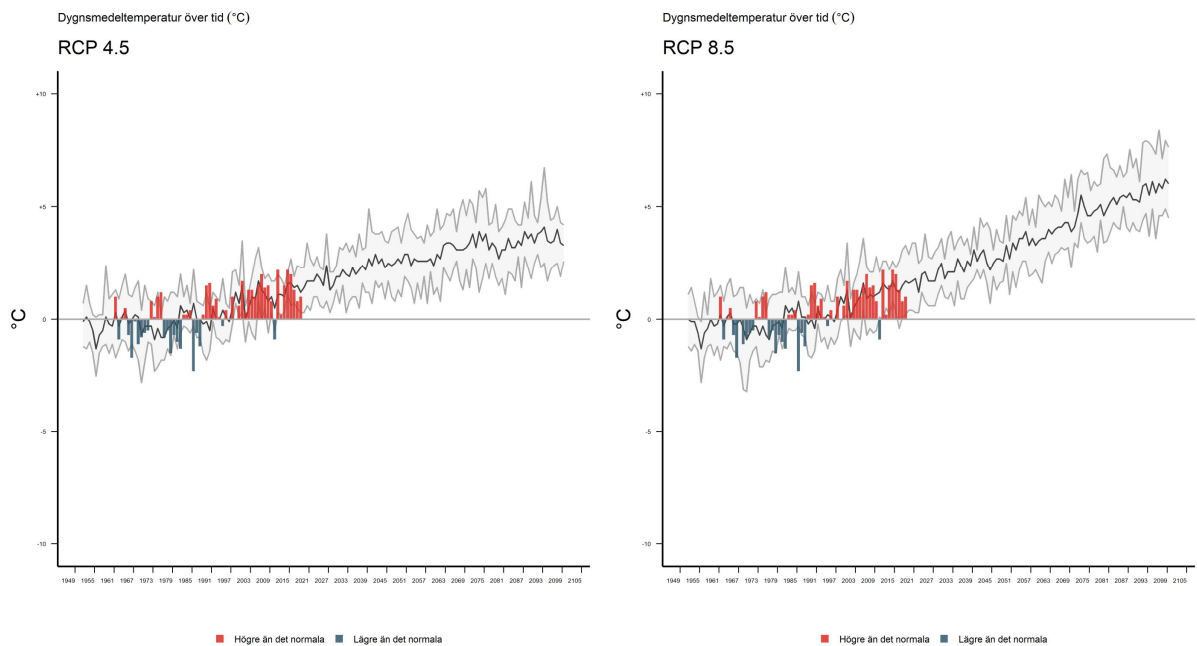


Figur 2 Beräknad förändring av medeltemperatur (°C) för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för scenario RCP4.5. Källa: SMHI, 2021.



Figur 3 Beräknad förändring av medeltemperatur (°C) för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för scenario RCP8.5. Källa: SMHI, 2021.

Diagrammet i Figur 4 visar beräknad förändring av medeltemperatur (°C) i Västerbottens län under åren 1951–2100 jämfört med den normala (medelvärde för 1971–2000).



Figur 4 Dygnsmedeltemperatur över tid (°C) i Västerbottens län enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) med avvikelsevärden per år. Källa: SMHI.

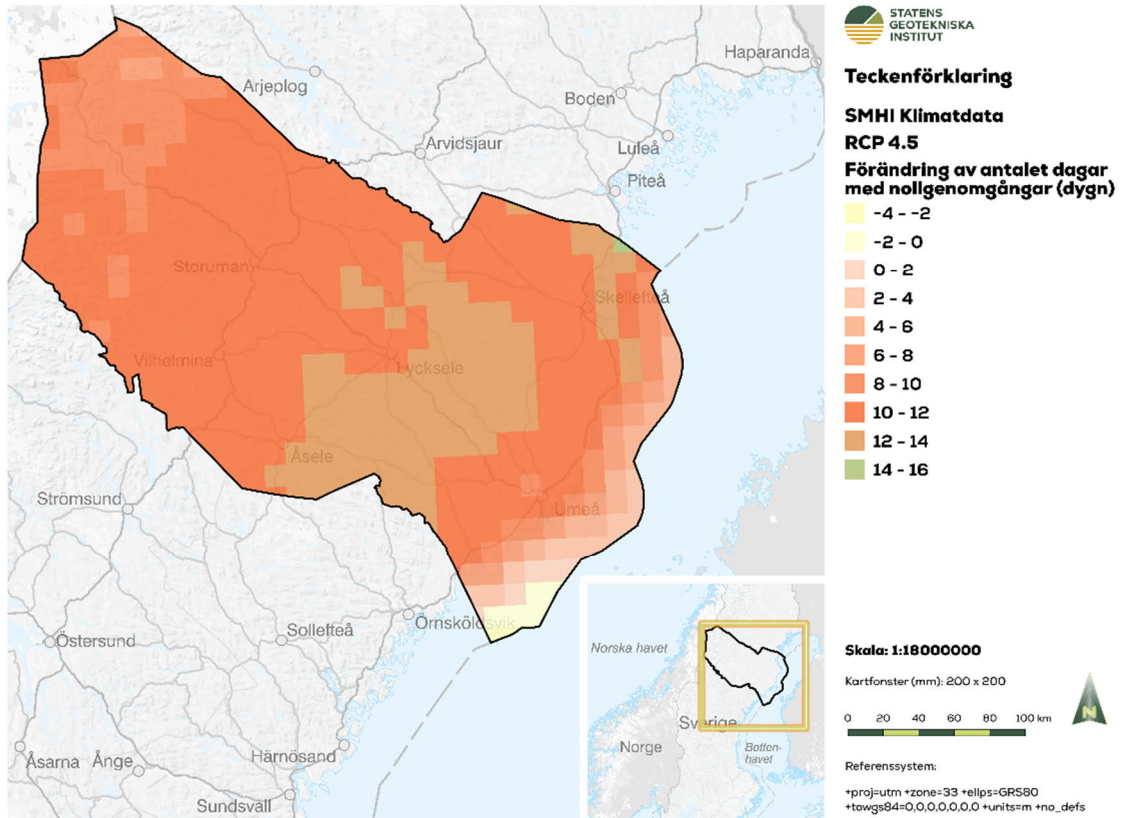
Staplarna i Figur 4 visar historiska data som är framtagna från observationer, uppåtgående röda staplar visar temperaturer högre än det normala och nedåtgående blå staplar temperaturer lägre än det normala. Den grå kurvan visar ett medelvärde av flera klimatmodeller för respektive scenario. Det grå fältet visar variationsbredden mellan den 10:e och 90:e percentilen.

Antalet **högssommardagar**, som avser antalet dygn per år då dygnets maxtemperatur är över 25 °C, kommer att öka för Västerbottens län. Under referensperioden 1971–2000 var antalet högssommardagar under året för hela Västerbottens län 2,5. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP4.5 kommer antalet högssommardagar att öka med 6,8 och enligt RCP8.5 med 15,3 för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden.

Det kan också förekomma **tropiska nätter**, det vill säga dygn då dygnets lägsta temperatur överstiger 20 °C. Under referensperioden 1971–2000 var antalet tropiska nätter under året för hela Västerbottens län 0. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP8.5 kommer antalet tropiska nätter att öka med 1,9 för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden.

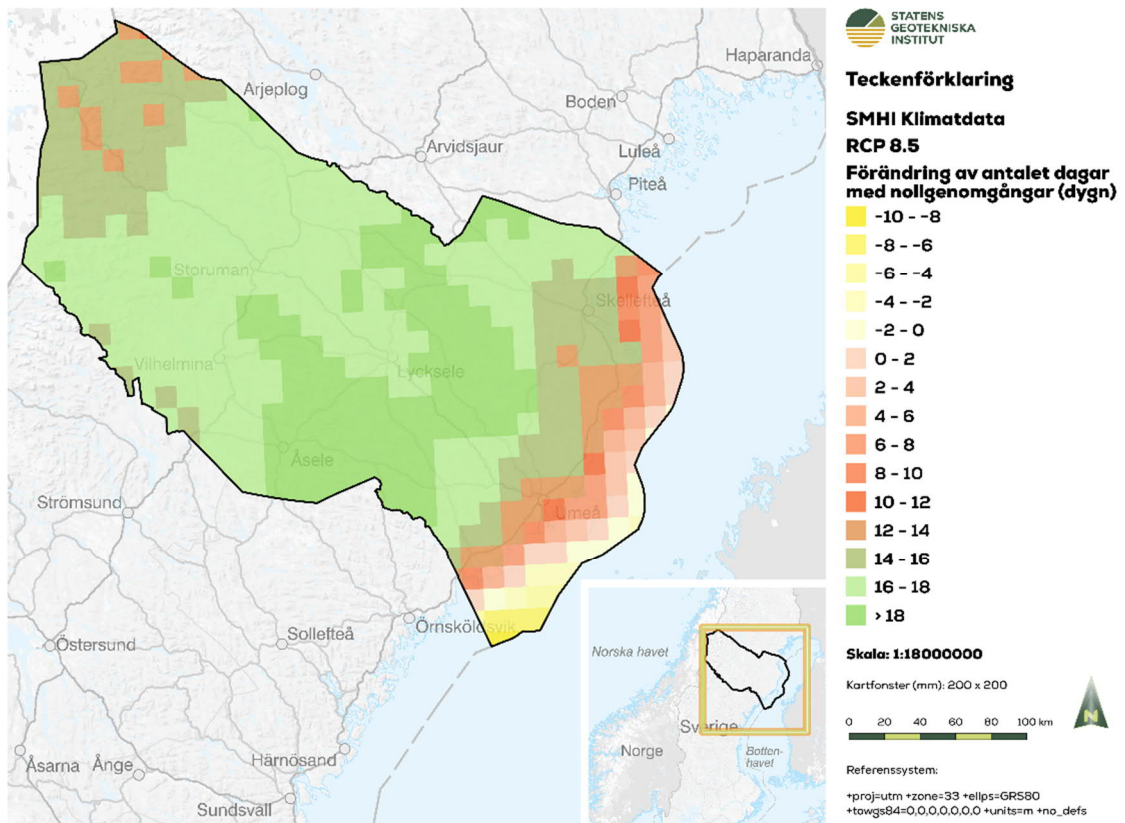
Även **värmeböljorna** blir längre. Värmebölja definieras som årets eller säsongens längsta period där dygnets högsta temperatur har överstigit 25 °C. Under referensperioden 1971–2000 var längsta värmeböljan för hela Västerbottens län 2,6 dygn per år. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP4.5 kommer längsta värmeböljan att öka med 6,8 dygn och enligt RCP8.5 med 15,3 dygn för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden.

Antalet dygn med så kallade **nollgenomgångar** kommer öka under vinterperioden december–februari (Figur 5 och Figur 6). Med nollgenomgångar avses när temperaturen växlar mellan minusgrader och plusgrader. Definitionen av indikatorn är antalet dygn då dygnets högsta temperatur två meter över marken varit över 0 °C under samma dygn som dygnets lägsta temperatur varit under 0 °C.



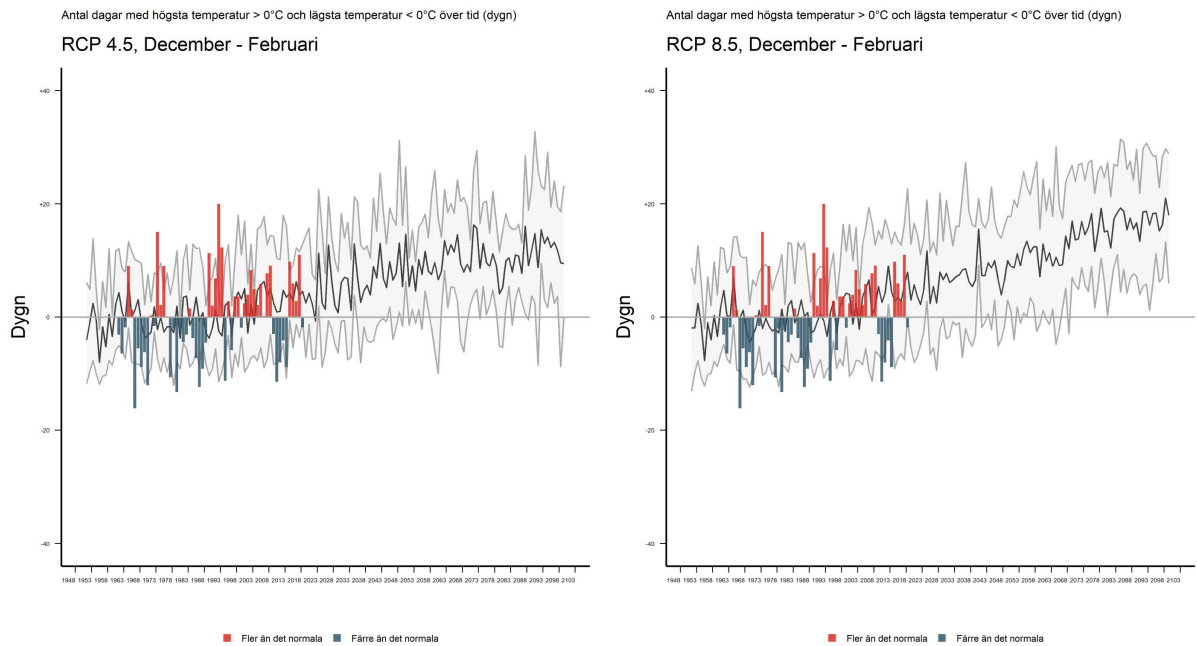
Figur 5 Beräknad förändring av antalet dagar med nollgenomgångar (dagar) under december-februari för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för scenario RCP4.5. Källa: SMHI.





Figur 6 Beräknad förändring av antalet dagar med nollgenomgångar (dagar) under december-februari för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för scenario RCP8.5. Källa: SMHI.

Under referensperioden 1971–2000 var antalet dygn med nollgenomgångar under december–februari för hela Västerbottens län 15,2. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP8.5 kommer antalet dygn med nollgenomgångar att öka med 17,1 för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden. Enligt RCP4.5 kommer antalet nollgenomgångar att öka med 11,2 för motsvarande period. Förändringen i antalet dagar med nollgenomgångar för RCP4,5 respektive RCP8,5 under perioden december-februari redovisas i Figur 7.



Figur 7 Förändring av antalet dagar med nollgenomgångar (dygn) i Västerbottens län över tid under vinterperioden december-februari enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger). Källa: SMHI.

Diagrammet i Figur 7 visar beräknad förändring av nollgenomgångar (dygn) i Västerbottens län under åren 1951–2100 jämfört med den normala (medelvärdet för 1971–2000). Staplarna i Figur 10 Medelnederbörd över tid (mm/mån) i Västerbottens län enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) med avvikelsevärden per år visar historiska data som är framtagna från observationer. Uppåtgående röda staplar visar antal nollgenomgångar fler än det normala och nedåtgående blå staplar antal nollgenomgångar färre än det normala. Den grå kurvan visar ett medelvärde av flera klimatmodeller för scenario RCP8.5. Det grå fältet visar variationsbredden mellan den 10:e och 90:e percentilen.

Den ökande dygnstemperaturen medför bland annat att även **vegetationsperioden** blir längre. Under referensperioden 1971–2000 var vegetationsperiodens längd för hela Västerbottens län 128 dygn per år. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP4.5 kommer vegetationsperiodens längd att öka med 31 dygn och enligt RCP8.5 med 52 dygn för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden.

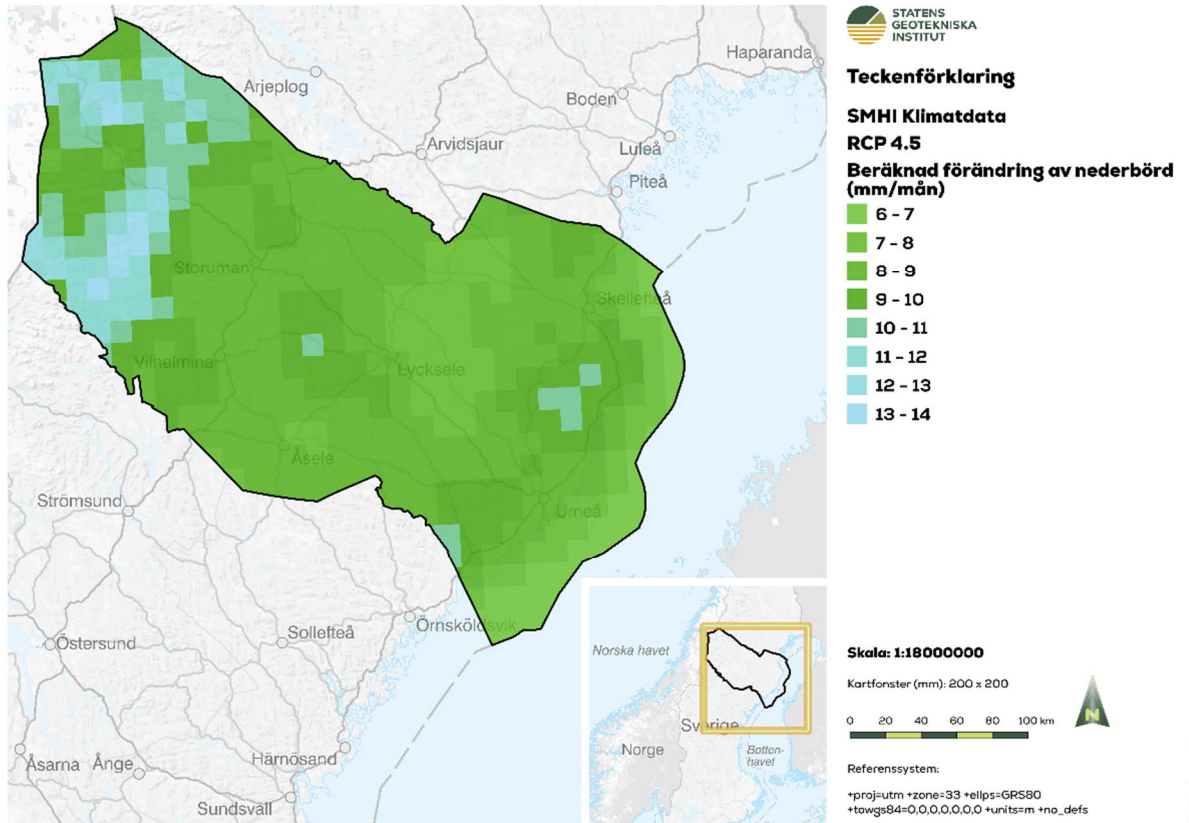
### 3.3 Nederbörd

#### Medelnederbörd

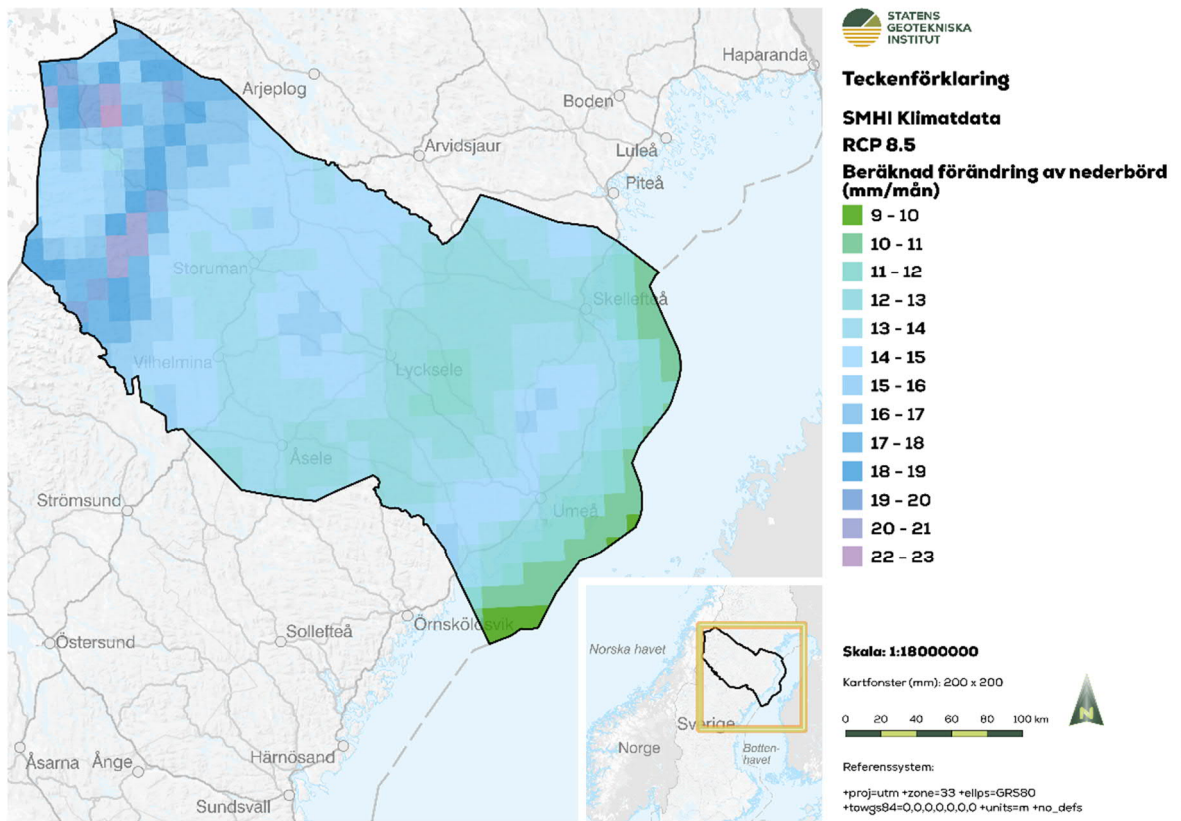
Den totala nederbörden är summan av den dagliga nederbörden över ett år eller en säsong (i mm vattenekvivalent). Medelvärdet av den totala nederbörden under en viss tidsperiod (till exempel år eller säsong) kallas medelnederbörd. Variationen mellan år, säsong och olika delar av Sverige är stor och varierar även inom Västerbottens län.

Under referensperioden 1971–2000 var medelnederbörden för hela Sverige 58 mm/månad. Under referensperioden 1971–2000 var medelnederbörden för hela

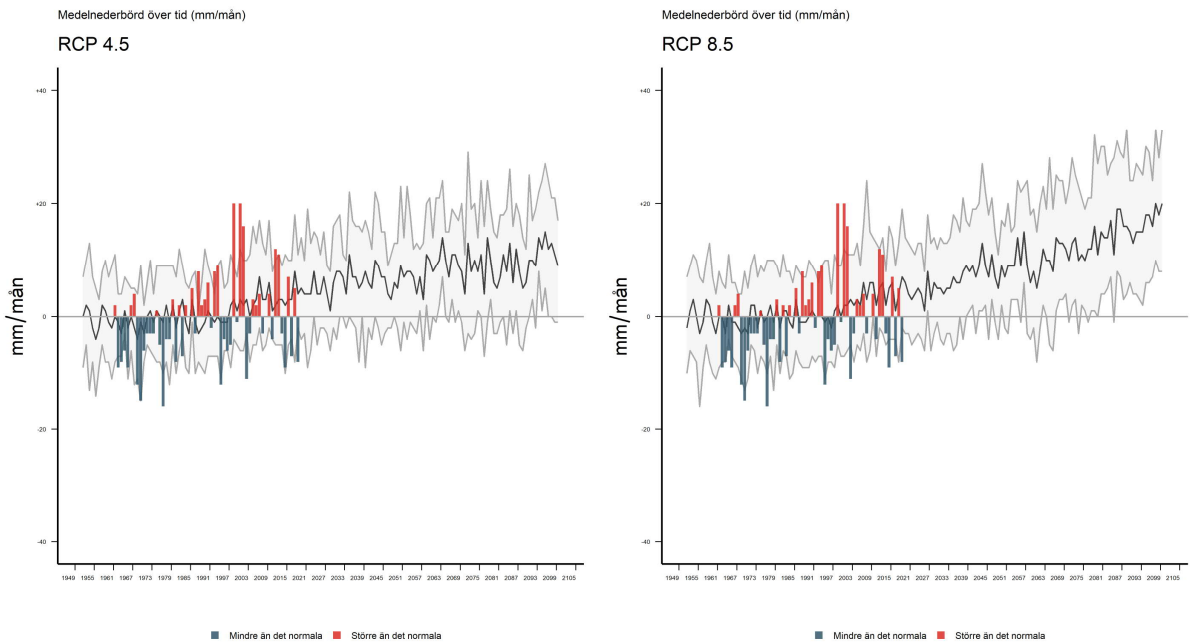
Västerbottens län i likhet med Sverige också 58 mm/månad. Scenario RCP4.5 ger en ökning i länet på ca 10 mm/månad och RCP8.5 ger en ökning på ca 15 mm/månad för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden (Figur 8 och Figur 9).



Figur 8 Beräknad förändring av nederbörd (mm/mån) för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000 enligt scenario RCP4.5. Kartorna baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för respektive scenario. Källa: SMHI.



Figur 9 Beräknad förändring av nederbörd (mm/mån) för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000 enligt scenario RCP8.5. Kartorna baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för respektive scenario. Källa: SMHI.



Figur 10 Medelnederbörd över tid (mm/mån) i Västerbottens län enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) med avvikelsevärden per år.

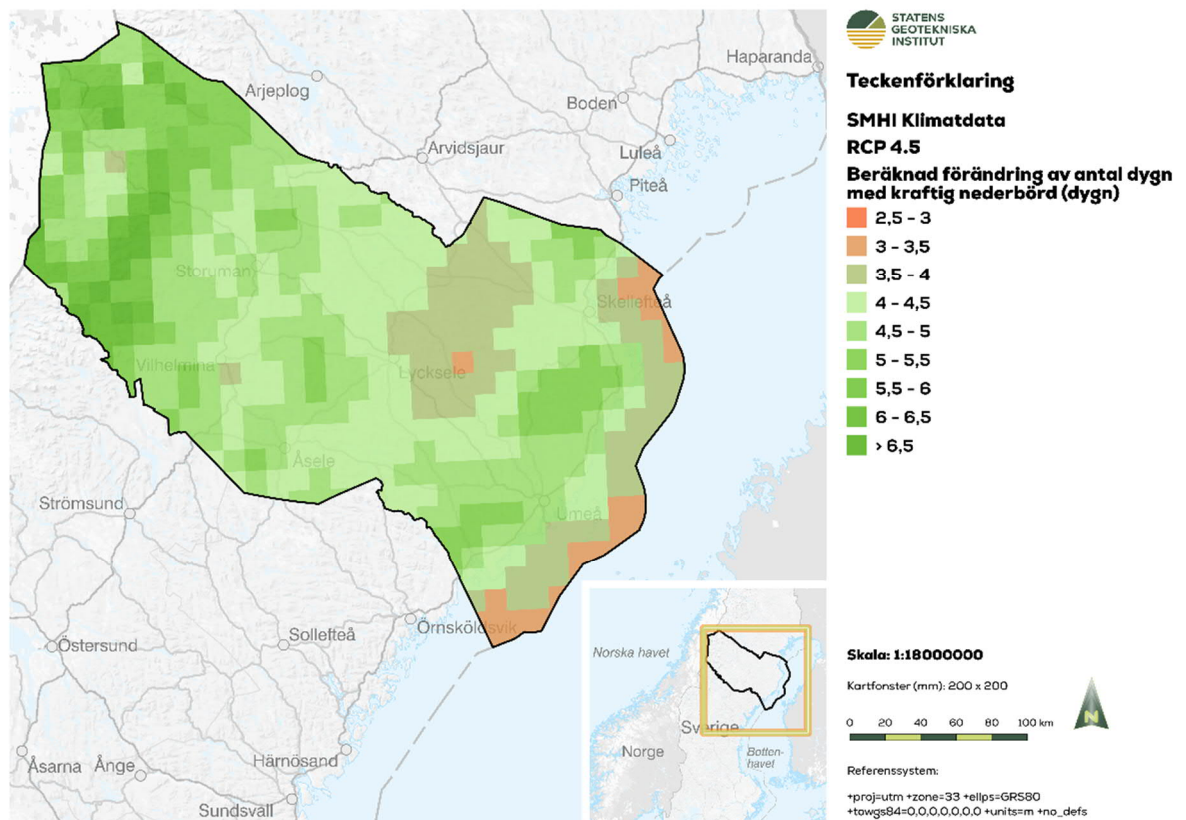


Diagrammet i Figur 10 visar beräknad förändring av nederbörd (mm/mån) i Västerbottens län under åren 1951–2100 jämfört med den normala (medelvärdet för 1971–2000). Staplarna i Figur 10 Medelnederbörd över tid (mm/mån) i Västerbottens län enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) med avvikelsevärden per år visar historiska data som är framtagna från observationer. Uppåtgående röda staplar visar nederbörd större än det normala och nedåtgående blå staplar nederbörd mindre än det normala. Den grå kurvan visar ett medelvärde av flera klimatmodeller för scenario RCP8.5. Det grå fältet visar variationsbredden mellan den 10:e och 90:e percentilen.

### Dygn med kraftig nederbörd

Indikatorn är ett mått på antalet dygn per år eller säsong då nederbörden är större än 10 mm. Antalet dygn med kraftig nederbörd väntas öka i hela Sverige sett över året, men det finns skillnader mellan olika län och olika årstider. Inom Västerbottens län finns också skillnader.

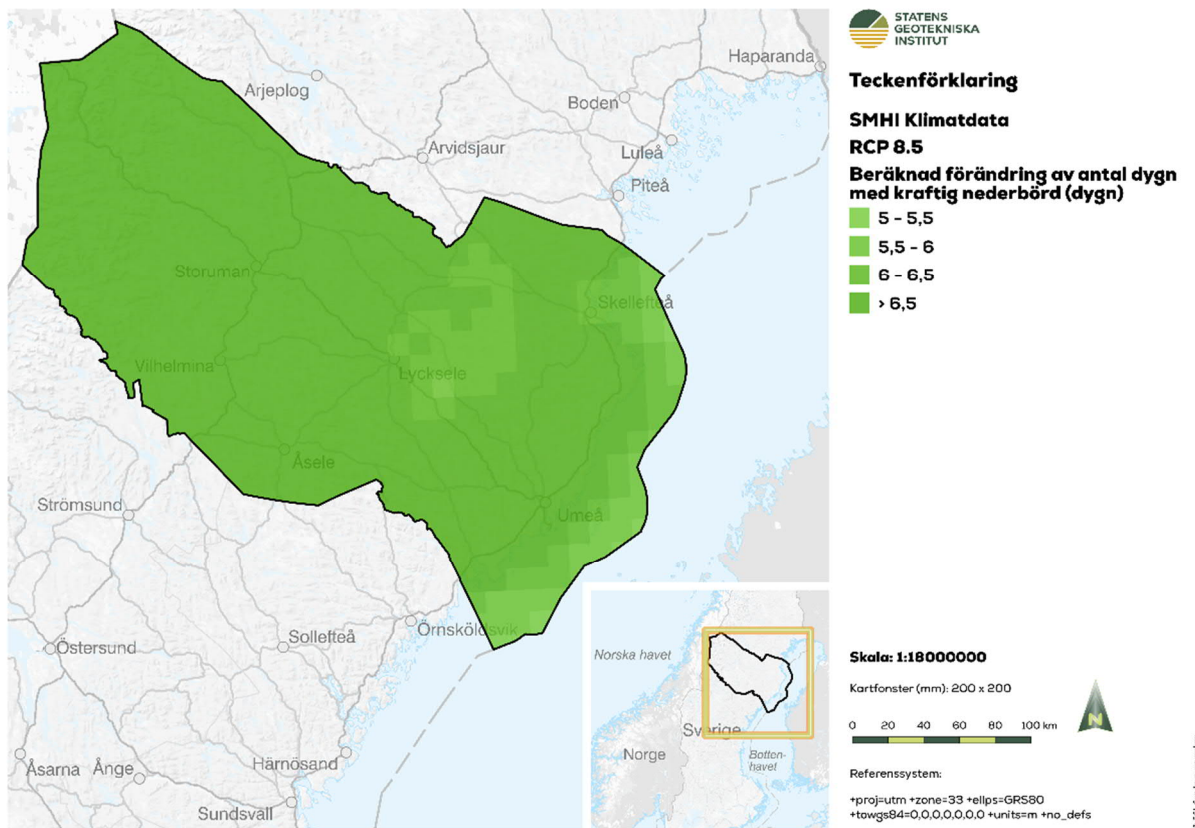
Under referensperioden 1971–2000 var antalet dygn med kraftig nederbörd under ett helt år för hela Västerbottens län 15,7. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP4.5 kommer antalet dygn med kraftig nederbörd att öka med 4,8 för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden (Figur 11). Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP8.5 kommer antalet dygn med kraftig nederbörd istället att öka med 7,7 för motsvarande period (Figur 12).



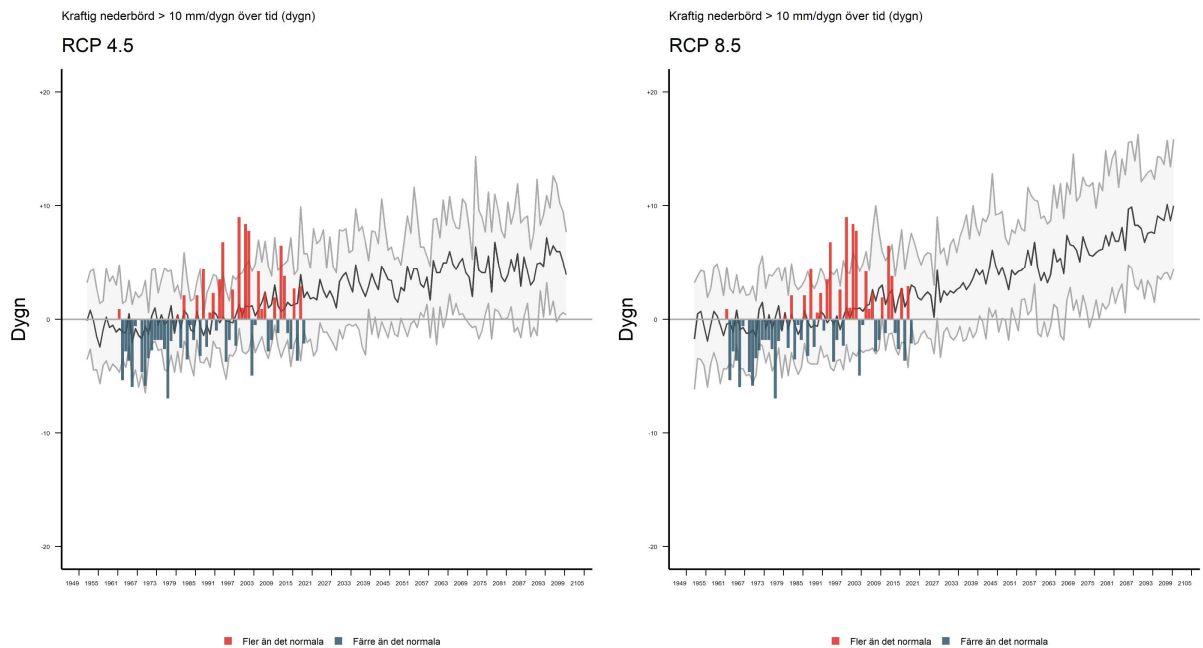
Figur 11 Beräknad förändring av antal dygn med kraftig nederbörd (dygn) för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000 enligt RCP4.5. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal



Klimatscenarioer för respektive scenario. Med kraftig nederbörd avses antal dygn med nederbörd > 10 mm/dygn. Källa: SMHI, 2021.



Figur 12 Beräknad förändring av antal dygn med kraftig nederbörd (dygn) för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000 enligt RCP8.5. Kartan baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarioer för respektive scenario. Med kraftig nederbörd avses antal dygn med nederbörd > 10 mm/dygn. Källa: SMHI, 2021.



Figur 13 Kraftig nederbörd (>10 mm/dygn) över tid i Västerbottens län enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) med avvikelsevärden per år.

Diagrammen i Figur 13 visar beräknad förändring av antal dygn med kraftig nederbörd (dygn) i Västerbottens län under åren 1951–2100 jämfört med den normala (medelvärdet för 1971–2000) för respektive scenario RCP4.5 och RCP8.5. Staplarna i Figur 13 visar historiska data som är framtagna från observationer, uppåtgående röda staplar visar dygn med kraftig nederbörd fler än det normala och nedåtgående blå staplar dygn med kraftig nederbörd färre än det normala. Den grå kurvan visar ett medelvärde av flera klimatmodeller för scenario RCP8.5. Det grå fältet visar variationsbredden mellan den 10:e och 90:e percentilen.

**Extrem nederbörd**, det vill säga antal dygn då nederbörden är större än 25 mm, kommer också att öka. Under referensperioden 1971–2000 var antalet dygn med extrem nederbörd under ett helt år för hela Västerbottens län 2,7. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP8.5 kommer antalet dygn med extrem nederbörd att fördubblas och alltså öka med 2,7 för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden. Enligt scenario RCP4.5 ökar den extrema nederbörden med 1,6 dygn för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden.

SMHI har tagit fram en applikation (SMHI, n.d.-a) som kan användas för att beräkna regionala återkomstnivåer (i mm) för **extrem korttidsnederbörd** med varaktighet mellan 15 min och 720 min (12 timmar) och med återkomsttid mellan 2 och 200 år. De beräknade nivåerna ska ses som approximationer giltiga för en godtycklig punkt inom valt område. Nivåerna kan beräknas dels för historisk period (d.v.s. nuvarande klimat), då värdena baseras helt på observationer, dels för olika framtidsperioder, då de historiska värdena extrapoleras baserat på resultat från klimatmodeller (Olsson et al., 2017). Till exempel har ett 60 minuters långt extremt nederbördstillfälle historiskt  $32.6 \pm 5.2$  mm

beräknat utifrån en återkomsttid på 100 år. Motsvarande extrem nederbörd under 60 minuter för perioden 2071–2100 beräknas till  $45.6 \pm 7.2$  mm dvs. en ökning med nära 40 %.

Eftersom medelnederbörden ökar blir antalet **torra dygn** i länet färre. För att det ska uppkomma en allvarlig torka krävs en längre period utan nederbörd. Ett mått på torka är antalet torra dygn under en viss tidsperiod (till exempel år eller säsong). Under referensperioden 1971–2000 var antalet torra dygn för hela Västerbottens län 238 per år. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP4.5 kommer antalet torra dygn att minska med –6,1 för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden. För RCP8.5 kommer antalet torra dygn att minska med –8,5 för motsvarande period.

En period utan nederbörd kallas **torrperiod**. Under referensperioden 1971–2000 var den längsta torrperioden för hela Västerbottens län 19,8 dygn per år. Om klimatet utvecklas enligt scenario RCP8.5 kommer den längsta torrperioden att minska med –1,2 dygn för perioden 2071–2100 jämfört med referensperioden. Enligt RCP4.5 kommer den längsta torrperioden att minska med –0,6 dygn för motsvarande period.

### 3.4 Snöförhållanden

SMHI har i rapporten Snö i framtida klimat – för de sju nordligaste länen (SMHI rapport nr 2020–29) presenterat ett antal klimatindex baserat på beräkningar av snöförekomst i framtida klimat. Följande sammanfattning av beräknad snöförekomst i Västerbottens län är hämtad från den rapporten. SMHI har tagit fram en stor mängd kartor, grafer och tabeller för länet och även platsspecifik information för Umeå, Lycksele och Hemavan. Endast ett fåtal exempel visas i den här rapporten. Samtliga resultatillustrationer finns tillgängliga hos Länsstyrelsen i Västerbottens län. Notera att referensperioden för snöförhållanden är en annan (1963–1992) än för övriga klimatindikatorer som redovisas i den här rapporten.

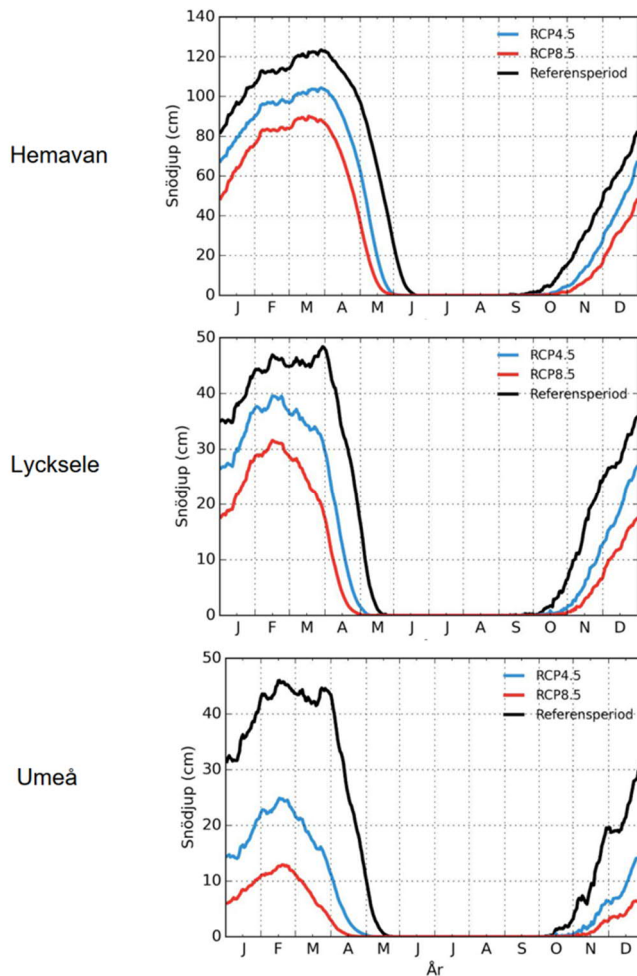
#### Medelsnödjup för varje enskild årsdag

Figur 14 visar medelsnödjupet för Hemavan, Lycksele och Umeå under referensperioden samt vid slutet av seklet. Sett till en årscykel, ökar medelsnödjupet från hösten, fram till ett maximum i mars/april respektive februari, och avtar sedan. Medelsnödjupen minskar framöver kraftigt i nästan hela området och minskningar sker under hela snöperioden. Störst minskningar av snödjupen väntas vid slutet av seklet. Den framtida förändringen gäller för båda scenarierna men med störst minskningar för medelsnödjupet för scenario RCP8.5. Snödjupet väntas mot slutet av seklet minska under hela snöperioden, med större minskningar för det högre utsläppsscenarioet RCP8.5.

I Hemavan väntas det största medelsnödjupet för en specifik dag minska från 120 cm ned till drygt 90 cm för RCP8.5. Under vårvintern väntas minskningarna bli ytterligare något större, där till exempel juni kommer vara i stort sett snöfri vid slutet av seklet.

I Lycksele väntas minskningen av medelsnödjupet för en specifik dag gå från ca 50 cm till ca 30 cm vid slutet av seklet för RCP8.5. I Lycksele väntas även det maximala snödjupet vid slutet av seklet i medeltal inträffa 1,5 månader tidigare än under referensperioden.

För Umeå väntas minskningen av medelsnödjupet bli ännu kraftigare. Det största medelsnödjupet för en specifik dag väntas minska från 45 cm ner till strax över 10 cm vid slutet av seklet för RCP8.5. Från mitten av april kommer det vara snöfritt.

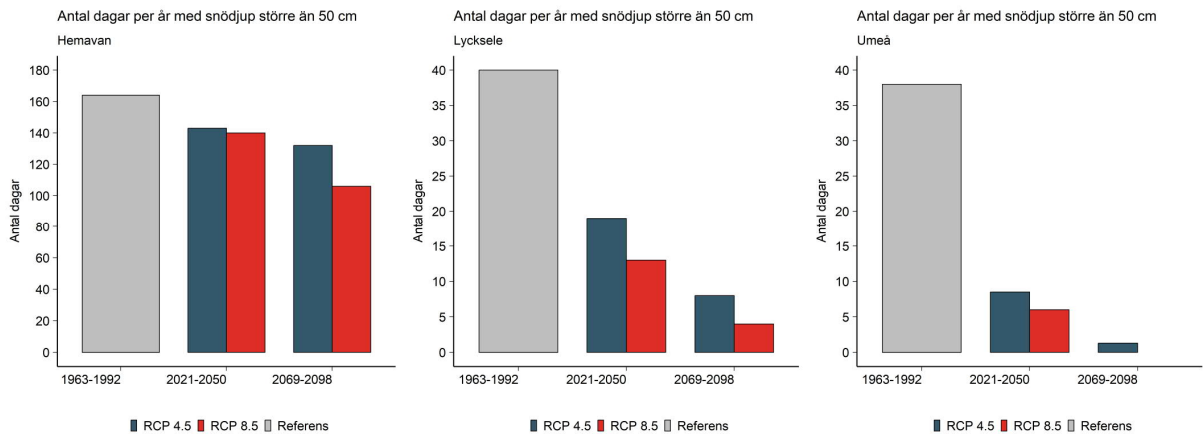


Figur 14 Snödjup under ett medelår (månader på x-axeln) i Hemavan, Lycksele och Umeå. Medelvärden har beräknats för varje enskild dag på året under referens-perioden (1963–1992) samt för RCP4.5 och RCP8.5 vid slutet av seklet (2069–2098). Källa: SMHI, 2020.

### Antal dagar med snödjup större än 50 cm

Antal dagar med snödjup över 50 cm visas i Figur 15 för Hemavan, Lycksele och Umeå vid mitten och slutet av seklet samt i relation till referensperioden. Under referensperioden är det i Hemavan drygt 170 dagar per år med snödjup över 50 cm. Antalet dagar med snödjup större än 50 cm sjunker kraftigt enligt både RCP4.5 och RCP8.5. Vid slutet av seklet kommer knappt 110 dagar ha ett snödjup större än 50 cm enligt RCP8.5.

Lycksele har 40 dagar per år med ett snödjup större än 50 cm under referensperioden och enligt RCP8.5 kommer det vara mindre än 5 dagar per år vid slutet av seklet. För Umeå väntas en ännu kraftigare minskning, från 38 dagar per år under referensperioden, till mindre än 10 dagar vid mitten av seklet och inga dagar alls med ett snödjup större än 50 cm vid slutet av seklet.



Figur 15 Medelvärde för antal dagar per år med snödjup över 50 cm för referensperioden (1963–1992), mitten av seklet (2021–2050) samt för slutet av seklet (2069–2098) i Hemavan, Lycksele och Umeå. Notera olika skalor för Hemavan (0–180 dagar) jämfört med Umeå och Lycksele (0–40 dagar).

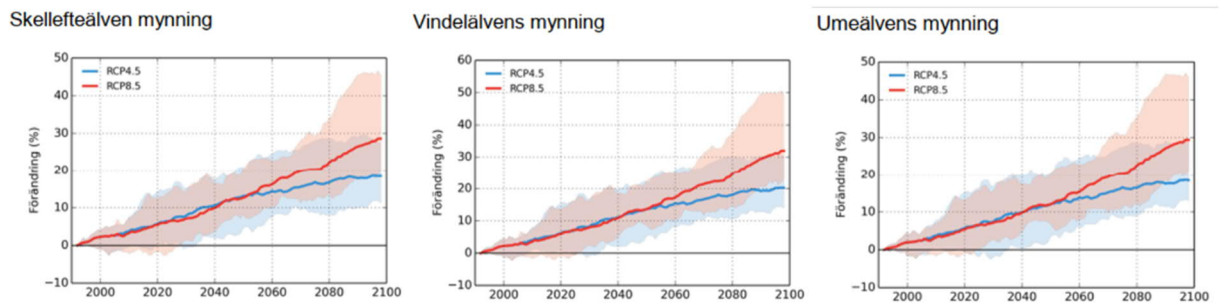
Jämfört med antal dagar med snödjup större än 100 cm var det i Hemavan under referensperioden knappt 75 dagar per år. Antalet dagar sjunker kraftigt i båda framtidsscenarierna, och är lägst för RCP8.5 vid slutet på seklet där det knappt kommer vara 20 dagar per år med ett snödjup större än 100 cm.

### 3.5 Tillrinning

Den totala årstillrinningen, det vill säga det ackumulerade flödesbidraget från alla avrinningsområden som ligger uppströms – även utanför länsgränsen, beräknas öka med 10 % till mitten av seklet (SMHI, 2015). Ökningen i årstillrinningen är ungefär densamma för RCP4.5 och RCP8.5 fram till mitten av seklet varefter skillnaden mellan RCP-scenarierna succesivt ökar. Ökningen är störst för RCP8.5 och vid slutet av seklet ligger årsmedelökningen på omkring 30 % för RCP8.5 och 20 % för RCP4.5 men variationerna är stora.

Den största förändringen av totala tillrinningen sker för vinterperioden. För samtliga vattendrag ses en ökning (SMHI, 2015). Ökningen för RCP8.5 ligger vid slutet av seklet på upp över 100% för flera av länets älvar.

I Figur 16 visas förändringen i årsmedeltillrinning för Nedre Skellefteälven, Nedre Vindelälven och Nedre Umeälven (jämför med vattenföring avsnitt 3.6 nedan). För övriga vattendrag hänvisas till SMHI:s klimatanalys för Västerbottens län (SMHI, 2015).



Figur 16 Förändrad total årsmedeltillrinning vid utloppen (mynningarna) av Skellefteälven, Vindelälven och Umeälven. Källa: SMHI, 2015.

### 3.6 Vattenföring

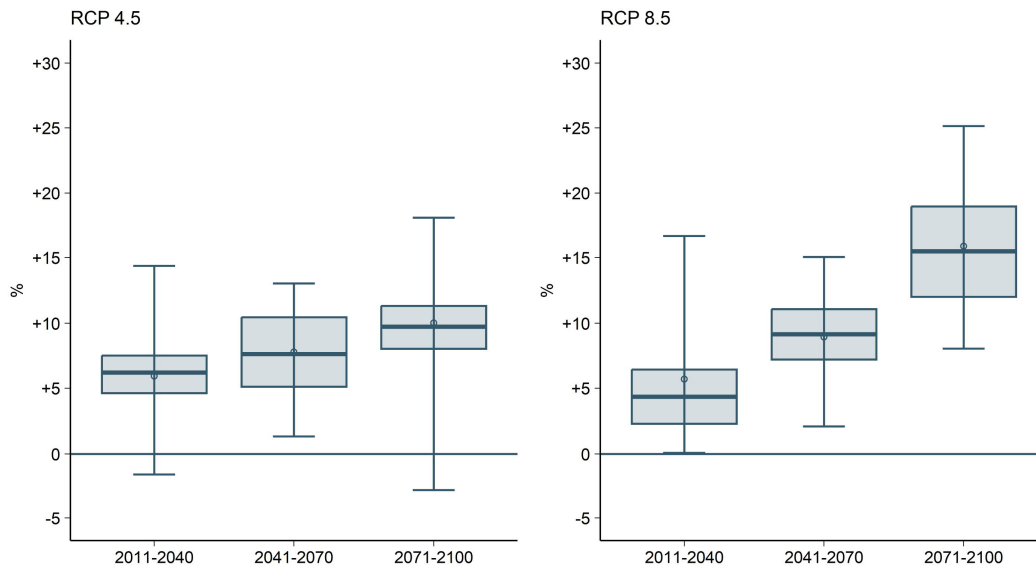
Vattenföring beskriver hur mycket vatten som per tidsenhet passerar genom ett vattendrag och inkluderar därmed alla uppströms vattenkällor.

Den hydrologiska responsen på klimatförändringar är en direkt följd av förändrad avdunstning och medelnederbörd, som kan förstärka eller motverka varandra. Nettoeffekten påverkas av avrinningsområdets storlek, geografiska läge och andra egenskaper som till exempel markanvändning. Medelvattenföringens förändring varierar inom uppströmsområdet. Förändringen i områdets utloppspunkt visar därför den förväntade samlade effekten.

Här beskrivs medelvattenföringen i de nedre delarna av Skellefteälven, Umeälven och Vindelälven som exempel på hur klimatförändringar kommer att påverka vattenföringen. Fler hydrologiska klimatindikatorer, och även för fler av länets vattendrag, finns redovisade i SMHI:s fördjupade klimatscenariotjänst.

#### Klimatscenario för Nedre Skellefteälven

Under referensperioden 1971–2000 var den modellerade medelvattenföringen för hela året i utloppet för Nedre Skellefteälven 170,4 m<sup>3</sup>/s. Medelvattenföringen beräknas enligt scenario RCP4.5 öka med 10 % och enligt scenario RCP8.5 öka med 15,9 % fram till perioden 2071–2100 (Figur 17).



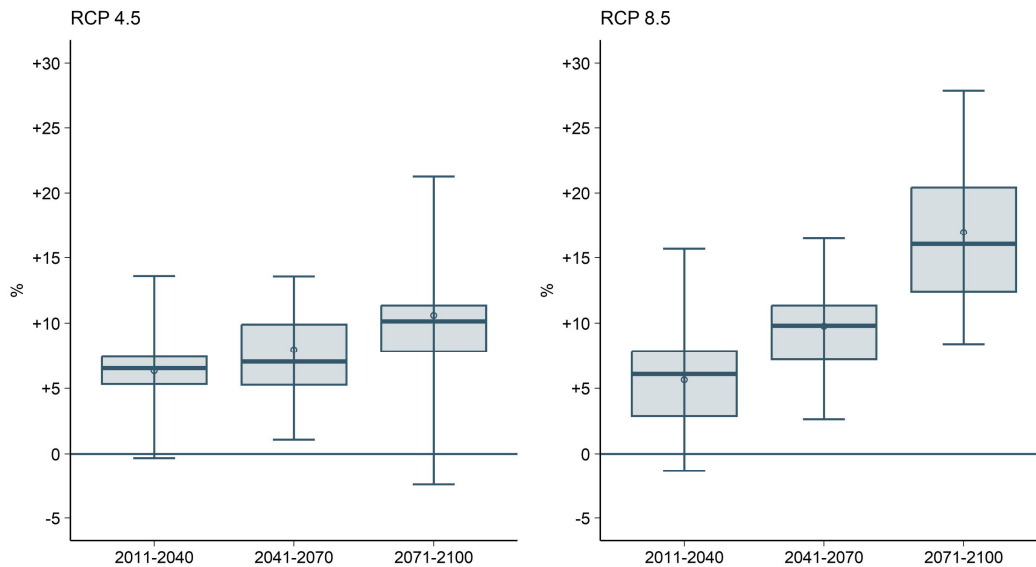
Figur 17 Beräknad förändring av vattenföring (medel) % i Nedre Skellefteälven för tre framtida perioder enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) som förändring jämfört med referensperioden 1971–2000. Resultaten visas i form av en box-plot, där spridningen för de olika klimatmodellerna anges som maximum och minimum (linjer), 25:e och 75:e percentilerna (fyrkanten) och medianvärdet (horisontell linje i fyrkanten).

Vattenföring med 50-års återkomsttid (ÅT) anger hur hög **maximal vattenföring** som kan förväntas under en period på 50 år. Under referensperioden 1971–2000 var den modellerade 50-års återkomstnivån av vattenföring för hela året i utloppet för Nedre Skellefteälven 563,4 m<sup>3</sup>/s. Den maximala vattenföringen beräknas enligt scenario RCP4.5 öka med 6,8 % fram till perioden 2071–2100. För scenario RCP8.5 blir ökningen 4,8 % fram till perioden 2071–2100.

Samtidigt kan även antalet dagar med **lågflöde** för hela året i utloppet för Nedre Skellefteälven komma att öka med 6,4 % enligt scenario RCP8.5 fram till perioden 2071–2100. Enligt scenario RCP4.5 ökar antalet dagar med lågflöde med 38,8 % fram till perioden 2071–2100. Under referensperioden 1971–2000 var det modellerade antalet dagar med lågflöde för hela året i utloppet för Nedre Skellefteälven 18,3 dagar per år.

### Nedre Vindelälven

Under referensperioden 1971–2000 var den modellerade medelvattenföringen för hela året i utloppet för Nedre Vindelälven 194,7 m<sup>3</sup>/s. Medelvattenföringen beräknas enligt scenario RCP4.5 öka med 10,6 % och enligt scenario RCP8.5 öka med 17 % fram till perioden 2071–2100 (Figur 18).



Figur 18 Beräknad förändring av vattenföring (medel) % i Nedre Vindelälven för tre framtida perioder enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) som förändring jämfört med referensperioden 1971–2000. Resultaten visas i form av en box-plot, där spridningen för de olika klimatmodellerna anges som maximum och minimum (linjer), 25:e och 75:e percentilerna (fyrkanten) och medianvärdet (horisontell linje i fyrkanten).

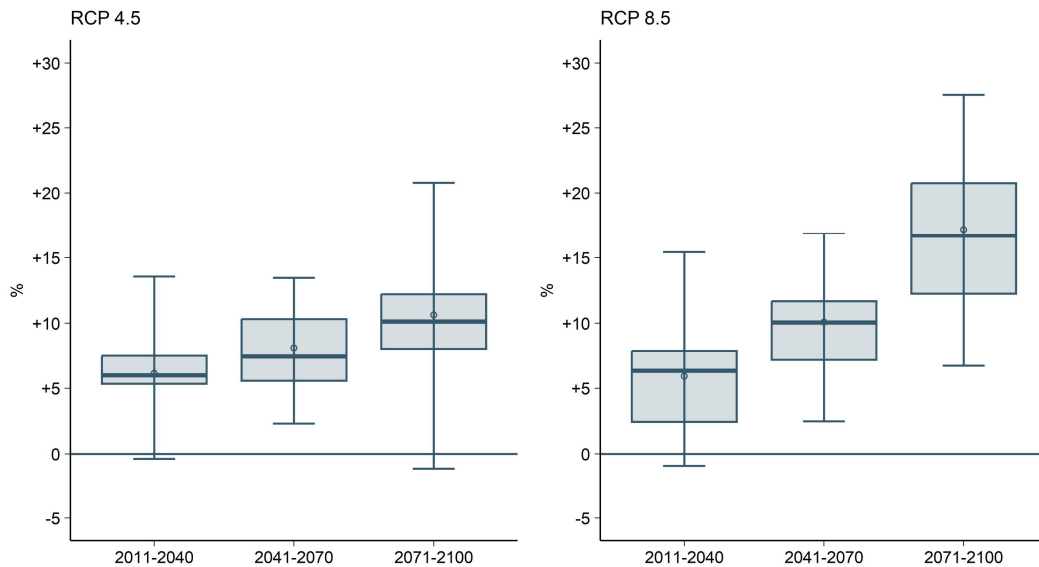
Vattenföring med 50-års återkomsttid (ÅT) anger hur hög **maximal vattenföring** som kan förväntas under en period på 50 år. Under referensperioden 1971–2000 var den modellerade 50-års återkomstnivån av vattenföring för hela året i utloppet för Nedre Vindelälven 1185,7 m<sup>3</sup>/s. Den maximala vattenföringen beräknas enligt scenario RCP4.5 minska med 5,3 % fram till perioden 2071–2100. För scenario RCP8.5 blir minskningen 11,2 % fram till perioden 2071–2100.

Samtidigt kan även antalet dagar med **lågflöde** för hela året i utloppet för Nedre Vindelälven komma att minska med 98 % enligt scenario RCP8.5 fram till perioden 2071–2100. Enligt scenario RCP4.5 minskar antalet dagar med lågflöde med 94 % fram till perioden 2071–2100. Under referensperioden 1971–2000 var det modellerade antalet dagar med lågflöde för hela året i utloppet för Nedre Vindelälven 22,1 dagar per år. Lågflöde innebär antal dagar med vattenföring under medelvärdet av varje års lägsta dygnsvattenföring i referensperioden 1971–2000.

### Nedre Umeälven

Under referensperioden 1971–2000 var den modellerade medelvattenföringen för hela året i utloppet för Nedre Umeälven 443,3 m<sup>3</sup>/s. Medelvattenföringen beräknas enligt scenario RCP4.5 öka med 10,6 % och enligt scenario RCP8.5 öka med 17,2 % fram till perioden 2071–2100 (Figur 19).





Figur 19 Beräknad förändring av vattenföring (medel) % i Nedre Umeälven för tre framtida perioder enligt RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger) som förändring jämfört med referensperioden 1971–2000. Resultaten visas i form av en box-plot, där spridningen för de olika klimatmodellerna anges som maximum och minimum (linjer), 25:e och 75:e percentilerna (fyrkanten) och medianvärdet (horisontell linje i fyrkanten).

Vattenföring med 50-års återkomsttid (ÅT) anger hur hög **maximal vattenföring** som kan förväntas under en period på 50 år. Under referensperioden 1971–2000 var den modellerade 50-års återkomstnivån av vattenföring för hela året i utloppet för Nedre Umeälven 1 638,3 m<sup>3</sup>/s. Den maximala vattenföringen beräknas enligt scenario RCP4.5 öka med 7,4 % fram till perioden 2071–2100. För scenario RCP8.5 blir ökningen 4,9 % fram till perioden 2071–2100.

Samtidigt kan även antalet dagar med **lågflöde** för hela året i utloppet för Nedre Umeälven komma att öka med 57,3 % enligt scenario RCP8.5 fram till perioden 2071–2100. Enligt scenario RCP4.5 ökar antalet dagar med lågflöde med 34,9 % fram till perioden 2071–2100. Under referensperioden 1971–2000 var det modellerade antalet dagar med lågflöde för hela året i utloppet för Nedre Umeälven 12,1 dagar per år. Lågflöde innebär antal dagar med vattenföring under medelvärdet av varje års lägsta dygnsvattenföring i referensperioden 1971–2000.

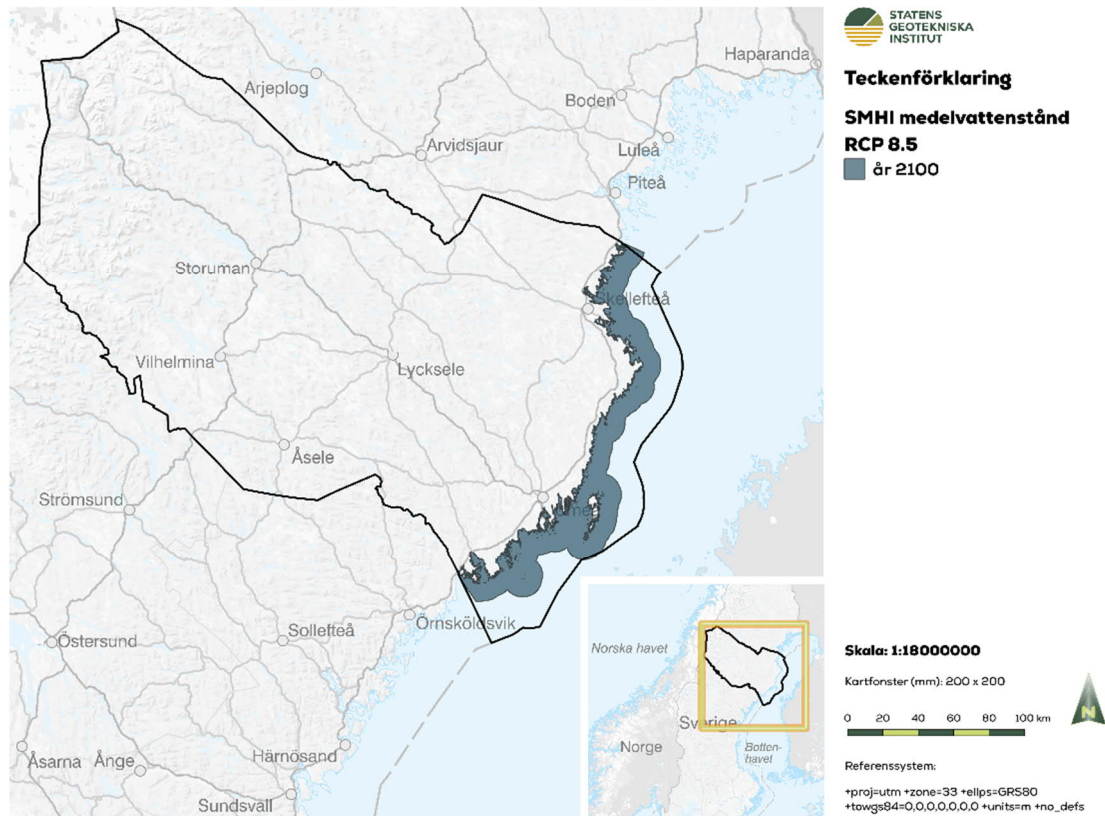
#### Jämförelse mindre vattendrag

För de något mindre vattendragen, som till exempel Tavelån och Sävarån, var den modellerade medelvattenföringen under referensperioden 1971–2000 för hela året i utloppet för Tavelån 4,5 m<sup>3</sup>/s och för Sävarån 13 m<sup>3</sup>/s. Medelvattenföringen beräknas enligt scenario RCP8.5 öka med 7,4 % i Tavelån och öka med 11,6 % i Sävarån fram till perioden 2071–2100.

### 3.7 Havsnivå

Den stigande havsnivån kommer att motverkas av landhöjningen i Västerbottens län. Landhöjningen är som högst längs Bottniska vikens kust, med ett maxvärde på ca 10 mm/år (avvägd landhöjning) i Norra Kvarkenområdet (SMHI, 2020).

Medelvattenståndet för år 2100 har beräknats av SMHI (Figur 20). Beräkningar har även gjorts för år 2050 och enligt olika scenarier men skillnaden för strandlinjens nivå är små med anledning av den pågående landhöjningen.



Figur 20 Beräknat framtida medelvattenstånd vid århundradets slut (2100) enligt scenario RCP8.5. Källa: SMHI.

Det möjliga framtida medelvattenståndet vid århundradets slut är baserat på information om medelvattenståndet under referensperioden, havsnivåhöjning inklusive regionala variationer samt lokal landhöjning. I planerings-sammanhang bör hänsyn även tas till bland annat högvattenhändelser som exempelvis kan inträffa vid storm. Högvattenhändelser ingår inte i SMHI:s visualisering i Figur 20.

### 3.8 Vind

Klimatscenarier ger inga tydliga svar på hur vinden kan komma att förändras i ett framtida klimat (SMHI, n.d.-b). Kunskap om förändrade vindförhållanden är viktig vid dimensionering inför uppförande av byggnadskonstruktioner av olika slag. Vinden har också en stor inverkan på hur högt havsvattenståndet är utmed kusten.

SMHI har analyserat hur vindklimatet över Sverige varierat historiskt. Huvudslutsatsen utifrån analysen var att man inte kunde se någon statistiskt signifikant trend på vindens egenskaper i landet som helhet. Det är många komplexa förhållanden och samband som styr stormarnas banor, styrka och frekvens.

## 4 Geologiska förutsättningar för ras, skred och erosion

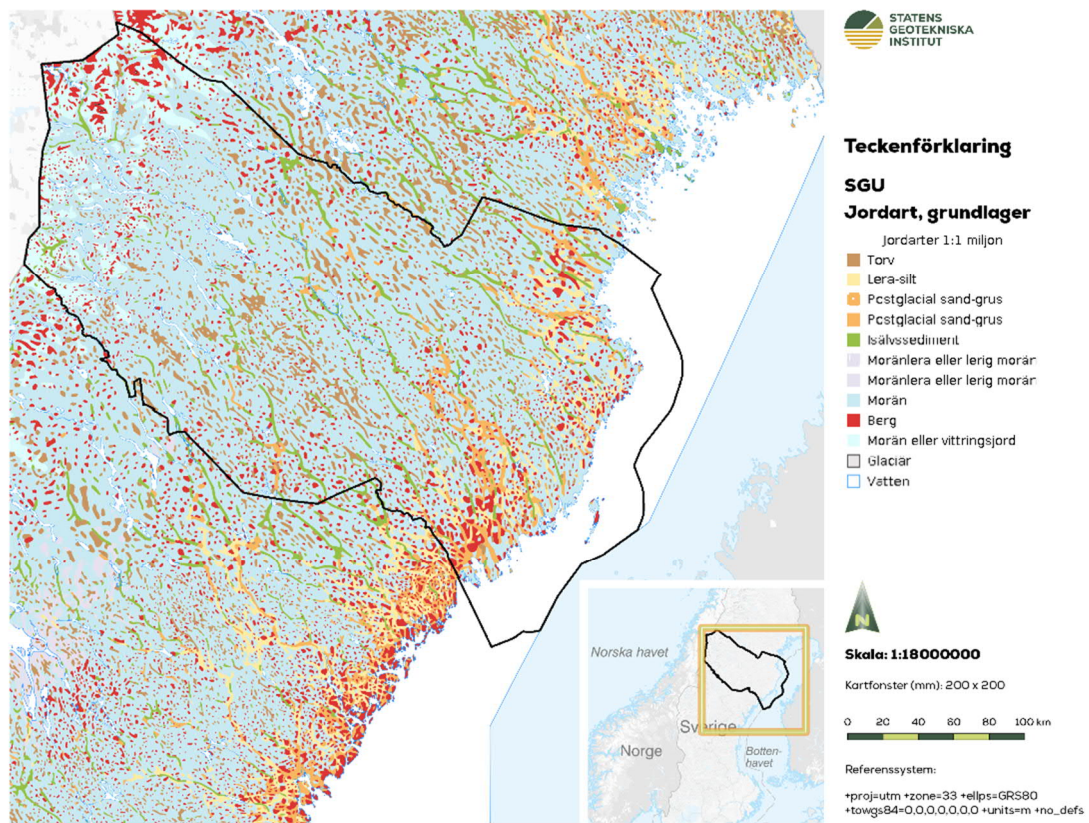
Naturolyckor som ras, skred och översvämningar blir vanligare och mer omfattande till följd av klimatförändringar. Varje år inträffar många ras, skred och andra markrörelser - de flesta i obebyggda områden men också bebyggd mark drabbas. Ras, skred och slamströmmar är snabba massrörelser i jordtäcknet eller i berggrunden. Det är jordarternas egenskaper och sammansättning, grundvattenförhållanden samt de topografiska förhållandena (höjdskillnaderna) som kan ge förutsättningar för att snabba markrörelser utlöses.

I det här kapitlet beskrivs översiktligt de geologiska och geotekniska förutsättningarna för markrelaterade naturolyckor som ras, skred och slamströmmar i Västerbottens län. Även förutsättningarna för stranderosion längs vattendrag och kust beskrivs översiktligt.

### 4.1 Jord- och bergförhållanden

En stor del av Västerbottens län karakteriseras av ett storkuperat landskap. Med hänsyn till den geologiska utvecklingen under landisens avsmältning och efter istiden tillsammans med karaktären på underliggande berggrund samt terrängformerna kan länet delas in i tre zoner – kustlandet, inlandet och fjällen.

Jordförhållandena i länet är huvudsakligen präglade av den senaste istiden samt av den efterföljande landhöjningen. Under istiden som upphörde för omkring 10 000 år sedan var området täckt av ett ca tre kilometer tjockt istäcke. Högsta kustlinjen (HK) ligger i området ca 250 m över nuvarande havsnivå. Det innebär att de jordlager som avsatts har lyfts upp ur havet och successivt eroderats och omlagrats genom påverkan av vattendrag och kustprocesser. Inom större delen av länet utgörs det översta jordtäcknet av morän (Figur 21) som har bildats genom direkt materialavlagring från inlandsisen. Ofta underlagras moränen också andra jordar där de finns. På höjder och sluttningar belägna under högsta kustlinjen (HK) har moränen ofta omlagrats av vågor till svallgrus och svallsand, som kan ha betydande mäktigheter (mer än 10 m).



Figur 21 Jordartskarta i skala 1:1 miljon över Västerbottens län. Källa: SGU:s kartvisningstjänst.

Närmast kusten, exempelvis vid Umeå och Skellefteå, består de lösa jordlagren huvudsakligen av havs- och fjärdsediment av lera och silt samt ställvis av sulfidjord. Längre in från kusten, exempelvis vid Vännäs, Vindeln, Lycksele och Åsele, utgörs de lösa jordlagren utmed vattendragen av deltsediment bestående av sand och silt. Deltasedimenten kan på flera ställen vara underlagrade av äldre havs- och fjärdsediment bestående av lera och siltig lera samt även sulfidjord.

Bergshöjderna i länet har vanligen mjukt rundade former. Kalt berg har störst utbredning i fjällkedjan i norra delen av Sorsele och Storums kommuner samt i kustlandskapet, framför allt mellan Nordmaling, Umeå och Vännäs samt mellan Robertsfors, Skellefteå och Byske. I de områdena är jordtäcket oftast obefintligt på höjderna, medan bergssidor och dalbottnar kan vara täckta av mäktiga jordlager.

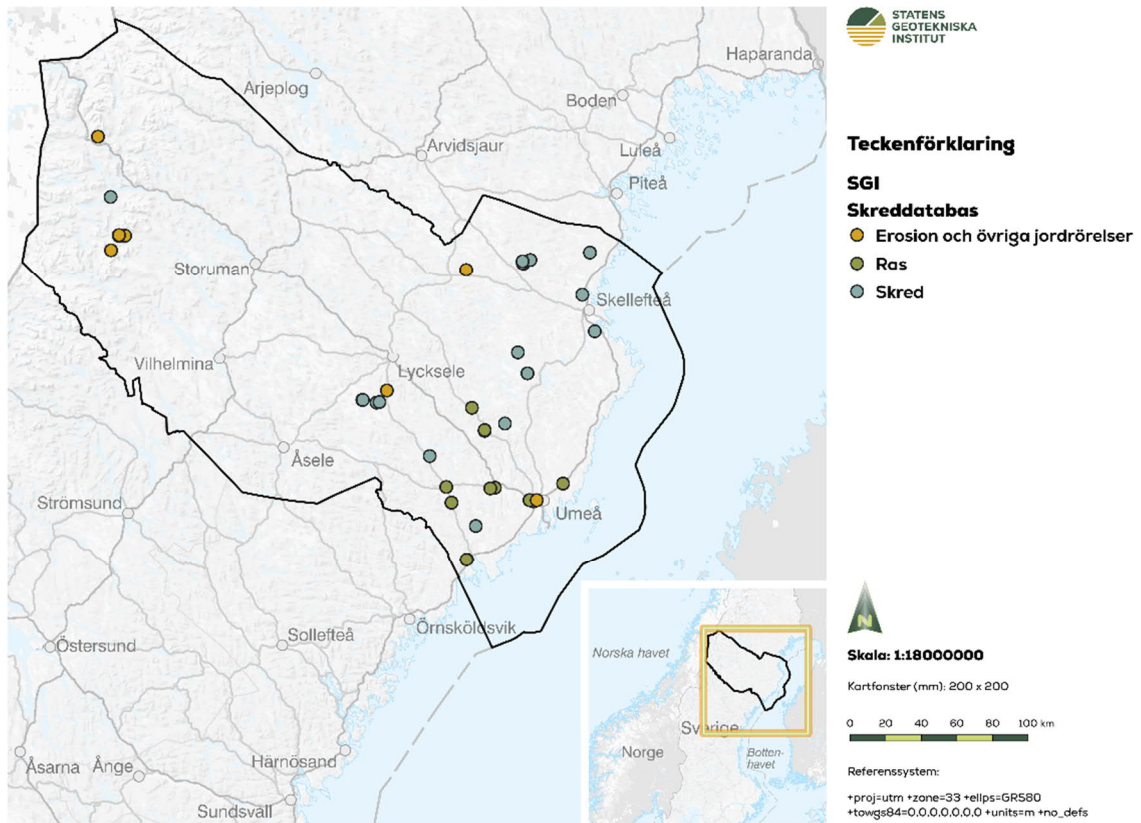
#### 4.2 Inträffade ras, skred och andra markrörelser

I SGI:s skreddatabas finns drygt 30 registrerade händelser i form av ras, skred eller andra större markrörelser som inträffat i Västerbottens län (Figur 22) (SGI, 2001). Flertalet markrörelser har inträffat i länets östliga delar, där jordarterna är mer benägna för ras, skred och erosion men flera händelser har också registrerats i länets fjällområden.

Under åren 2005–2019 har Räddningstjänsten rapporterat om insatser relaterade till ras, skred eller slamströmmar vid enbart tre tillfällen i länet (MSB, n.d.-b). Det kan jämföras med 47 gånger som insatser gjorts relaterade till översvämning. Det är endast tre län som



har färre insatser rapporterade av Räddningstjänsten. Det är Norrbottens, Västmanlands och Gotlands län. Notera att antalet händelser räddningstjänsten larmats ut till enbart ger en indikation på hur många händelser som inträffar i länet. Det sker flera händelser där räddningstjänsten inte är inblandad.



Figur 22 Inträffade ras, skred och andra markrörelser i Västerbottens län som är registrerade i SGI:s skreddatabas (2021).

### 4.3 Varför inträffar ras, skred, erosion och andra markrörelser

Landskapet förändras ständigt. Jordarternas egenskaper i kombination med terrängens lutning, landhöjningen, klimatförändringar och mänsklig aktivitet påverkar förutsättningarna för ras, skred, erosion och andra markrörelser. Jordarternas förmåga att släppa igenom, suga upp eller hålla kvar vatten beror i första hand på kornens storlek och hur hårt de är packade. Den naturliga erosionsprocessen anpassar branter och slänter till ett jämviktsläge. Små förändringar av den jämvikten kan utlösa skred, ras eller andra markrörelser. Under årens lopp kan därför en stabil och säker mark bli mindre stabil och osäker.

#### Erosion

Erosion av rinnande vatten i vattendrag är en av de ständigt pågående processerna som påverkar jordlagren. Vågor och strömmar utmed sjö- och havskuster förändrar stränderna. Olika jordarter är olika känsliga för erosion. Jordarter som byggs upp av stora partiklar, till exempel grus och sten, är svåreroderade medan finkornigare jordarter som sand och silt är relativt lätteroderade. De allra finkornigaste jordarterna, lerorna, är dock

oftast ganska svåreroderade eftersom de små lerpartiklarna hålls ihop av så kallade kohesionskrafter.

### **Skred och ras**

Skred är en sammanhängande jordmassa, eller en del av en bergslänt, som kommer i rörelse och som åtminstone inledningsvis är sammanhängande. Skred förekommer framför allt i silt- och lerjordar. Skred kan även inträffa i siltiga eller leriga moräner om moränen är vattenmättad. Vid ett ras rör sig block, stenar, grus- och sandpartiklar fritt i förhållande till varandra. Ras sker i bergväggar, grus- och sandbranter. Både skred och ras kan inträffa utan förvarning.

### **Raviner**

Ravinbildning är vanligast i områden med siltjord men förekommer även i områden med sand- eller lerjord. Raviner kan utvecklas snabbt genom ytvattenerosion och/eller 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 bakåt från sin mynning. Vid intensiv nederbörd kan den eroderade jorden transporteras vidare i slamströmmar, vilka också kan påverka områden nedanför ravinen. En ravin kan bli tio till tjugo meter djup, är V-formad och har branta sidor. Ravinerna grenar vanligen ut sig och har skarpa knyckar.

### **Slamströmmar**

En slamström är en flytande massa av vatten och jord som rör sig nedför en bäckravin eller en brant sluttning. Sannolikheten för att slamströmmar inträffar är störst i kraftigt lutande områden med lösa jordlager som sandig morän och där vegetationen är sparsam. De uppstår i samband med intensiva nederbördstillfällen eller i samband med snösmältning och är vanligast i fjällområdet, men kan även förekomma i andra branta områden. Där en slänt är lång och brant kan vattenmättade jordmassor från ett högt beläget moränskred strömma nedför slänten som en slamström. Så länge slänten är tillräckligt brant fortsätter slamströmmen sin rörelse nedåt och längs sin väg påverkas marken och omgivningen av mycket kraftig erosion.

### **Landhöjning**

Ler- och siltområden som ligger högt i terrängen eller strandnära är vanligtvis mer utsatta för ras och skred än områden som ligger lågt. Branta ras- och skredkänsliga slänter kan uppstå efterhand som landhöjningen fortskrider och då vattendragen eroderar ned i jordlagren.

### **Klimatets påverkan**

Det är vanligt med ras och skred i samband med snösmältning och tjällossning samt under perioder då det regnat mycket. Förutom vid kraftig nederbörd och skyfall, dunstar inte vattnet bort lika lätt under våren och hösten som det gör under varma sommark dagar, då en stor del av det regn som faller stannar kvar i jorden. När vattentrycket blir högt i marken kan ett ras eller ett skred inträffa.

### **Mänskliga aktiviteter**

Ras och skred är i första hand en följd av naturliga erosionsprocesser. Utvecklingen kan påskyndas eller motverkas av människans ingrepp genom att det till exempel byggs

bostads- och industriområden, vägar, järnvägar, hamnar, dammar med mera. Även skogsbruket påverkar förutsättningarna för ras, skred, erosion och slamströmmar, särskilt stora kalhyggen kan ha en negativ påverkan. Den naturliga jämvikten i marken störs och stabiliteten i slänter påverkas.

#### **4.4 Förutsättningar för ras, skred och erosion idag**

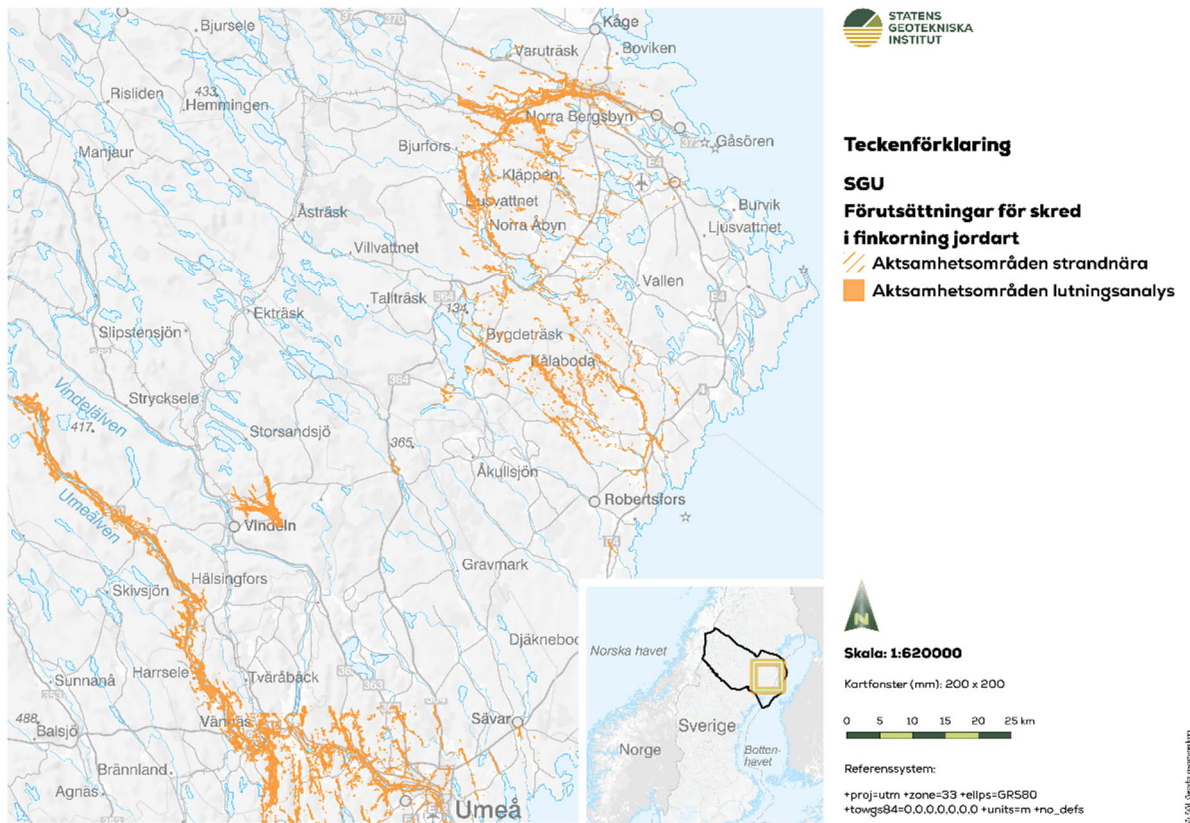
Sannolikheten för ras, skred eller erosion påverkas av områdets platsspecifika förutsättningar. Exempelvis, som beskrivet i avsnitt 4.3, påverkas förutsättningarna av om det finns låglänt mark i närheten av vatten, eller om marken består av en jordart som är skredbenägen eller erosionskänslig. Sannolikheten påverkas också av klimatrelaterade förhållanden som tillfällena med hög nederbörd, högt flöde i vattendrag eller högvattenstånd i sjöar och hav.

Stora delar av Västerbottens älvdalar, länets inland och kustnära områden har en påtaglig benägenhet för erosion, skred och/eller ras i dag eftersom det här finns finkornigare jordarter som sand och silt, vilka är relativt lättroderade.

##### **Ras och skred i finkorniga jordarter**

MSB (dåvarande Räddningsverket) utförde översiktliga stabilitetskarteringar i finjord (MSB, n.d.-a) i 12 av länets 15 kommuner (1998) och karteringarna har omfattat 58 utvalda bebyggda områden. Stabilitetskarteringen har till syfte att översiktligt kartlägga stabilitetsförhållanden för mark som är bebyggd. Karteringarna ska utgöra ett stöd i kommunens riskinventering och riskhantering. De kommuner som har översiktliga stabilitetskarteringar från 1998 är Bjurholm, Lycksele, Nordmaling, Norsjö, Robertsfors, Skellefteå, Sorsele, Storuman, Umeå, Vilhelmina, Vindelns, och Vännäs. De kommuner som inte är översiktligt karterade är därmed Dorotea, Malå och Åsele. Resultat från genomförda förstudier visade att stabilitetskarteringar inte var nödvändigt i de här tre kommunerna.

SGU har tagit fram kartunderlag som visar områden med förutsättningar för skred i finkorniga jordarter för Västerbottens län (se beskrivning av underlaget i kapitel 2.1 Kartunderlag), i Figur 23 visas dessa områden. I Figur 24 a-e visas i större skala fem områden där underlaget finns framtaget.



Figur 23 Förutsättningar för skred i finkornig jordart baserad på jordartstyp, terrängmodell och kritisk lutning. Huvudsaklig utbredning av kartunderlaget i Västerbottens län. Källa: SGU.





a

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Förutsättningar för skred i finkornig jordart**

- Aktsamhetsområden strandnära
- Aktsamhetsområden lutningsanalys



**Skala: 1:85000**

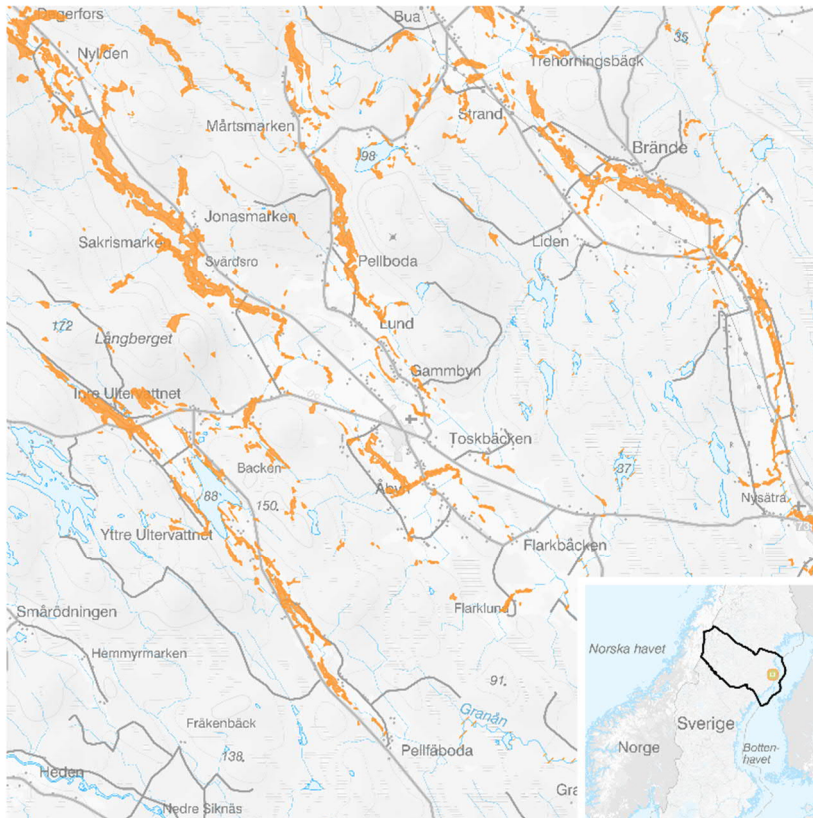
Kartfönster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

+proj=utm +zone=33 +ellps=GRS80  
+towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs

© 2018 Statens geotekniska institut



b

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Förutsättningar för skred i finkornig jordart**

- Aktsamhetsområden strandnära
- Aktsamhetsområden lutningsanalys



**Skala: 1:85000**

Kartfönster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

+proj=utm +zone=33 +ellps=GRS80  
+towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs

© 2018 Statens geotekniska institut



c

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Förutsättningar för skred i finkorning jordart**

- Aktsamhetsområden strandnära
- Aktsamhetsområden lutningsanalys



**Skala: 1:85000**

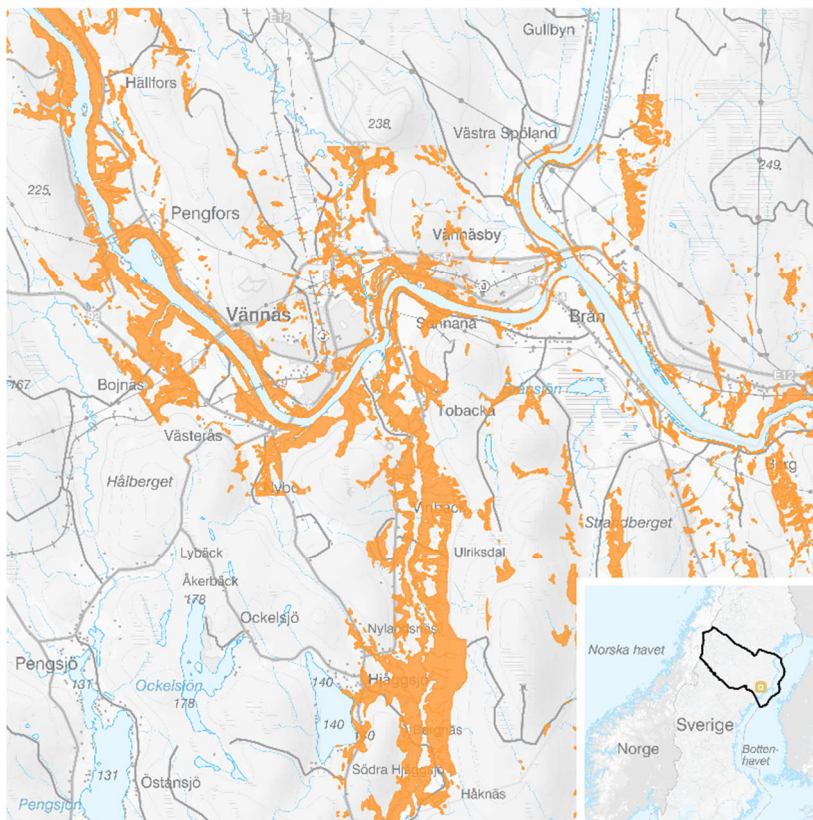
Kartfönster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

+proj=utm +zone=33 +ellips=GRS80  
+towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs

© 2018 Statens geotekniska institut



d

**Teckenförklaring**

**SGU**

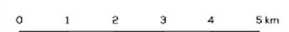
**Förutsättningar för skred i finkorning jordart**

- Aktsamhetsområden strandnära
- Aktsamhetsområden lutningsanalys



**Skala: 1:85000**

Kartfönster (mm): 200 x 200

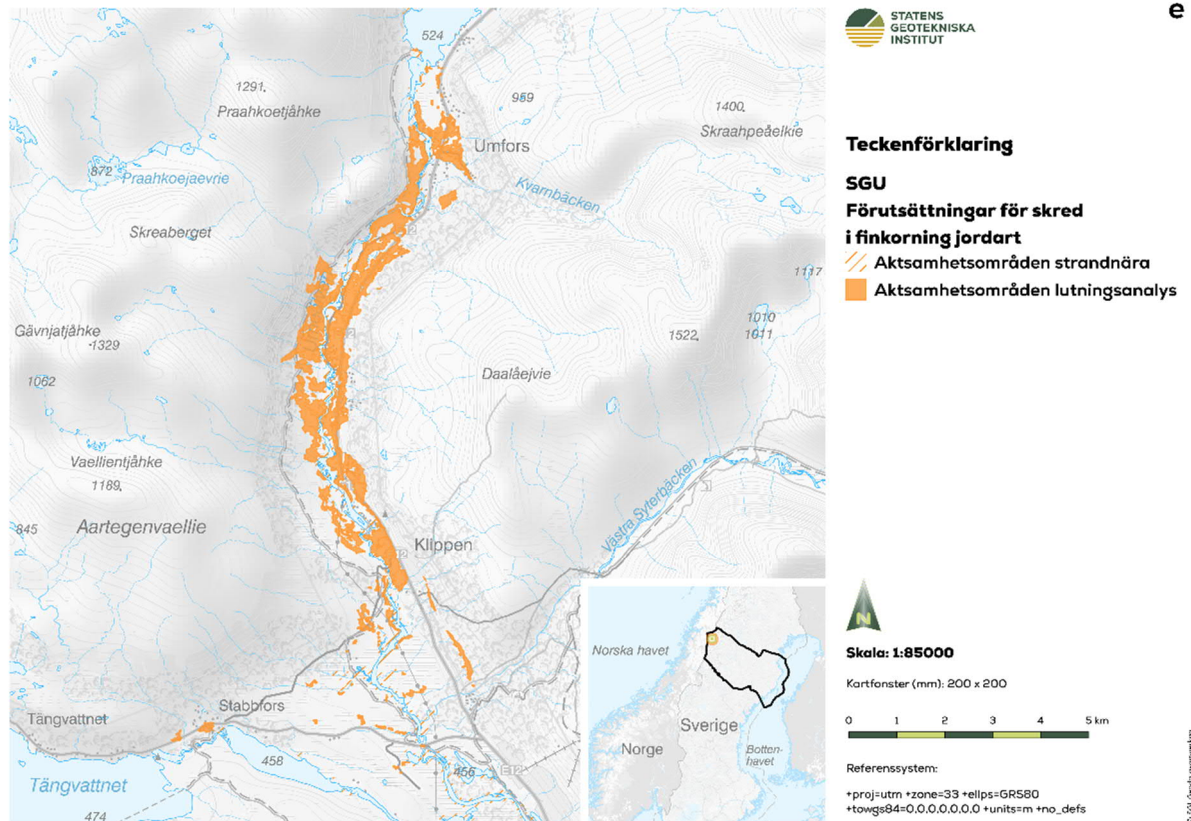


Referenssystem:

+proj=utm +zone=33 +ellips=GRS80  
+towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs

© 2018 Statens geotekniska institut





Figur 24 a-e. Förutsättningar för skred i finkornig jordart i större skala i fem områden där kartunderlaget finns framtaget. Källa: SGU.

Förutsättningar för ras och skred, det vill säga områden med lera, silt och sand i kombination med en lutande markyta, återfinns i stort sett utmed samtliga älvar och vattendrag i länet under den tidigare högsta kustlinjen (HK). Längs vissa älvstränder finns höga, branta så kallade nipor d.v.s. ras/skredslänter som ofta är instabila. Dessa har uppstått efterhand som landhöjningen har fortskridit, när vattendragen eroderat sig ned i sedimenten. Instabila förhållanden råder ofta längs älvslänter där jordlagren närmast släntkrönet 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.

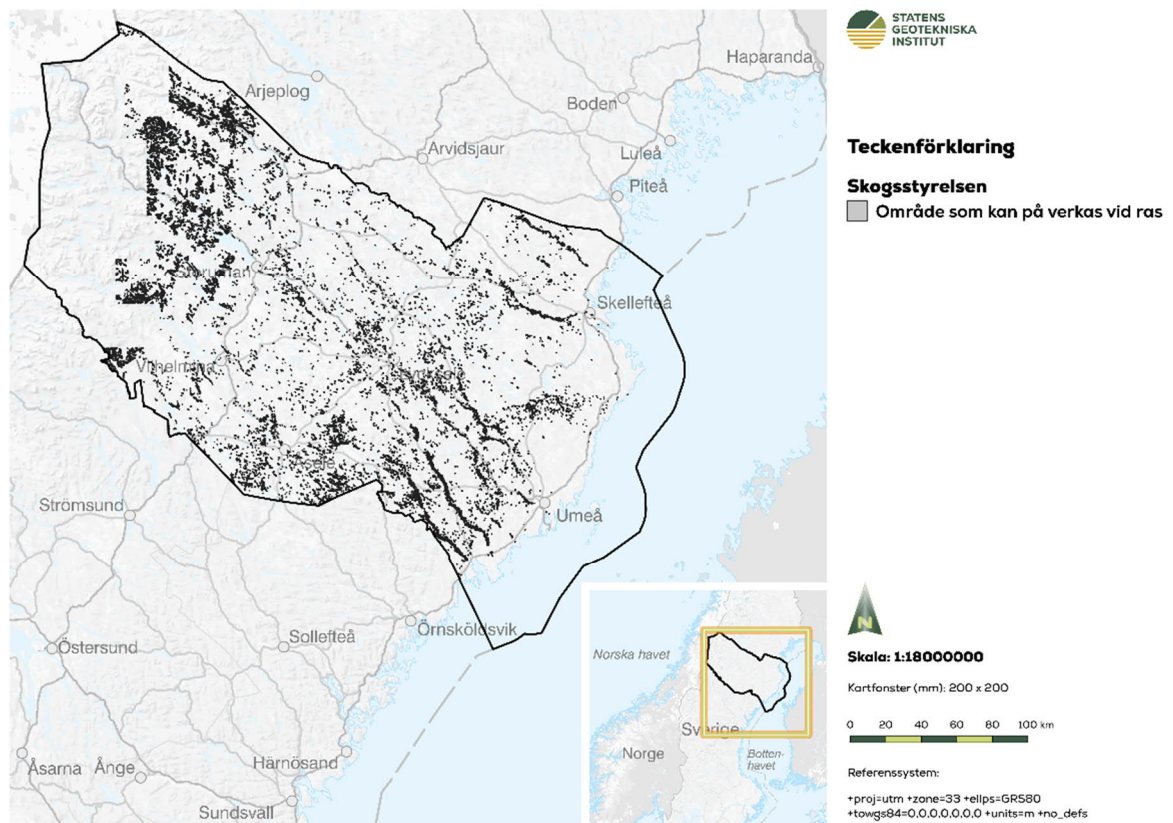
### Moränskred och slamströmmar

I Västerbottens län finns topografiska förutsättningar för att moränskred och slamströmmar ska uppstå främst i fjälltrakterna samt på vissa mera begränsade områden i inlandet. Där en slänt är lång och brant kan vattenmättade jordmassor från ett högt beläget moränskred strömma nedför slänten som en slamström. MSB låter utföra översiktliga stabilitetskarteringar i morän och grova jordar i tätbebyggda områden. SGI har fått i uppdrag att bedriva förstudier och översiktliga karteringar av stabilitetsförhållanden i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord i fyra kommuner av länets kommuner, Dorotea, Sorsele, Storuman och Vilhelmina. Karteringar pågår och resultaten förväntas vara tillgängliga under 2023. Preliminära resultat visar dock att det i flera områden kommer behövas fördjupade stabilitetsutredningar.

Tidigare har MSB inte låtit utföra karteringar i morän eller grova jordar i Västerbottens län. Anledningen är främst att tätbebyggda områden är få i länets mera kuperade delar där det finns förutsättningar för moränskred och slamströmmar. Det betyder att det i dagsläget fortfarande saknas ett översiktligt och tillgängligt kartunderlag som beskriver förutsättningarna för ras, slamströmmar och ravinbildning i morän och grova jordar i Västerbottens län.

Det har dock gjorts tidigare utredningar på beställning av till exempel Vilhelmina kommun med fokus på förutsättningar för ras och slamströmmar norr om skidorten Kittelfjäll (Fallsvik et al., 2008). Även andra kommuner gör löpande analyser av markens stabilitet i obebyggda men intressanta utvecklingsområden i samband med exploatering.

Figur 25 visar områden där skogsbruk och exploatering kan orsaka erosion, ras och slamströmmar. Kartunderlaget har tagits fram av Skogsstyrelsen. Skogsavverkning kan leda till förändrad stabilitet i marken eftersom vegetationen som suger upp mycket av markvattnet tas bort. Det kan leda till högre grundvattennivåer och ytvattenflöden. En högre grundvattennivå ökar portrycket i jordlagren, försämrar jordens hållfasthet och kan därmed ge upphov till försämrad stabilitet. Ökade ytvattenflöden kan också ge erosion i sluttningar och dalgångar med påföljande risk för ras och slamströmmar.

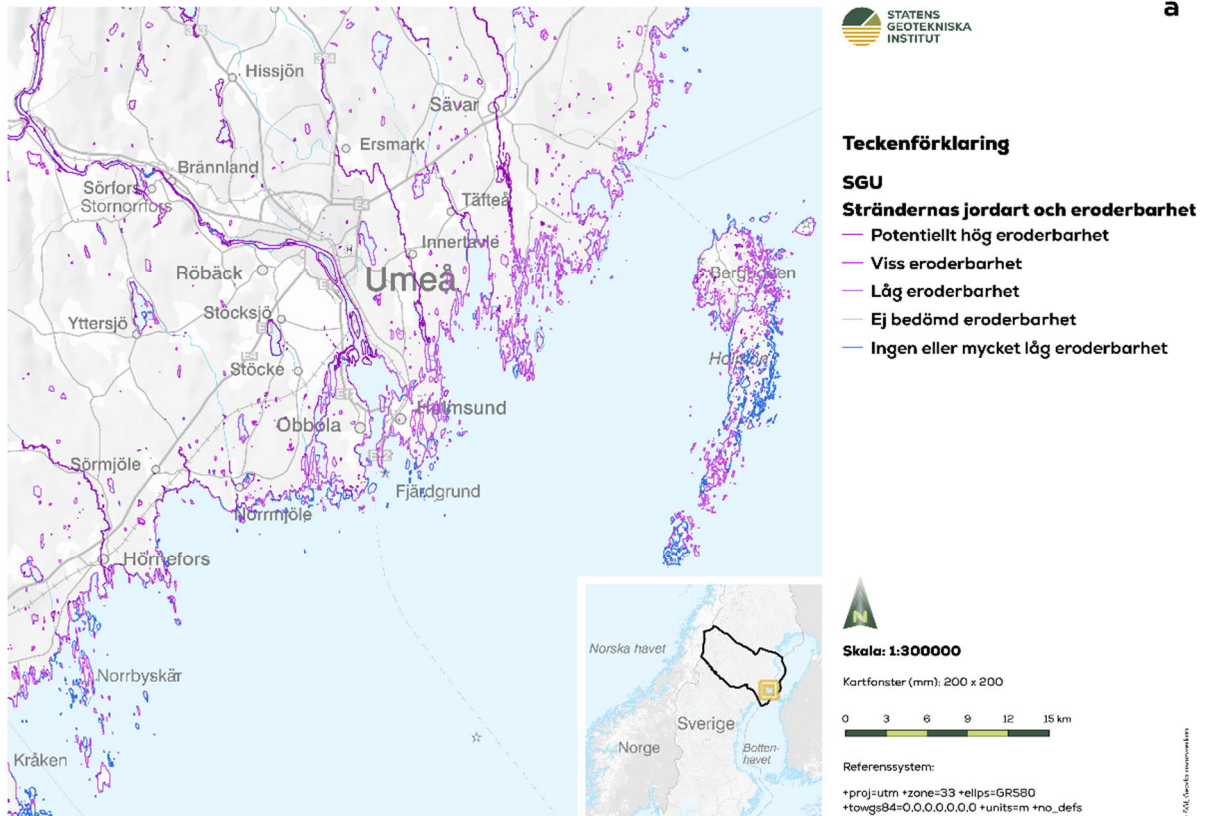


Figur 25 Områden där skogsbruk och exploatering kan orsaka erosion, ras och slamströmmar. Källa: Skogsstyrelsen.

### Erosion längs vattendrag

Som beskrivits ovan i samband med förutsättningarna för ras och skred, finns det

områden med lera, silt och sand i stort sett utmed samtliga älvar och vattendrag i länet under den tidigare högsta kustlinjen (HK). Det är jordarter som är relativt lätteroederade och i områden med silt har ofta branta raviner bildats i anslutning till vattendragen (se nedan). Strändernas eroderbarhet visas översiktligt i Figur 26. Strandlinjen utgörs av jordartskartans strandlinjer vilka kan avvika från till exempel Terrängkartans. Jordartskartans jordartsindelning har förenklats i den översiktliga kartan med eroderbarhet. Klassificeringen av eroderbarhet bygger endast på en omklassning av jordartsinformationen, där de olika jordartsklasserna tilldelats en eroderbarhetsklass.







b

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Strändernas jordart och eroderbarhet**

- Potentiellt hög eroderbarhet
- Viss eroderbarhet
- Låg eroderbarhet
- Ingen eller mycket låg eroderbarhet



Skala: 1:300000

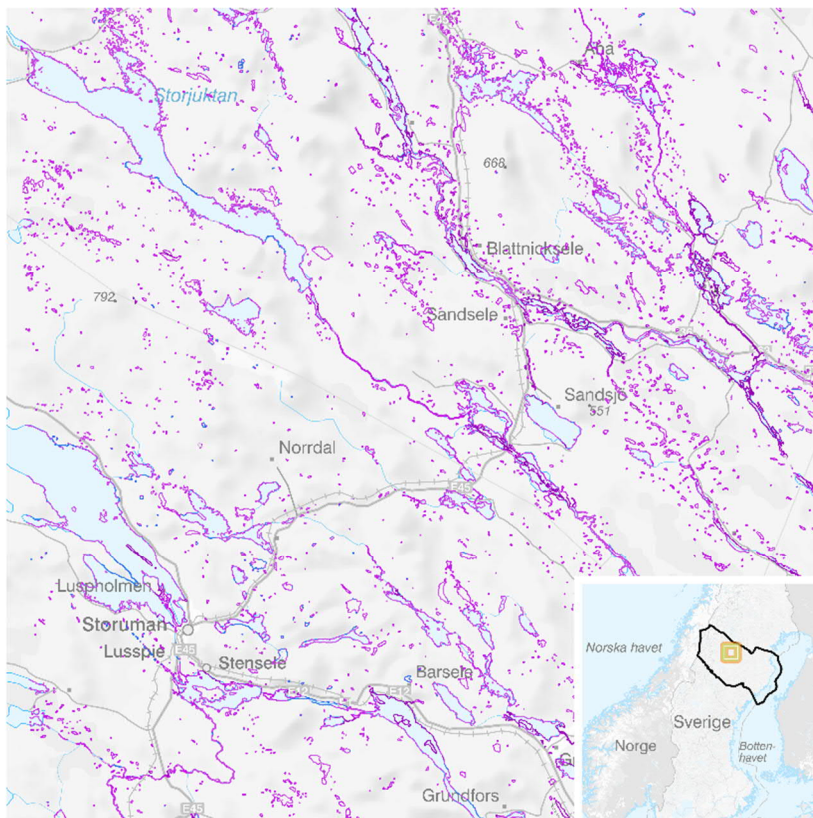
Kartfönster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

+proj=utm +zone=33 +ellps=GRS80  
+towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs

© 2008 Statens geotekniska institut



c

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Strändernas jordart och eroderbarhet**

- Potentiellt hög eroderbarhet
- Viss eroderbarhet
- Låg eroderbarhet
- Ej bedömd eroderbarhet
- Ingen eller mycket låg eroderbarhet



Skala: 1:300000

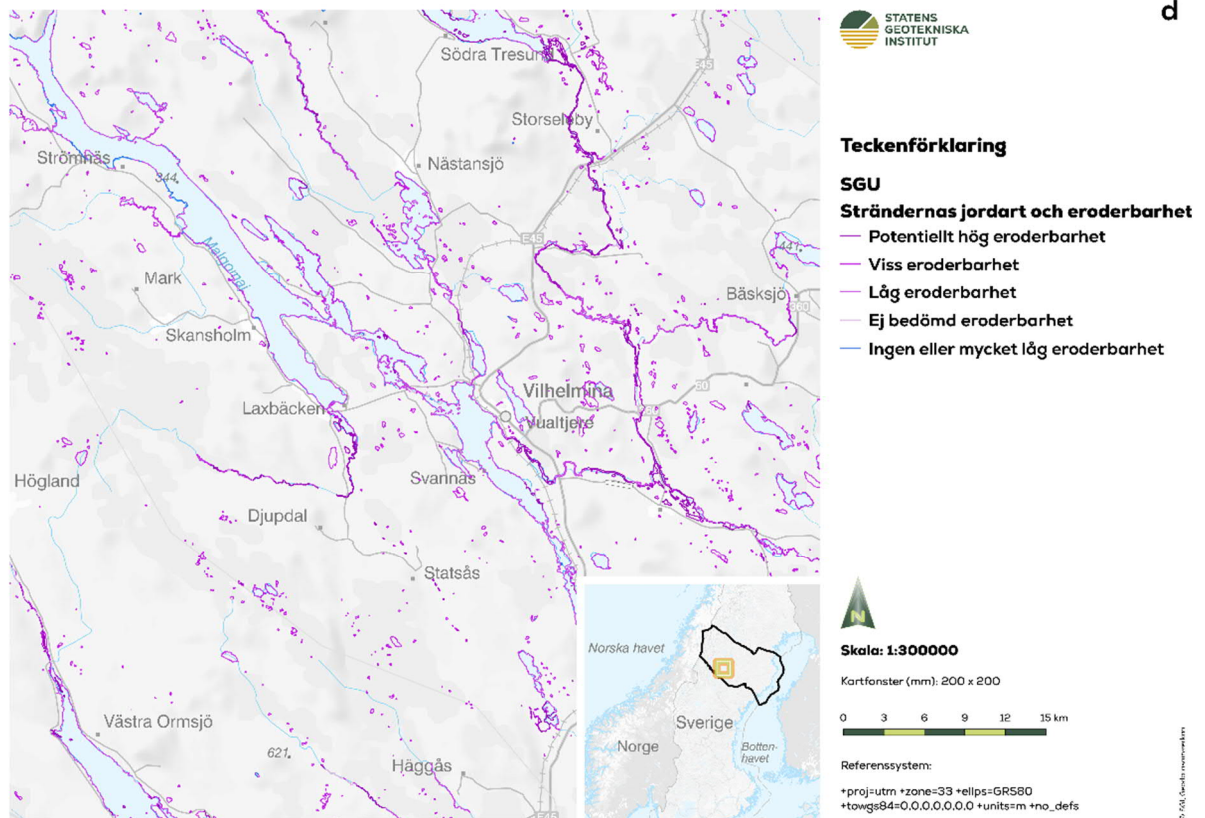
Kartfönster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

+proj=utm +zone=33 +ellps=GRS80  
+towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs

© 2008 Statens geotekniska institut



Figur 26 a-d Stränders jordart och eroderbarhet längs vattendrag i Västerbottens län. Källa: SGU.

Förutsättningarna för erosion längs fyra av de större vattendragen, Skellefteälven, Vindelälven, Umeälven och Ångermanälven beskrivs också mer utförligt i klimat- och sårbarhetsanalysen från 2011.

### Raviner

I Västerbottens län är raviner vanliga längs såväl större som mindre vattendrag, exempelvis längs Lögdeälven, Öreälven, Umeälven, Vindelälven, Rickleån, Skellefteälven, Kågeälven, Bureälven och Byskeälven (Fallsvik et al., 2011). Områden med raviner är inventerade och finns redovisade på kartor från 1986 (Bergqvist, 1986).

Raviner finns även i brant terräng i finkornig morän i Kittelfjäll, Vilhelmina kommun. Ravinerna i Kittelfjäll har utvecklats genom upprepade slamströmmar som har uppkommit i samband med snösmältningen och/eller intensiva regn.

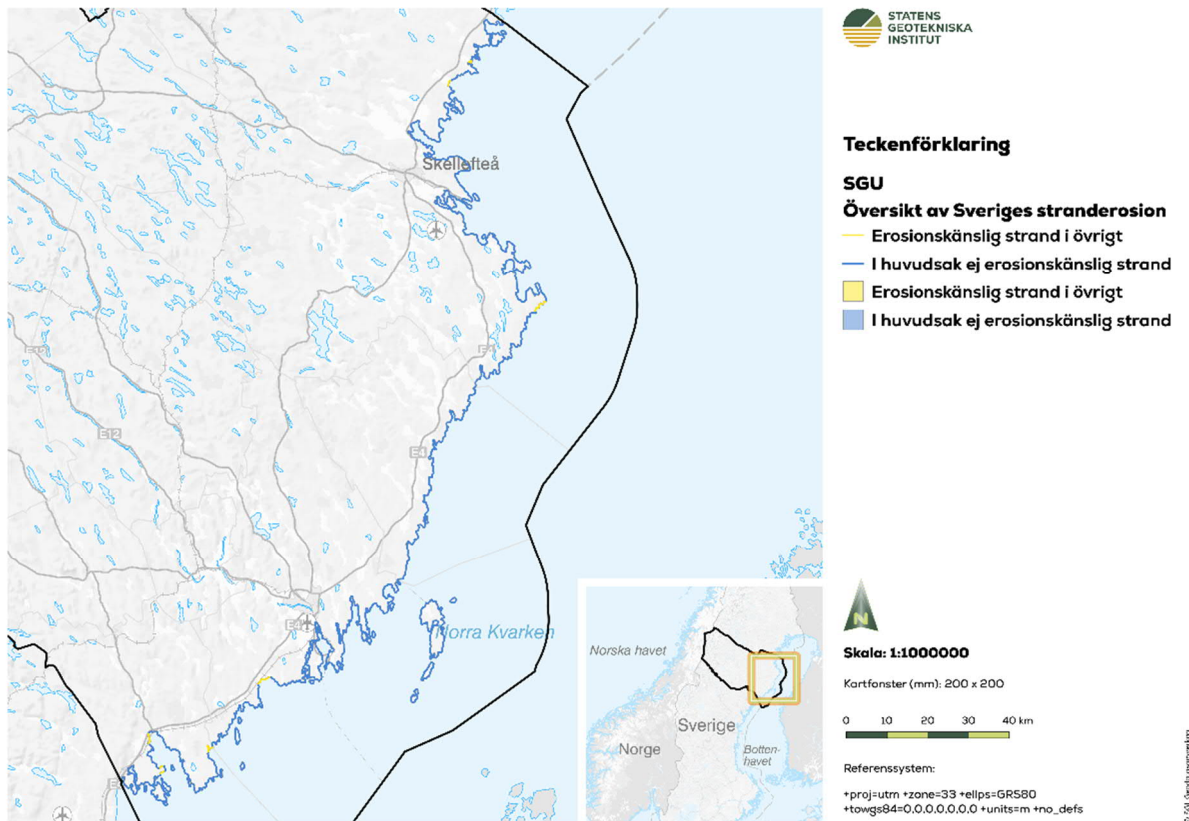
### Kusterosion

SGU har tagit fram en översikt över Sverige som visar de kuststräckor som utsätts för erosion samt de som kan vara känsliga men som för närvarande inte eroderas. Enligt SGU:s riksöversikt finns områden med erosionskänslig strand i kustkommunerna Skellefteå, Umeå och Nordmaling (Figur 27 och Figur 28). Här finns strandområden med lager av jord bestående av sand, silt och lera samt på vissa platser sulfidjord.

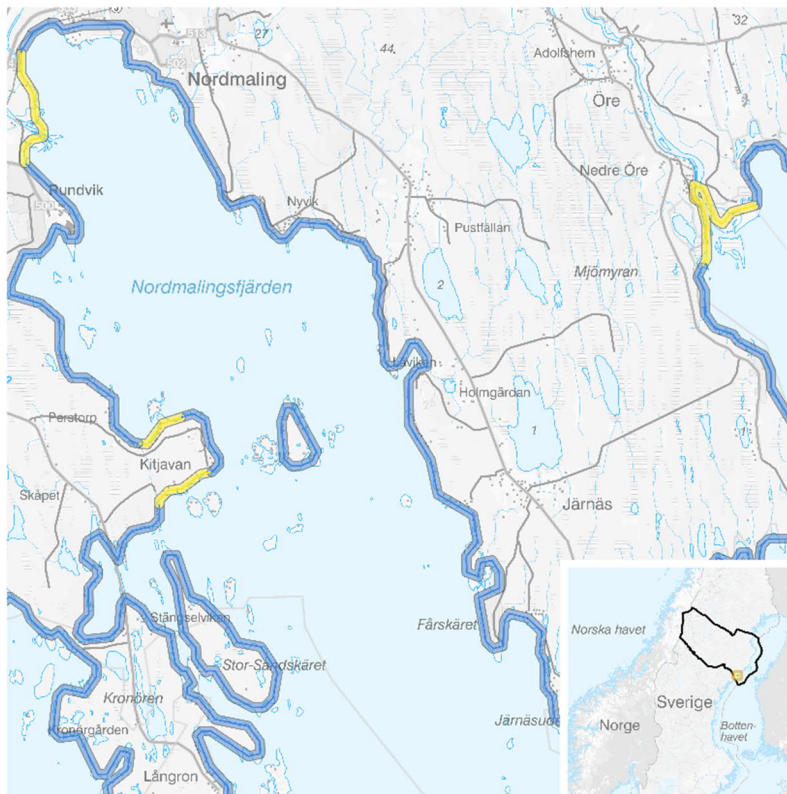
Den största delen av kuststräckan i Västerbottens län är dock strand som inte är erosionskänslig. Kartan är översiktlig och konstruerad för skala 1:1 miljon, där minsta



karterade sträcka är cirka en kilometer så lokala avvikelser kan förekomma. I den klimat- och sårbarhetsanalys som gjordes för Västerbottens län 2011 framgår att det även finns kustområden i Robertsfors kommun med förutsättningar för erosion. Uppgifterna i den rapporten är baserade på en översiktlig kartering som gjordes 2006 av SGI och som inte har uppdaterats eller verifierats inför den här klimat- och sårbarhetsanalysen.



Figur 27 Översikt av stränder med förutsättningar för erosion längs Västerbottens kust markerat med gult. Källa: SGU, Riksöversikt stranderosion (2017).



a

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Översikt av Sveriges stranderosion**

- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand
- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand



**Skala: 1:85000**

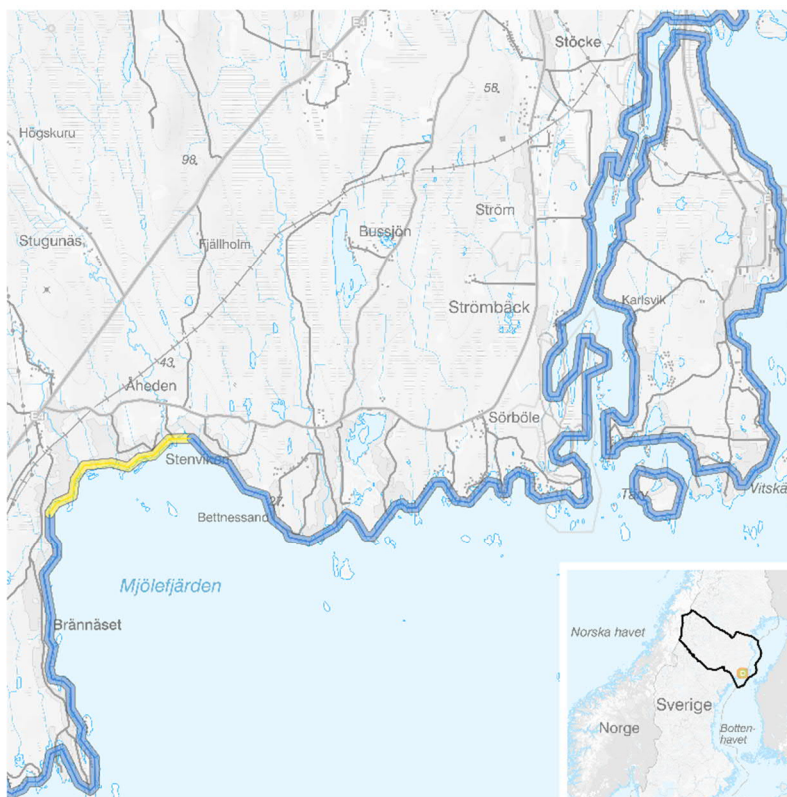
Kartfönster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

\*proj=utrn \*zone=33 \*ellps=GRS80  
\*towgs84=0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 \*units=m \*no\_defs

0-700 (Geotekniska institutet)



b

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Översikt av Sveriges stranderosion**

- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand
- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand



**Skala: 1:85000**

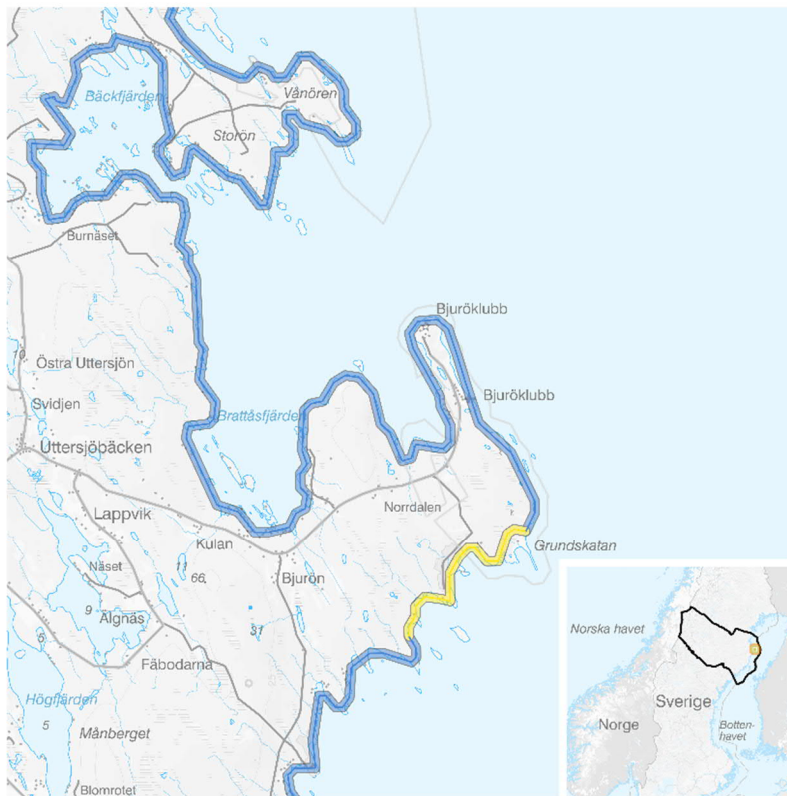
Kartfönster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

\*proj=utrn \*zone=33 \*ellps=GRS80  
\*towgs84=0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 \*units=m \*no\_defs

0-700 (Geotekniska institutet)



C

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Översikt av Sveriges stranderosion**

- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand
- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand



**Skala: 1:85000**

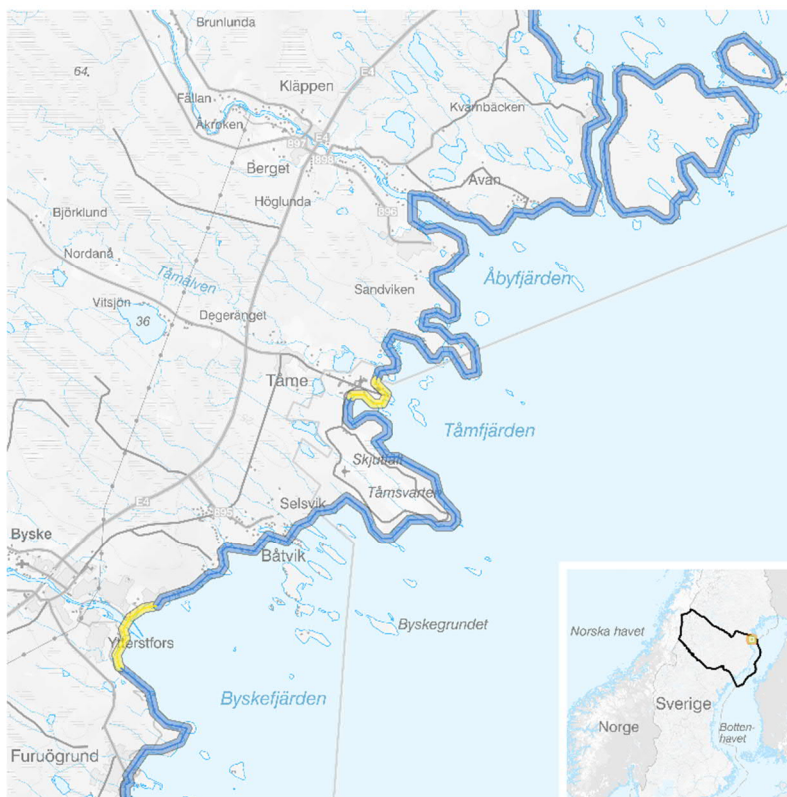
Kartfonster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

+proj=utrn +zone=33 +ellps=GRS80  
+towgs84=0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 +units=m +no\_defs

© 2017, Statens geotekniska institut



d

**Teckenförklaring**

**SGU**

**Översikt av Sveriges stranderosion**

- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand
- Erosionskänslig strand i övrigt
- I huvudsak ej erosionskänslig strand



**Skala: 1:85000**

Kartfonster (mm): 200 x 200



Referenssystem:

+proj=utrn +zone=33 +ellps=GRS80  
+towgs84=0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 +units=m +no\_defs

© 2017, Statens geotekniska institut

Figur 28 a-d Översikt av förutsättningar för stranderosion längs Västerbottens kust. Källa: SGU. Riksöversikt stranderosion (2017).

## 5 Naturolyckor och andra effekter av klimatpåverkan

### 5.1 Bakgrund

Ett förändrat klimat förstärker många av de väderrelaterade fenomen som kan ge upphov till naturolyckor och därmed konsekvenser för människor, samhällen och ekosystem. Klimatförändringarna medför att förutsättningarna för ras, skred, erosion och översvämning förändras över tid. Extrem nederbörd med påföljande ändrade vattennivåer är till exempel ofta utlösande för olika typer av markrörelser. Ett förändrat klimat med ökad nederbörd och vattenföring innebär därför ökade risker för översvämning, erosion, ras, slamströmmar och skred. Oftast är det en kombination av orsaker som utlöser dessa markrörelser.

Förutsättningarna för att bedöma framtida risker för översvämning jämfört med ras, skred och erosion är olika. För framtida översvämningsrisker finns framtagna scenarier (MSB, 2022). Motsvarande scenarier som visar hur förutsättningarna för ras, skred och erosion kommer förändras som en följd av klimatförändringens effekter saknas fortfarande generellt för Sverige. Trots forskning inom området finns ännu inga säkra modeller för att bedöma hur klimatförändringarnas effekter i reella tal kommer påverka ras, skred och erosion. Olikheter och osäkerheter i underlagen vad gäller klimataspekter har beaktats i analyserna och beskrivs nedan samt i anslutning till redovisade resultat i kapitel 6 och kapitel 0.

### 5.2 Scenarier för översvämning

I MSB:s portal för översvämningshot finns uppgifter om områden som hotas av översvämning när vattenflöden eller havet uppnår en viss nivå. Översvämnningar förekommer mer eller mindre regelbundet. De vanligast förekommande översvämningstyperna är:

- Översvämnningar utmed sjöar och vattendrag som inträffar under långa perioder med riklig nederbörd eller snösmältning.
- Kustöversvämnningar som beror på stigande havsnivåer vilka ofta uppstår i samband med storm eller andra väderfenomen.
- Översvämnningar till följd av extrem nederbörd (skyfall) som faller över ett mindre geografiskt område under en kort tid.

Andra orsaker till översvämnningar kan exempelvis vara isproppar i vattendrag eller konstruktionshaverier, till exempel ett dammhaveri.

Enligt MSB finns *inga områden med betydande översvämningsrisk* (MSB, 2018) i Västerbottens län varken längs vattendrag, sjöar eller kusten. Om det finns betydande översvämningsrisker ska länsstyrelsen ta fram riskhanteringsplaner. Mål och åtgärder för hantering av översvämningsriskerna ska ingå i planerna enligt förordning om översvämningsrisker (SFS 2009:956) och MSBFS 2013:1 föreskrifter om riskhanteringsplaner. Notera att översvämnningar från skyfall inte ingår i bedömningen för att identifiera områden med betydande översvämningsrisk.



Även om MSB inte bedömer översvämningsriskerna som betydande i Västerbottens län finns ändå områden med förutsättningar för översvämnning och för flera vattendrag finns översvämningsscenarier (beskrivs nedan). Scenarierna för översvämnning är framtagna med Sveriges nya nationella höjddata som underlag och visar vattnets utbredning för flera olika flödessituationer.

- 50-årsflöde för dagens klimat: visar vilka områden som sätts under vatten vid en översvämnning som statistiskt sett inträffar en gång på 50 år. Det flödet har endast karterats för de orter som pekats ut enligt förordningen om översvämningsrisker och därmed inte för orter i Västerbottens län.
- 100-årsflöde för framtidens klimat: visar vilka områden som sätts under vatten vid en översvämnning som statistiskt sett inträffar en gång på 100 år (Figur 29).
- 200-årsflöde för framtidens klimat: visar vilka områden som sätts under vatten vid en översvämnning som statistiskt sett inträffar en gång på 200 år.
- Beräknat högsta flöde för dagens klimat: visar vilka områden som sätts under vatten när alla naturliga faktorer som bidrar till ett högt flöde samverkar, till exempel snösmältning, nederbörd, vattenmättad mark etc. (grovt uppskattat ett 10 000-årsflöde, Figur 30).

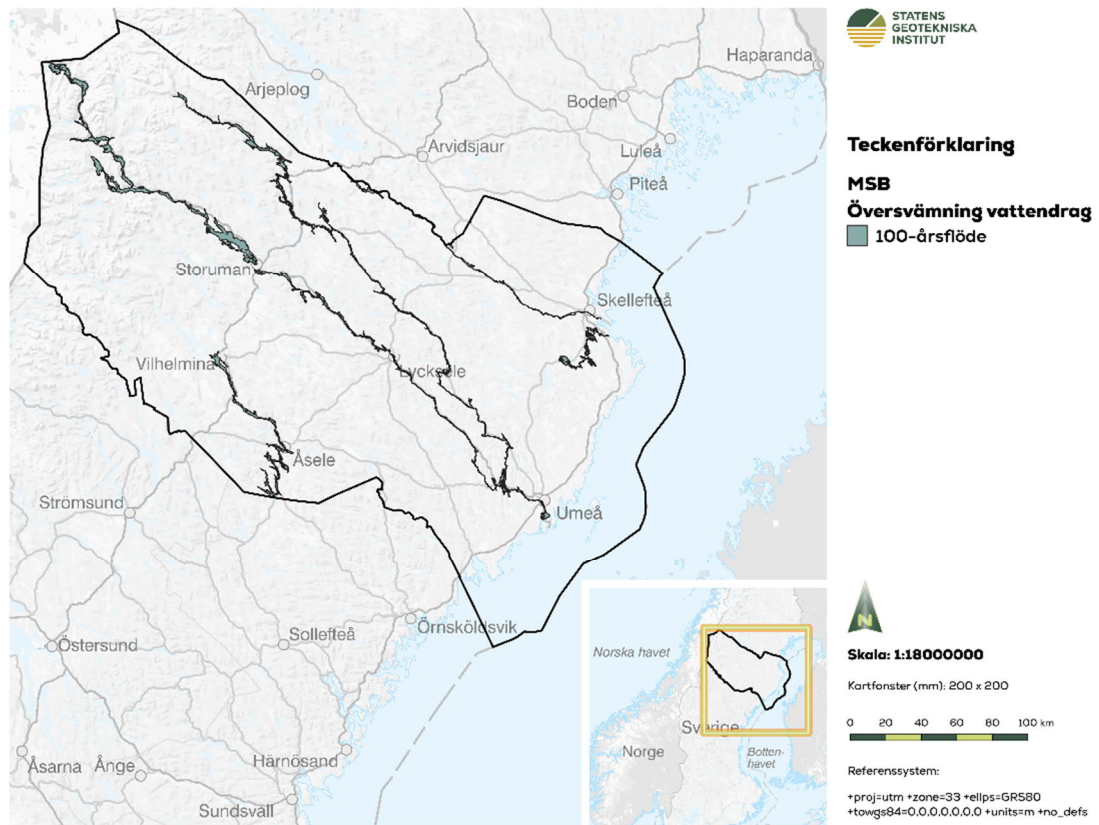
Karteringarna med klimatanpassade 100-årsflöden och 200-årsflöden visar en förväntad situation år 2100.

#### **Scenarier för översvämnning vid sjöar och vattendrag**

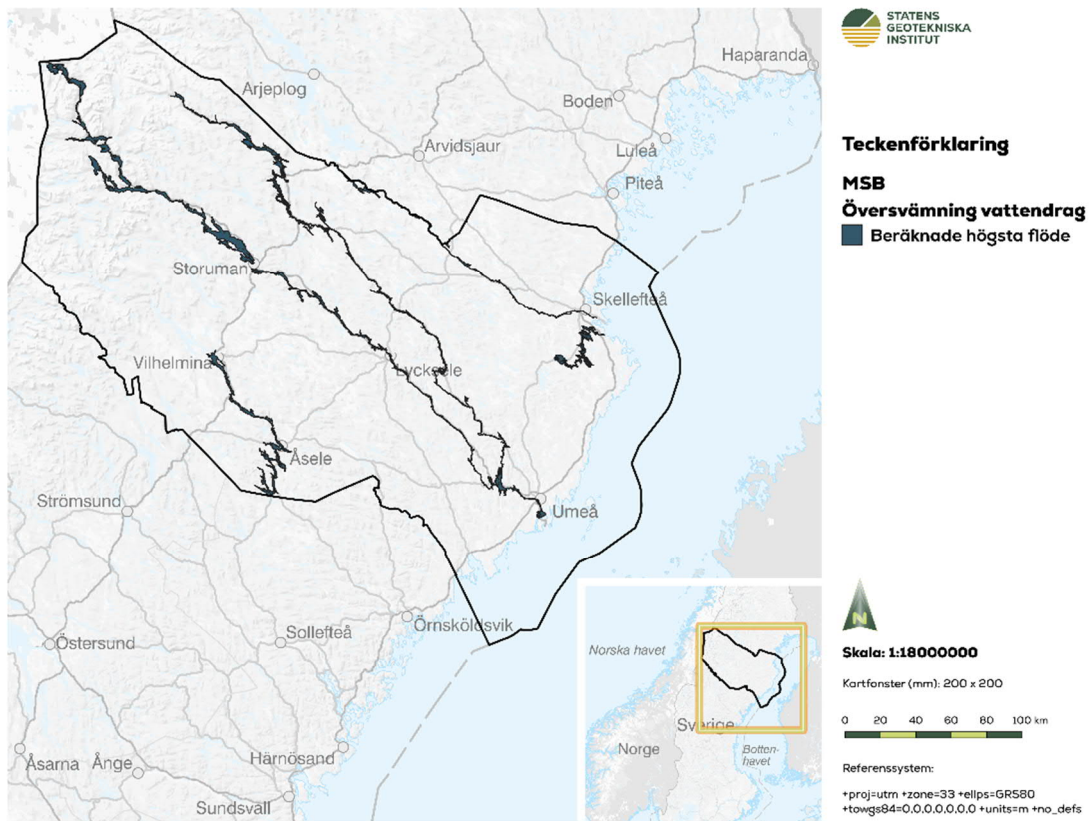
De vattendrag som MSB karterat för hot av översvämnning i Västerbottens län är från norr till söder (år för kartering ange inom parentes)

- Skellefteälven (2006)
- Bureälven (2021)
- Vindelälven (2017)
- Umeälven (1999); Övre Umeälven (2002)
- Ångermanälven Åselegrenen (2000)

Vännäsbyområdet som ligger utmed Vindelälven identifierades som ett område med betydande översvämningsrisk vid MSB:s analys i cykel 1 (2009–2015) då översvämningsdirektivet infördes. En detaljerad översvämningskartering finns därmed för sträckan från Ammarnäs till mynningen i Umeälven och Umeälven från nedströms Vännäs tätort till Stornorrfor (MSB, 2017a). Vid MSB:s översyn av områden med betydande översvämningsrisk (MSB, 2018) (cykel 2), då en delvis ny metodik användes, uppfyllde inte Vännäsby kriterierna. Anledningen var dels få boende och anställda inom området som påverkas av ett 100-årsflöde, dels avsaknad av sårbara objekt och verksamheter i området.



Figur 29 Vattendrag i Västerbottens län där MSB tagit fram scenarier för 100-årsflöden. Detaljerade kartor med sannolik utbredning av en översvämning längs vattendragen finns på [Översvämningportalen](#).



Figur 30 Vattendrag i Västerbottens län för vilka det finns scenarier med beräknade högsta flöden. Detaljerade kartor med den sannolika utbredningen av en översvämning längs vattendragen finns på [Översvämningportalen](#).

För det kommande seklet ses i länet en ökning av den totala årstillrinningen med upp mot 10 % vid mitten av seklet och ökningen fortsätter mot slutet av seklet. Den största ökningen av tillrinningen sker för vintern och baserat på RCP8.5 kan ökningen bli mellan 70–200 % för vattendragen vilket ger en ökande risk för översvämning. Även under våren ökar tillrinningen i vattendragen medan den generellt minskar i vattendragen under sommaren.

Total tillrinning med återkomsttid på 100 år ser ut att minska nästan överallt i de sydostliga delarna av länet medan en viss ökning ses för fjällregionen. Vattendragen har under referensperioden haft tydliga årstidsförlopp, med vårflödestopp, låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Mönstret för årstidsförloppet kvarstår men framtidsscenarierna visar på tidigare och minskade vårflödestopp, och högre vinter- och höstflöden som beror på förväntat ökad nederbörd.

Baserat på ovanstående är det därför möjligt att översvämningar som historiskt uppkommit i samband med höstregn blir mer frekventa i framtiden.

Återkomsttider för dagens totala 100-årstillrinning i framtida klimat kan användas som en indikation på framtida översvämningars frekvens. I områden där 100-årstillrinningen väntas minska får motsvarande dagens 100-årstillrinning en längre återkomstperiod, det vill säga ett flöde med en sådan storlek blir ovanligare. Dagens utbredningsområde av ett



100-årsflöde skulle alltså för den framtida perioden motsvara ett flöde i dagens klimat med en återkomsttid av till exempel 200 år eller mer.

I praktiken påverkas vattennivån i sjöar och vattendrag även av infrastruktur såsom broar och dammanläggningar som på ett avgörande sätt kan påverka vattennivåer lokalt.

### Scenarier för kustöversvämning

Vid kusten i Västerbottens län motverkas den stigande havsnivån fortfarande av landhöjningen. Förutsättningarna för kustöversvämning fram till år 2100 är utifrån de uppgifterna relativt oförändrade. Sveriges största landhöjning sker idag vid Bottenvikskusten i Västerbottens län (Lantmäteriet, n.d.-a).

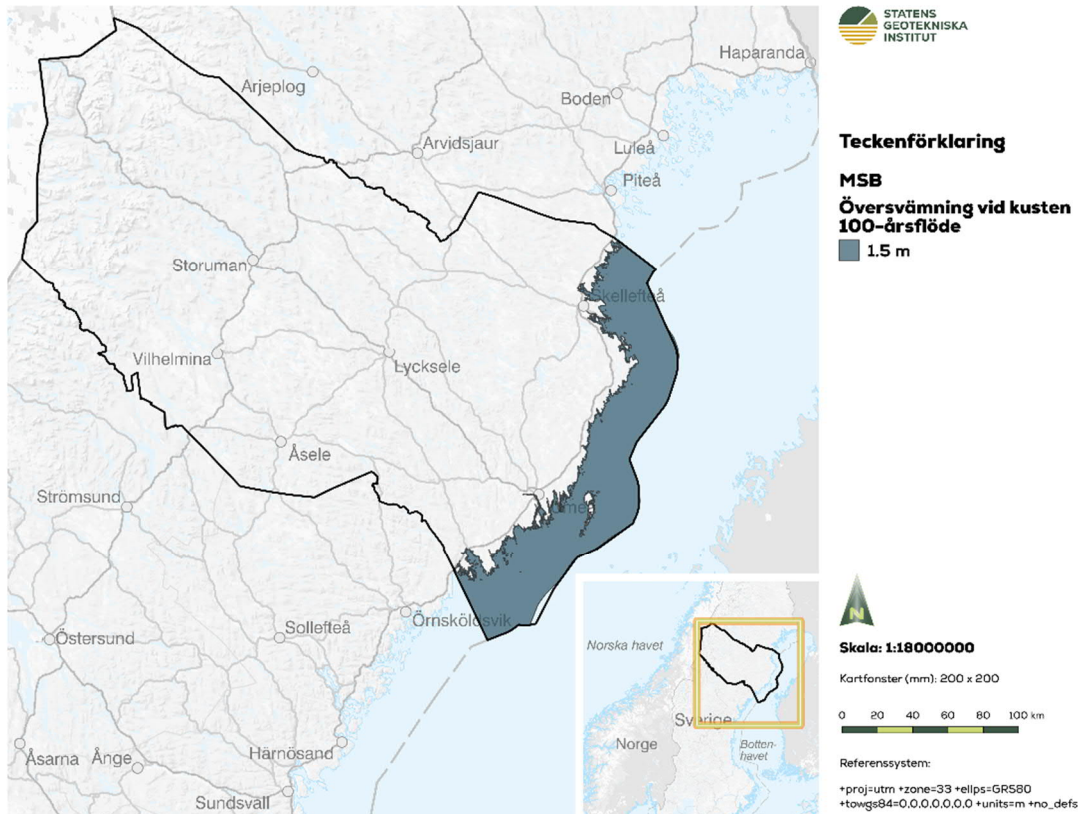
Det framtida medelvattenståndet ger en uppfattning om på vilken nivå den framtida strandlinjen kan komma att gå. Medelvattenståndet ger också en indikation på vilka landytor som kan bli mer eller mindre permanent översvämmade ifall inte havet hindras från att nå dit.

SMHI har en tjänst där framtida medelvattenstånd visas på centimeternivå kommunvis (SMHI, 2020). Beräkningarna tar hänsyn till storskaliga regionala variationer i havsnivåhöjning som gör att havet inte stiger lika mycket överallt på jorden men också till den lokala landhöjningen.

Som exempel har medelvattenståndet i Umeå kommun 1995–2014 varit 16 cm i RH 2000 (Lantmäteriet, n.d.-b). Total landhöjning i Umeå kommun är 0,951 cm/år (varav den elastiska komponenten är 0,072 cm/år). Beräknade framtida medelvattenstånd (cm i RH 2000) för scenario SSP5-8.5 (mycket högt) år 2050 blir 2 cm (intervall -6 till 11 cm) och år 2100 beräknas medelvattenståndet uppgå till 8 cm (intervall -17 till 38 cm).

Eftersom framtida havsnivåer styrs av hur mycket växthusgaser som släpps ut är politiska beslut och klimatåtgärder viktiga. Den politiska utvecklingen i världen gör att en del klimatscenarier efterhand kommer att bli mer sannolika, andra mindre.

MSB tillhandahåller utbredningsskikt som visualiserar översvämningssytor vid olika vattenstånd. Utbredningsskikt finns framtagna med 0,5 meters intervall, för vattenstånd mellan 1,0–5,0 meter (höjdsystem RH2000). Underlaget presenteras i en kartvisningstjänst på [Översvämningssportalen](#) med möjlighet att zooma in på lokala områden (Figur 31 och Figur 32).



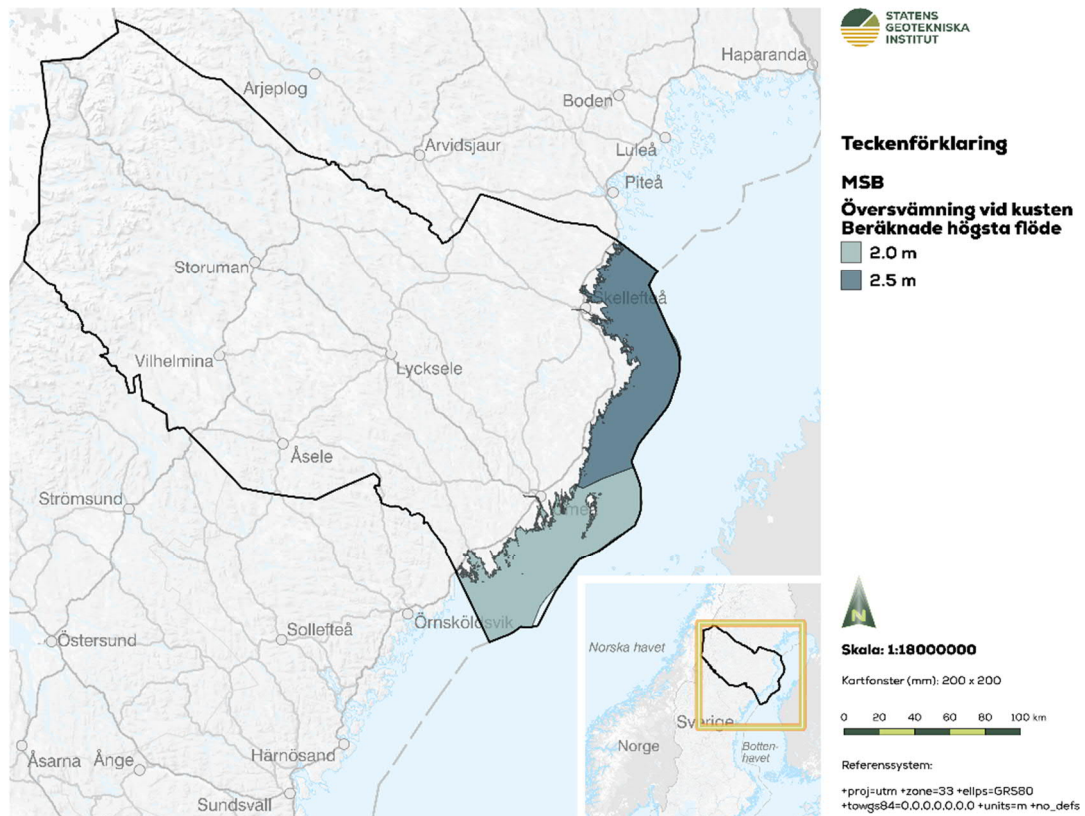
Figur 31 Kusten i Västerbottens län med områden som sätts under vatten vid en översvämmning som statistiskt sett inträffar en gång på 100 år. Källa: MSB, [Översvämningsportalen](#).

Ett högvattenstånd kan förenklat delas in i tre komponenter: Medelvattenståndet, ett genomsnittligt vattenstånd för en viss tidsperiod, ofta en till några veckor, och en kortvarig händelse som beror på en tillfällig vädersituation under några dagar, ofta ett lågtryck med tillhörande kraftiga vindar.

Beräknat högsta havsvattenstånd definieras som:

Den högsta stormhöjningen observerad på en plats plus det högsta genomsnittliga vattenståndet före stormen för havsbassängen.

Värdena avser inte högsta möjliga havsvattenstånd som någonsin kan inträffa, utan representerar värden med mycket låg sannolikhet.



Figur 32 Högsta beräknade havsvattenstånd för kusten i Västerbottens län i dagens klimat som visar vilka områden som sätts under vatten när alla naturliga faktorer som bidrar till ett högt havsvattenstånd samverkar. Källa: MSB, [Översvämningportalen](#).

### Scenarier för översvämning efter skyfall

Den framtida ökningen av extrema regnvolymer beräknas nationellt ligga mellan 10 % och 40 % beroende på tidshorisont och framtida koncentration av växthusgaser (Olsson et al., 2017). Vid hårdgjorda ytor, till exempel asfalt, och lågt belägna platser kan det finnas risk för översvämning.

En skyfallskartering ger indikation på var samhället är sårbart för dessa händelser. Skyfallskarteringar finns framtagna för 30 tätorter i Västerbottens län och visar vilka ytor som kan översvämmas vid ett extremt regn. Skyfallskarteringen är utförd av Länsstyrelsen i Västerbottens län och utgår från ett 100-årsregn med en klimatfaktor 1,3 samt utifrån ett så kallat Köpenhamnsregn. Det sistnämnda regnet motsvarar samma nederbördsvolym och intensitet som drabbade Köpenhamn 2011 då 155 mm föll under två timmar.

Översvämningens risker som följd av skyfall har inte analyserats i den här utredningen. MSB har tagit fram en vägledning för skyfallskartering som innehåller exempel på åtgärder, bland annat från Umeå (MSB, 2017b).

### 5.3 Scenarier för förändring av ras, skred och erosion

Förändrade vattennivåer och flöden i grund- och ytvatten samt fler tillfällen med extrem nederbörd och översvämningar medför generellt högre sannolikhet för ras, skred och

erosion i till exempel länets älvdalar och längs stränder. Framtidsscenarioer för hur klimatförändringen påverkar markens stabilitet finns dock inte tillgängligt idag.

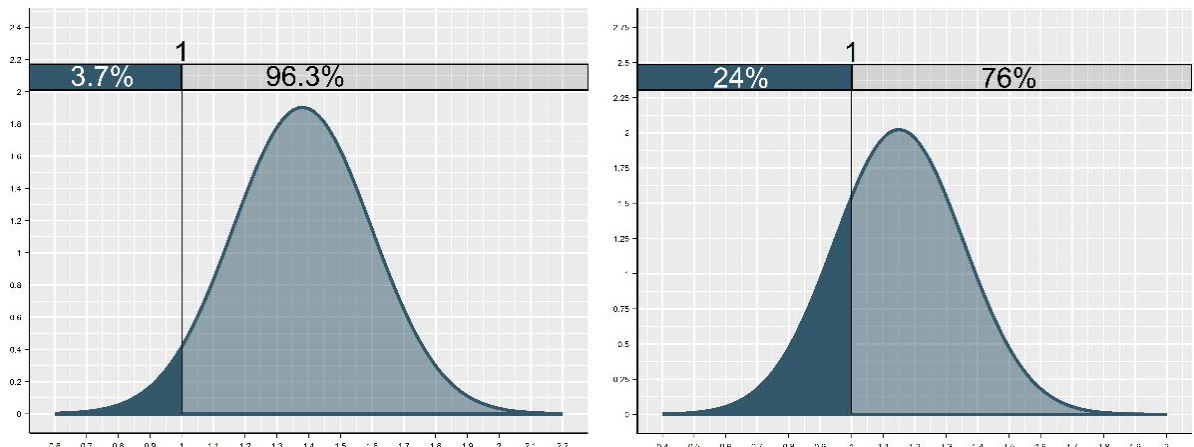
Stabilitetsberäkningar har ändå utförts på nationell nivå för att få fram procentuella förändringar av säkerhetsfaktorerna för ras och skred till följd av klimatförändringen, från dagens förhållanden fram till år 2100 (SGI, 2022). För dagens förhållanden har ursprungliga beräkningar från stabilitetskarteringar (MSB) återskapats och beräkningarna har utförts med samma materialparametrar, geometri, last, vattennivå i vattendrag och grundvattenförhållanden. Sammantaget bedöms förhållandena för dessa beräkningar spegla extremvärden för dagens klimat med avseende på grundvattennivåer och portryck tillsammans med lågt valda vattennivåer i vattendrag.

Utgående ifrån beräkningarna för dagens klimat har beräkningar för angivna extremvärden vid år 2100 utförts med samma förhållanden för materialparametrar, laster och vattennivå i vattendrag. Beräkningar har även utförts för att studera hur sannolikheten för en händelse (ras eller skred) förändras med hänsyn till klimatpåverkan.

Medelvärde för den procentuella minskningen av säkerhetsfaktorn är cirka 18 % och spridning varierar ungefär mellan 10 % och 25 % vid sammanställning av resultat från de studerade riskområdena. Antalet beräkningar i dagsläget ger en för liten datamängd för att dela upp resultatet geografisk i till exempel norra och södra Sverige.

Beräkningarna visar också att cirka 4 % av de utvärderade slänterna teoretiskt går till brott (ras, skred) i dagens klimat (innebär att säkerhetsfaktorn är  $\leq 1$ , Figur 33).

Motsvarande andel slänter som går till brott år 2100 beräknas öka till cirka 24 % (faktor 6) om inga åtgärder genomförs. Om det i ett riskområde i dagens klimat sker 10 ras och skred motsvarar det att det sker 60 ras och skred år 2100.



Figur 33 Slänter som beräknas gå till brott i dagens klimat till (vänster) samt år 2100 (till höger). X-axeln visar säkerhetsfaktorn och y-axeln visar den förväntade andelen av motsvarande säkerhetsfaktor. Längs upp till vänster i respektive fördelning kan andelen utvärderade slänter som beräknas ha säkerhetsfaktor  $\leq 1$  ses (3,7 % respektive 24 %). Resultatet är beräknat för ett urval av typsektioner och är inte specifikt för Västerbottens län.

Notera att den beräknade klimatfaktorn endast är representativt för det urval av cirka 20 typsektioner som har utvärderats i analysen. Klimatfaktorn (förhållandet mellan år 2020

och 2100) kan komma att ändras med ett annat dataunderlag (det vill säga annat urval av slänter). Eftersom beräkningarna är gjorda på slänter fördelade över en stor del av Sverige ger klimatfaktorn ändå en tydlig indikation på att ras, skred och andra markrörelser kommer bli mer frekventa i ett föränderligt klimat.

Att ras, skred och andra markrörelser blir mer frekventa även i Västerbottens län är därför sannolikt. Att riskbilden för samhällets verksamheter liksom säkerhetsaspekterna vid markbyggnad förändras är också sannolikt.

Eftersom den stigande havsnivån längs kusten i Västerbottens län motverkas av landhöjningen, innebär det att någon större ökning av stranderosionen som följd av en stigande havsnivå inte är att förvänta i länets kustområden. Sannolikheten bedöms därmed som låg för att strandområden förändras och att kustlinjen flyttas inåt land med markförlust som följd. Hur ökande vattenföring i utloppen från de större älvarna till Bottenviken kan påverka erosionsmönstren längs kusten har inte analyserats i den här utredningen.

Resultat från riskanalyser för Västerbottens län beskrivs i kapitel 6 och 0.

#### 5.4 Klimatlasters effekter på geokonstruktioner

Klimatförändringarna påverkar inte enbart naturlig mark (jord och berg) utan även samhällets många geokonstruktioner. Till geokonstruktioner räknas till exempel olika marköverbyggnader och markunderbyggnader, avvattnings- och infiltrationsanläggningar, tätningsåtgärder, markförstärkningar, stödkonstruktioner, grundkonstruktioner för broar, byggnader och andra anläggningar som kan vara pålade, förankrade eller plattgrundlagda konstruktioner.

Vid markbyggnad måste både naturlig mark och geotekniska konstruktioner dimensioneras, det vill säga anpassas för de laster som de kommer utsättas för under sin livslängd. Vissa av lasterna är så kallade klimatlast, exempelvis vattentryck, snötyngd, vindtryck och tjäle. För dimensionering av geokonstruktioner i ett framtida klimat krävs beräkningar av klimatlast med olika återkomsttider. Tillgängliga klimatscenarier för olika klimatindikatorer som nederbörd i form av regn och snö, temperatur och vind är generellt inte presenterade som klimatlast med förändring av återkomsttider.

De klimatlast som används vid dimensionering av naturlig mark och geokonstruktioner, och för vilka ett klimat i förändring behöver beaktas är

- vattennivåer, vattentryck, vattenflöde, vattenhastighet, vågkrafter, strömtryck och istryck
- grundvattennivå, portryck och grundvattenflöde (påverkar även jordens egentyngd och jordtryck)
- temperatur inklusive köldmängd, nollgenomgångar och snötäcke
- snölast inklusive snötäckets tjocklek och
- vindlast.

Geokonstruktioner ska dimensioneras enligt anvisningar i Eurokoder (Europeiska kommissionen, 2021) samt svenska föreskrifter baserade på Eurokoder (SIS, 2021).

Boverkets byggregler BFS 2011:6 som ändrades enligt BFS 2020:4 (BBR 29) omfattar inte geokonstruktioner utan endast byggnadsverks delar ovan mark.

Generellt i gällande regelverk för geokonstruktioner saknas anvisningar för hur förändringarna i klimatlaster bör behandlas för att befintliga och nya geokonstruktioner samt naturlig mark ska klara den framtida klimatbelastningen. SGI (Lundström et al. 2018) beskriver mer utförligt hur dagens regelverk och praxis hanterar förväntat ändrade klimatlaster. Rapporten belyser bland annat att ett omfattande arbete kvarstår för att bestämma hur klimatlasterna förändras med klimatet. Detaljerad kunskap behöver utvecklas om hur klimatlasterna kommer ändras för olika delar av landet. Nya underlag behövs för dimensionering av nybyggda konstruktioner men också för värdering av konsekvenser för befintliga konstruktioner.

## 5.5 Påverkan och konsekvenser av förändrade klimatlaster

I det här avsnittet görs en sammanfattning av hur ett urval av naturlig mark och geokonstruktioner kan påverkas av förändrade klimatlaster baserat på tillgängliga klimatscenarier fram till 2100 (RCP 8.5). Beskrivningen är hämtad från rapporten "Klimatlasters effekter på naturlig mark och geokonstruktioner" (Lundström et al. 2018) som innehåller fördjupad information och beskrivning av fler geokonstruktioner.

Nedanstående beskrivningar är översiktliga då påverkan på naturlig mark och geokonstruktioner beror på storleken på förändringen av klimatlasterna. Klimat-effekterna kommer att variera mellan olika områden i länet, där förändringen i vissa fall kan ge en negativ och i andra fall positiv effekt på markens stabilitet. Det betyder också att konsekvenserna kan variera mellan allvarliga och obetydliga. Det finns idag inga nationella detaljerade analyser av hur grundvattennivåer kan förändras i ett framtida klimat. Det finns heller inga studier av hur portrycksnivåer och grundvattenflöden kan komma att förändras nationellt och än mindre på länsnivå eller lokal nivå vilket betyder att beskrivningarna i det här kapitlet bygger på fackmannamässiga bedömningar av författarna till SGI:s rapport (Lundström et al. 2018).

### Naturlig mark

Naturlig mark omfattar mark i tätorter och naturmark. Naturlig mark påverkas förutom av klimatlaster även av laster från konstruktioner, trafik och anläggningar.

Ökad årsnederbörd och ökat antal dagar med kraftig nederbörd innebär att ansamlingar av vatten lättare bildas på plan mark. Möjligheten till infiltration av en ökad mängd vatten minskar i områden med större andel hårdgjorda ytor och medför ett ökat behov av att leda bort överskottsvatten. Sannolikheten för stående vatten i lågpunkter blir större. För byggnader på plan mark (med källare) kan dräneringskapaciteten vara underdimensionerad för de ändrade förutsättningarna och följden kan bli en större risk för fuktskador.

Långa perioder med torka innebär att grundvattenytan sjunker och för naturlig mark med sättningsbenägna jordar kan sättningar därmed uppstå. Ytligt grundlagda byggnadsverk i sådana områden kan drabbas av sättningsskador. Inom områden där sättningar utbildas kan nivåskillnader uppkomma mellan mark och pålade byggnader samt mellan ledningar

i mark och byggnader med vattenläckage och erosionsskador som följd. Längre torrperioder kan även innebära att sprickor bildas i den övre delen av jordprofilen (orsakade av torkan direkt eller av uppsugning av vatten av befintliga träd). Det kan orsaka sprickor i enklare infrastruktur som cykelvägar, parkeringar och mindre gator.

Det ökande antalet nollgenomgångar under vintern, kan medföra att det i tjälskjutande jordar, som silt, sker omväxlande hävning och sättning. Det leder till att den övre delen av jordprofilen kommer att luckras upp. Följden kan bli sättningar i ytligt grundlagda konstruktioner som inte är tjälskyddande, till exempel enklare fritidshus och kan märkas som ojämnheter i gator och cykelvägar. Vägar byggda med lågkvalitativt överbyggnadsmaterial och dåligt underhållna vägar som redan idag uppvisar svåra tjälskador, kommer att påverkas ytterligare.

Vid ökade temperaturer minskar tjäldjupet. Det i kombination med ökade vindar innebär att risken för stormskador på skogen ökar. Rotvältor ökar möjligheten för infiltration i marken som ökar faran för skred och ras. Stora träd som faller kan skada anläggningar.

### **Marköverbyggnader och markunderbyggnader**

Ökad nederbörd innebär att befintliga marköverbyggnader och markunderbyggnader med öppen ytstruktur kan komma att er hålla ett ökat vatteninnehåll. Det gäller om de inte utförts med tillräckligt dränerande och hållfast material enligt dagens praxis så att markunderbyggnaden har finkornigt material högt upp i konstruktionen.

För lågt belägna vägar, järnvägar och andra markanläggningar kan högre grundvattennivåer och högre vattennivåer också innebära ett ökat vatteninnehåll i överbyggnads- och underbyggnadsmaterialet. Ökat vatteninnehåll leder till ökad risk för deformationer på grund av trafiklast och skador på ytskikt samt att behovet av underhållsätgärder och avvattningsätgärder kommer att öka.

För bankar som består av finkornig jord påverkas bankarnas inre stabilitet negativt av ökade vattennivåer och grundvattennivåer. Högre grundvattennivåer innebär generellt en minskning av den naturliga jordens hållfasthet, vilket ökar sannolikheten för skred. Även inre erosion (piping) kan uppstå då strömmande vatten för med sig finkornigt material från banken, vilket innebär att hålrum bildas med sättningar och ett lokalt ras av banken kan bli en konsekvens. I en vattenmättad finkornig jord är påverkan från dynamisk last normalt större (jämfört med en icke vattenmättad) och dessa påkänningar kan också leda till piping.

För vägar, järnvägar och andra markanläggningar belägna invid vattendrag innebär ökade flöden, strömtryck, vågkrafter och istryck att risken för erosion ökar i bankslänter mot vattendraget. Ökning av antal dagar med kraftig nederbörd och antal skyfall leder till större krafter på bankslänter och ytterslänter. Sammantaget ökar risken för ras i markanläggningar samt behovet av underhållsätgärder.

För vägar, järnvägar och andra markanläggningar som är belägna invid vattendrag och sjöar kommer ökat antal dagar med lågt vattenstånd minska mothållet för bankar vilket i sin tur leder till ökad sannolikhet för skred och ras.



Vägar, järnvägar, andra markytor och ledningar grundlagda på eller i sättningsbenägna jordar kommer vid lägre grundvattennivåer kunna drabbas av sättningar. Sättningarna påverkar såväl markytors ytskikt som ledningar i mark. Det innebär att underhållsåtgärder på grund av sättningar och differenssättningar mot fastmark och andra fasta konstruktioner, kommer att öka, liksom behov av ledningsrenovering för att bland annat justera försämrat fall på ledningar. Vidare, i takt med att ledningsnätet åldras och med extra påverkan från sättningar i marken kan frekvensen på sättningsorsakade ledningsbrott komma att öka, med utökat behov av akuta reparationer som följd.

Ändrade köldmängder och frostdjup är svåra att bedöma konsekvenserna av utifrån dagens kunskap. En ökning av kombinationen ökade nollgenomgångar och ett minskat snötäcke kan leda till ökad tjälnedträngning och ökad uppluckring av ytliga underbyggnadslager som påverkar bärigheten för järnvägar och vägar. Mildare vintrar minskar risken för en del problem som kan uppstå vid byggnation under vintertid, så som att tjäle byggs in i konstruktionen.

### **Markförstärkning**

Markförstärkning utförs ofta som stabilitetshöjande och/eller sättningsreducerande åtgärd för bankar och slänter för vägar, järnvägar och andra markanläggningar samt som stabilitetshöjande åtgärd för naturliga slänter. Det finns ett flertal olika metoder för markförstärkning och beroende på lokalisering och undergrundens eller materialets påverkan från olika klimatlaster kan risken för till exempel sättningar, skred och deformationer öka (se vidare Lundström et al., 2018).

### **Grundkonstruktioner för byggnader och andra anläggningar**

Generellt för grundläggning gäller att höjda vattennivåer kommer att påverka byggnader i närheten av vattendrag, sjöar och kusten, genom ökad risk för läckage in i byggnader och mögelskador. Risken är beroende av golvnivåer för befintlig bebyggelse och för nybyggnation. För betongtunnlar och liknande konstruktioner som ligger under markytan ökar risken för vatteninströmning på grund av höjda grundvattennivåer och även vad gäller ökade nedbörds mängder i kombination med underdimensionerade dagvattensystem och dräneringar.

Konstruktioner som är utsatta för upplyft på grund av fritt vatten eller grundvatten kommer att utsättas för högre upplyftningskrafter vid höjda vattennivåer och höjda grundvattennivåer. Byggnader med källare beläget under grundvattennivån kan komma att påverkas av ökade grundvattennivåer som riskerar ge sprickbildningar i betongplattorna mellan byggnadens bärande linjer med pelare och bärande väggar. Risken för upplyft och behov av stabiliserande åtgärder beror på grundläggningsnivåer. Lägre vattennivåer kommer att påverka byggnader i de fall de är en del av naturliga slänters stabilitet då mothåll från vatten minskar.

Högre eller lägre vattennivå påverkar vattentrycket och speciellt konstruktioner i fritt vatten som är utsatta för ensidigt vattentryck, vilket leder till ökade påkänningar i konstruktionen och därmed risk för lägre säkerhetsnivå.

Ökade vattenflöden invid konstruktioner belägna i eller invid fritt strömmande vatten kommer att påverka erosionen runt grundläggningen och därmed ökar risken för skador på konstruktionerna eller att de spolats bort. Hänsyn måste även tas till ökade strömtryck och i förekommande fall vågkrafter.

Högre grundvattennivåer kommer att påverka konstruktioner i de fall de är en del av naturliga slänters stabilitet då jordens dränerade skjuvhållfasthet minskar vid ökat portryck.

Ökade eller minskade snölast och vindlast kan indirekt eller direkt påverka grundkonstruktioner för exempelvis byggnader, vindkraftverk och master.

### **Avvattnings- och infiltrationsanläggningar**

Befintliga avvattnings- och infiltrationsanläggningar påverkas i hög grad av de ökade nederbördsmängderna som förväntas för länet. Framför allt kan de ökningarna av antal dagar med kraftig nederbörd och ökning av antal skyfall påverka den här typen av anläggningar negativt. Det finns många olika sorters avvattnings- och infiltrationsanläggningar så här beskrivs kortfattat enbart ett fåtal (se vidare SGI, 2018).

#### **Trummor**

De ökade nederbördsmängderna och antalet ökade tillfällena med extrem nederbörd innebär en risk att trummor inte kan avbörda inkommande vattenflöden. Det kan leda till bortspolning av trummor och väg/järnvägsbank. Högre flöden i vattendragen uppströms trummor kan leda till erosion och slamströmmar som kan medföra att trumman sätts igen av jordmassorna. En igensatt trumma orsakar översvämningar och vattnet kan ta nya vägar. Det finns även en risk att trummor kollapsar med en störtflod som resultat. Lägre flöden och vattenstånd i vattendragen uppströms en trumma kan leda till skred och ras ner mot vattendraget. Om flödet återigen ökar efter ett inträffat skred eller ras, kan de lösgjorda jordmassorna föras ned mot trumman.

Högre grundvatten- och portrycksnivåer minskar jords hållfasthet vilket påverkar grundläggningen av trummor negativt. Högre grundvatten- och portrycksnivåer kan också i lågpermeabel jord lyfta trummor. Lägre grundvatten- och portrycksnivåer kan orsaka sättningar av jorden under trummor.

Ett ökat antal nollgenomgångar kan även orsaka tjälskador på trummor.

#### **Dräneringsanläggningar och diken inklusive dränerande material i marköverbyggnad och markunderbyggnad**

Högre grundvattennivåer och ökade nederbördsmängder kommer leda till högre flöden in i dräneringsanläggningar och i diken. Vattennivån i anläggningen kan därför bli större och därmed de krafter som verkar på konstruktionen. Högre flöden i vattendrag och diken ökar sannolikheten för erosion och slamströmmar, vilket i sin tur kan orsaka igensättning, erosion och bortspolning av anläggningarna.

Högre grundvattennivåer kommer leda till att dränerande material i marköverbyggnad och markunderbyggnad måste kunna avleda ökade vattenmängder.

Högre grundvattenflöden kan leda till erosion i vattendrag och därmed att en större mängd finjord förs in mot dräneringsanläggningar och dränerande material. Anläggningarna riskerar därmed att sättas igen och tappar därmed sin dränerande förmåga.

Ökad nederbörd kommer leda till större risk för erosion i jordskärningar och därmed kommer det krävas mer omfattande underhåll av dräneringsanläggningar.

Ett ökat antal nollgenomgångar i länet kan orsaka tjälskador på anläggningar och erosion i dikesslänter.

#### **Dagvattenanläggningar och liknande**

Högre grundvattennivåer innebär en minskning av jords hållfasthet vilket kan leda till att stabiliteten för dammar minskar. För befintliga dagvattendammar grundlagda i lera med ett vattenförande jordlager under dammen, ökar risken för bottenuppträckning och hydrauliskt grundbrott, när porttrycket ökar.

Större nederbörds mängder leder till större tillrinning till dammar och de kan därmed svämma över. Det kan också leda till ett högre tryck mot dammarnas väggar än vad de är dimensionerade för, och därmed ge en risk för dammbrott.

## **6 Regionala riskområden**

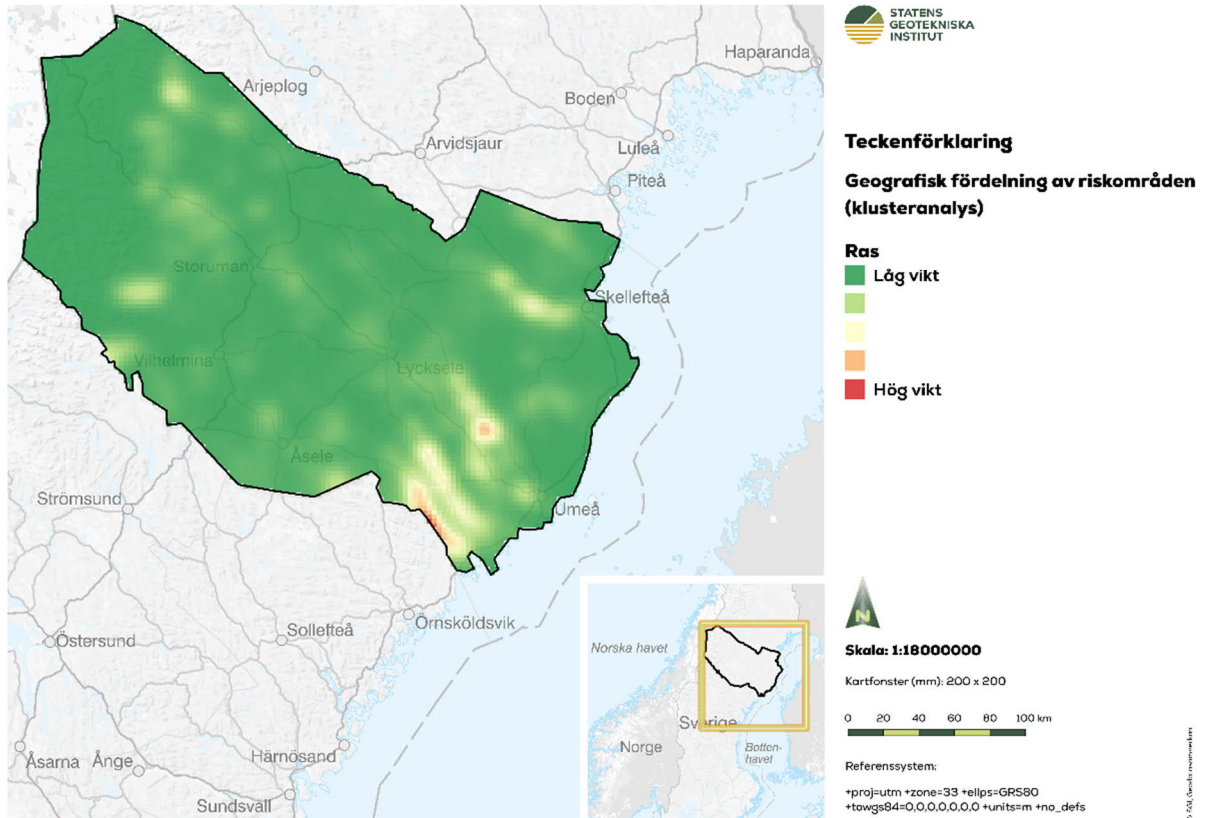
I stora delar av Västerbottens älvdalar, länets inland och kustnära områden finns idag påtagliga förutsättningar för ras, skred och erosion eftersom det finns finkorniga jordarter som sand och silt, vilka är relativt lättroderade. Lera förekommer också och den kan i vissa fall vara skredkänslig. I länet finns flera stora älvar som även skapar förutsättningar för översvämning. De finkorniga jordarna finns ofta längs älvdalarna.

I det här avsnittet beskrivs särskilda riskområden i länet där det finns särskilt hög koncentration av sårbara objekt och verksamheter belägna i områden med förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning. Analyserna utgår från de underlag som beskrivs i kapitel 2 med de begränsningar som respektive underlag har. Mer detaljerade underlag kan ge en delvis annan bild. Notera också att resultaten är relativa för respektive hot.

I avsnitt 2.3 och Bilaga 4 beskrivs metodiken för de s.k. klusteranalyser som använts för identifiering av riskområdena. Analyserna är baserade på "Kernel density estimation" (Kärndensitetsuppskattning), en statistisk teknik för att representera densiteten av objekt inom ett visst område.

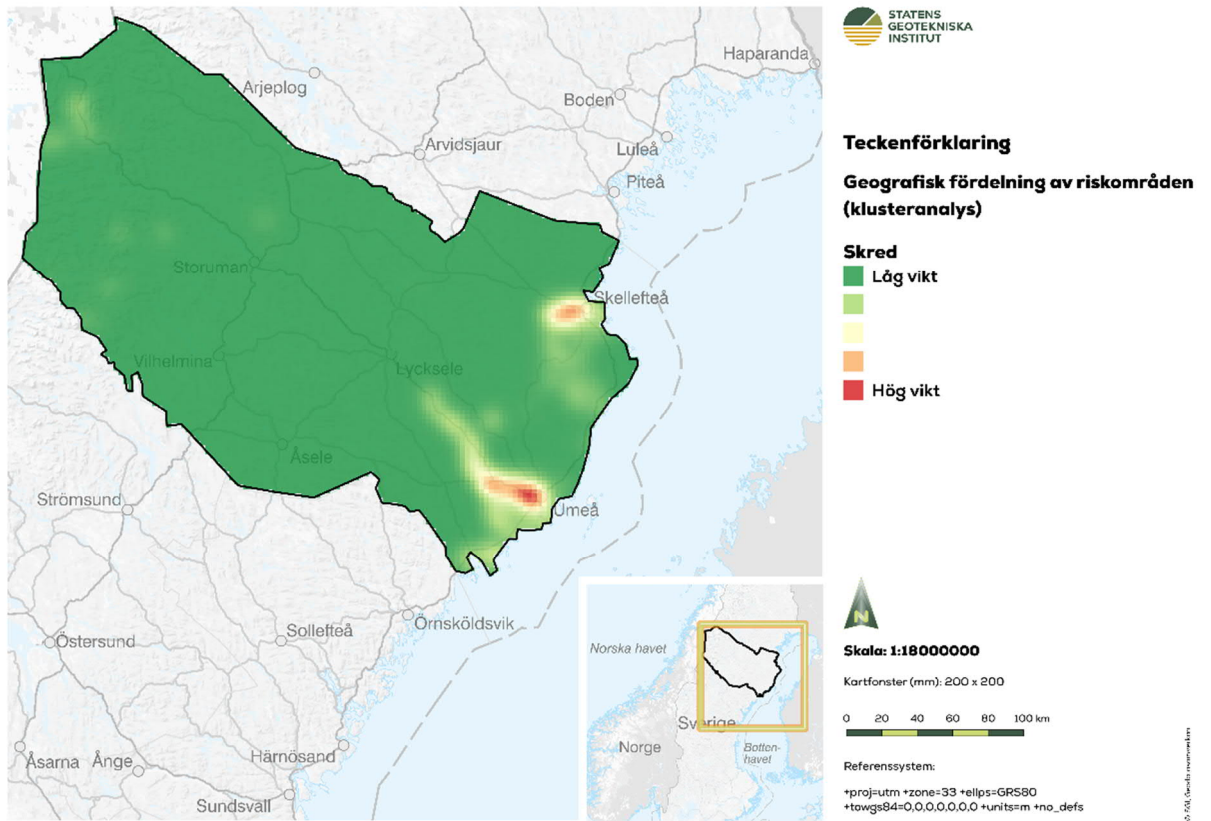
## 6.1 Riskområden för ras och skred

I Figur 34 visas den geografiska fördelningen av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter för områden med förutsättningar för ras. Det är främst områden i länets sydöstra delar som får en högre vikt.



Figur 34 Geografisk fördelning av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter där det finns signifikant ökad risk jämfört med andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för ras.

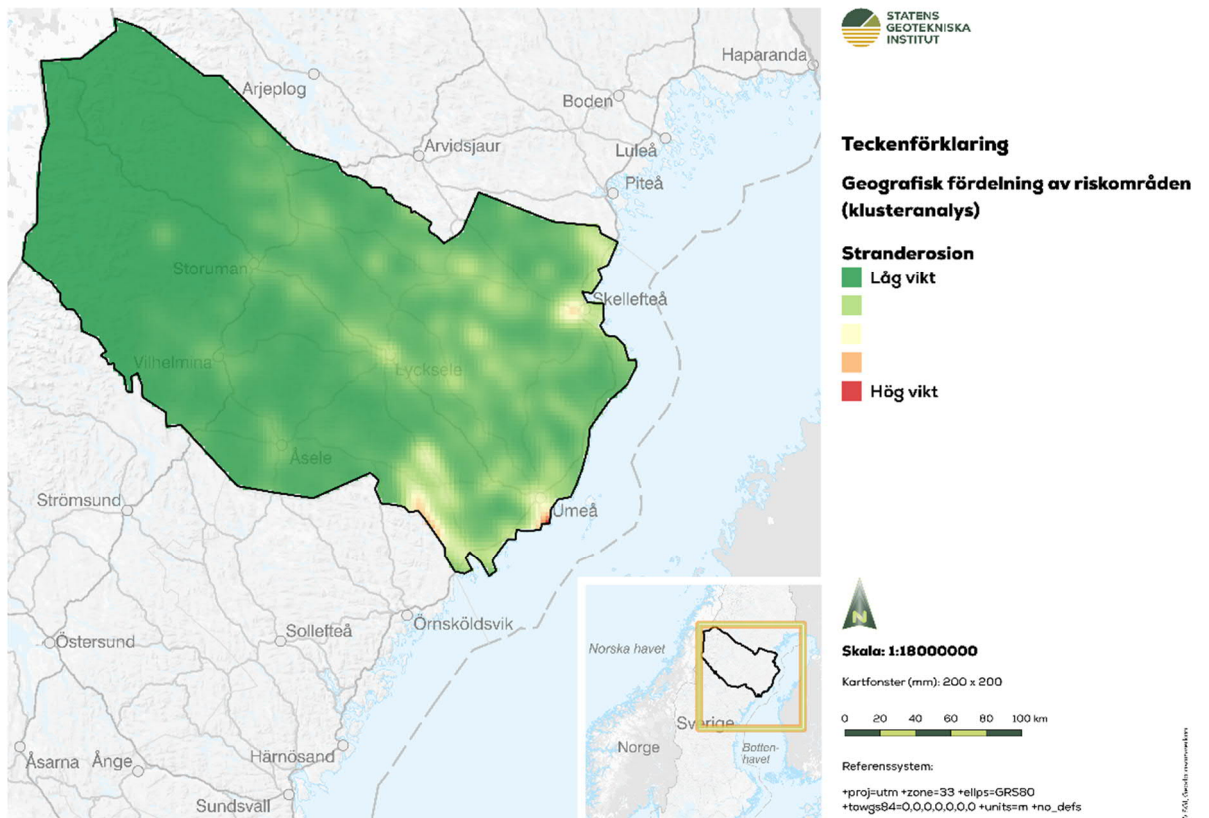
I Figur 35 visas den geografiska fördelningen av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter för områden med förutsättningar för skred. I denna analys framträder områden med högre vikt inom Umeå och Vännäs tätorter längs Umeälven och inom Skellefteå tätort längs Skellefteälven.



Figur 35 Geografisk fördelning av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter där det finns signifikant ökad risk jämfört med andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för skred.

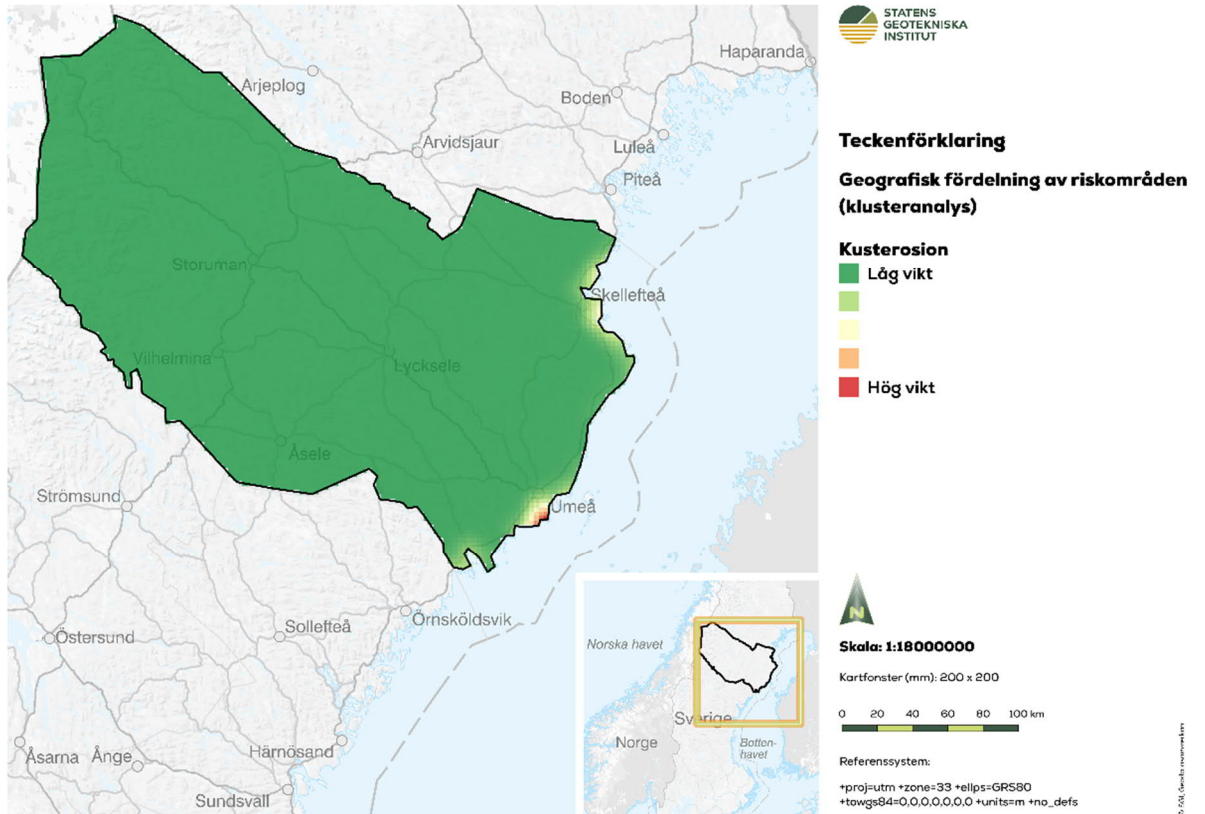
## 6.2 Riskområden för erosion längs vattendrag och kusten

I Figur 36 visas den geografiska fördelningen av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter för områden med förutsättningar för stranderosion längs sjöar och vattendrag. I denna analys framträder områden i Norrforss längs Lögdeälven, Skellefteå tätort samt ett kustområde söder om Umeå tätort med högre vikt. Områden med medelhög vikt förekommer längs många vattendrag i länet.



Figur 36 Geografisk fördelning av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter där det finns signifikant ökad risk jämfört med andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för stranderosion längs sjöar och vattendrag.

I Figur 37 visas den geografiska fördelningen av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter för områden med förutsättningar för stranderosion längs kusten. I analysen framträder kustområdet söder om Umeå tätort med högre vikt.

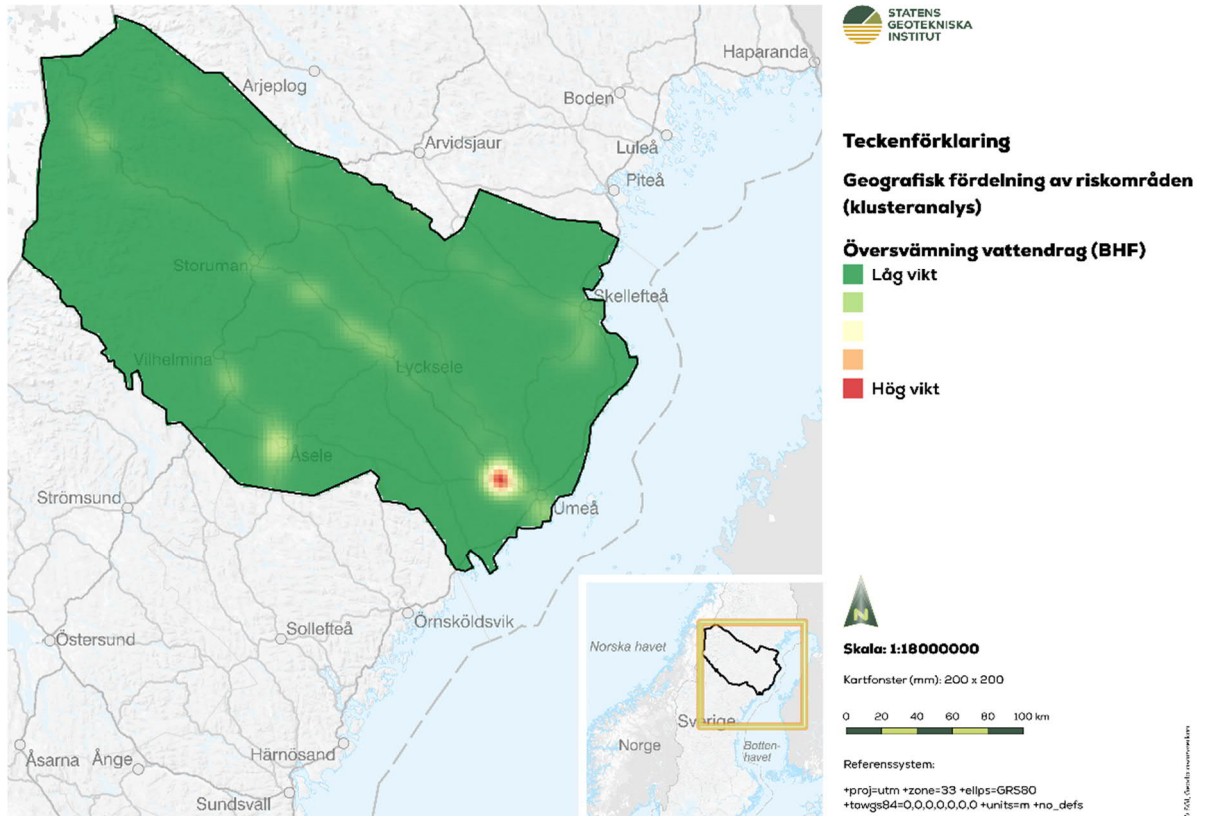


Figur 37 Geografisk fördelning av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter där det finns signifikant ökad risk jämfört med andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för stranderosion längs kusten.





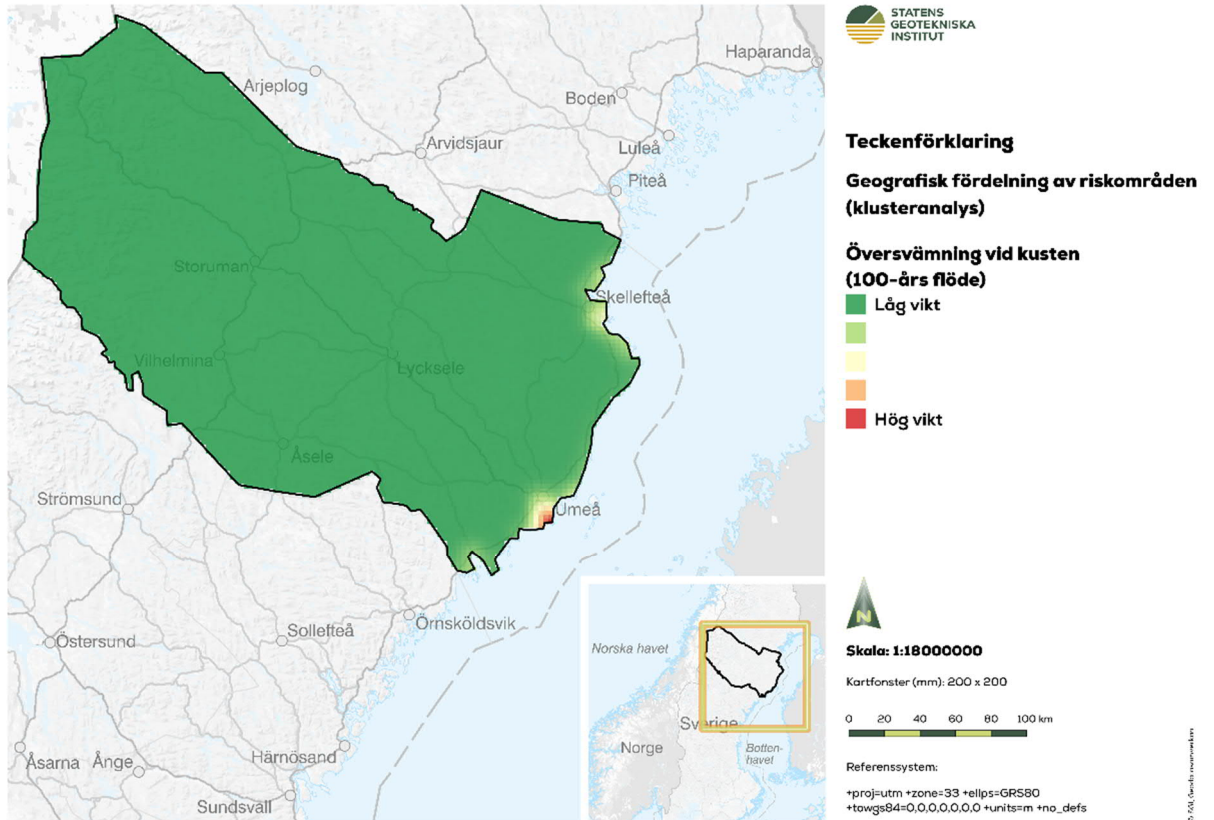
I Figur 39 visas den geografiska fördelningen av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter där det finns en signifikant ökad risk jämfört med andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för översvämning längs sjöar och vattendrag (Beräknat högsta flöde, BHF). Liksom analysen för 100-årsflöde framträder även i denna analys ett område vid Umeå med högre vikt.



Figur 39 Geografisk fördelning av riskområden vid analys av samtliga sårbara objekt och verksamheter där det finns signifikant ökad risk jämfört med andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för översvämning längs sjöar och vattendrag (BHF).

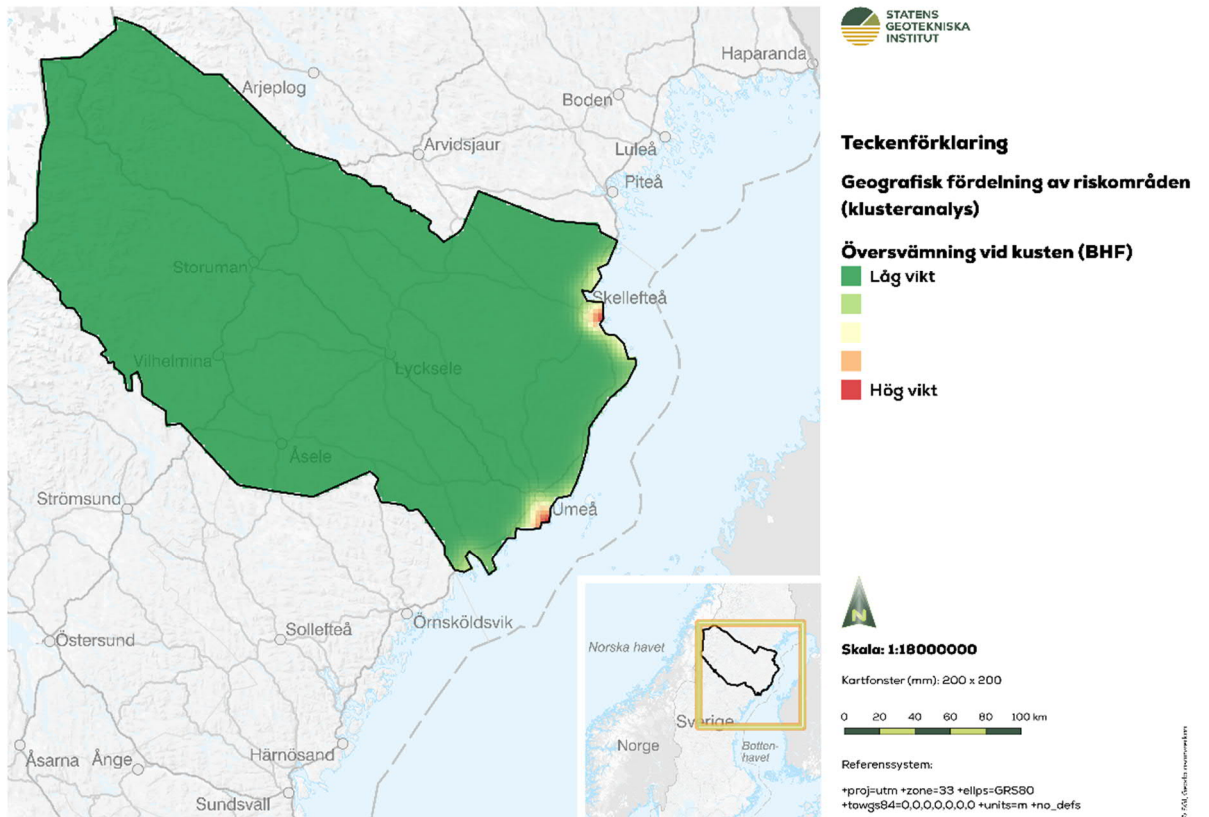
## 6.4 Riskområden för översvämning vid kusten

I Figur 40 visas geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter än i andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för översvämning vid kusten (100-årsflöde). I analysen framträder framför allt ett område med hög vikt vid Holmsund vid Umeälvens utlopp.



Figur 40 Geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter än i andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för översvämning vid kusten (100-årsflöde).

I Figur 41 visas geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter än i andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för översvämning vid kusten (BHF). I analysen framträder framför allt områden med hög vikt vid Holmsund vid Umeälvens utlopp, samt vid Skellefteälvens utlopp.



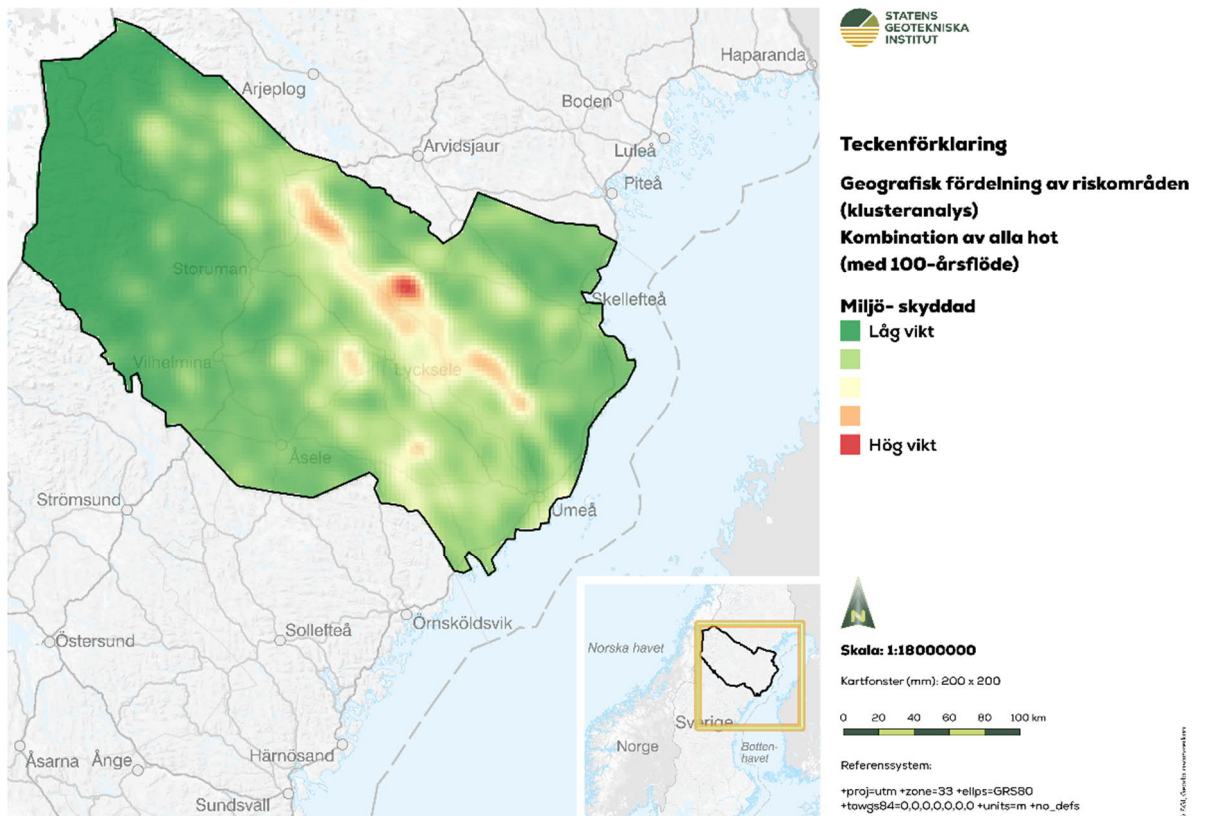
Figur 41 Geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter än i andra områden i Västerbottens län med förutsättningar för översvämning vid kusten (BHF).



## 6.5 Riskområden med kombinerade hot per verksamhet

I detta avsnitt visas identifierade riskområden för samtliga hot kombinerat, dvs ras, skred, erosion och översvämning (kust och vattendrag med 100-årsflöde). Riskområdena visas för de olika verksamheterna: Miljö- skyddade områden, Miljö- anläggning, Ekonomisk verksamhet, Människors liv och hälsa, Kultur och fritid.

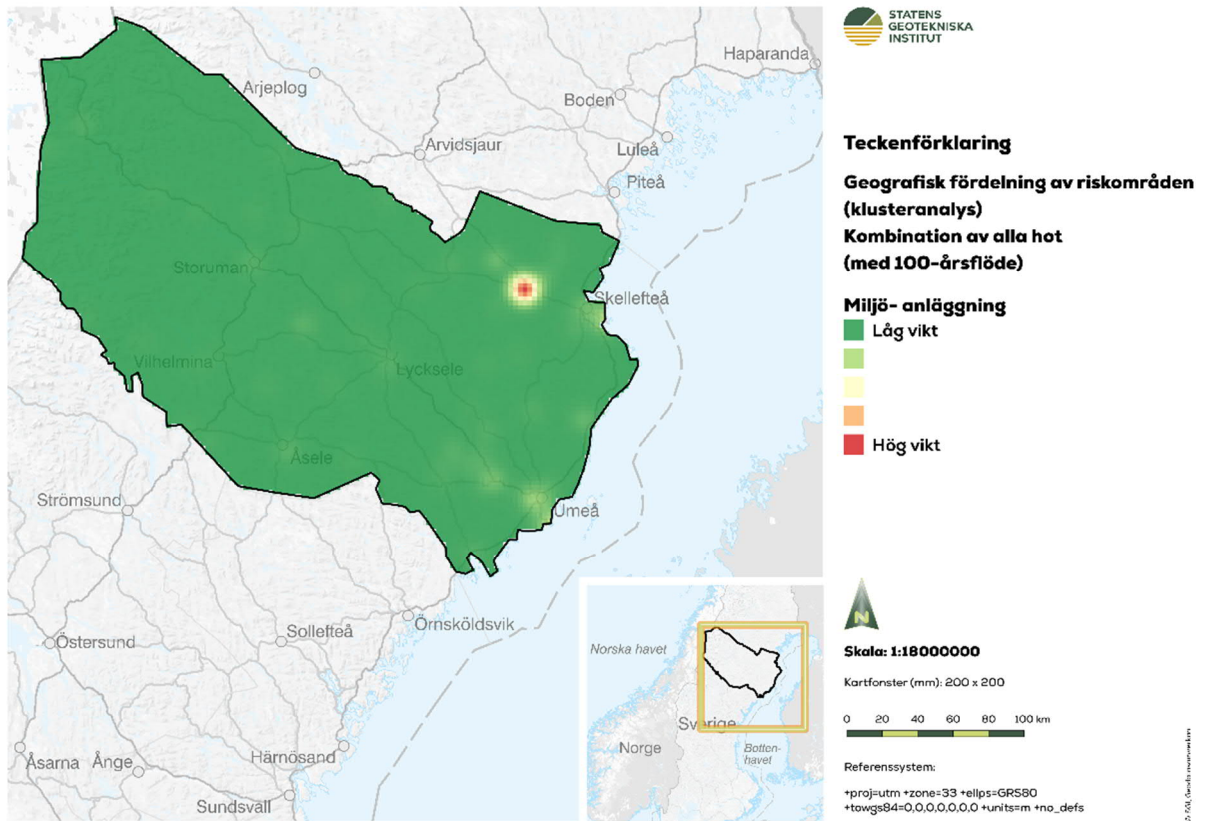
I Figur 42 visas geografiska områden där det finns signifikant mer skyddad natur eller andra naturvärden än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred erosion och översvämning (100-årsflöde)). I analysen framträder framför allt områdena längs Vindelälven med högre vikt.



Figur 42 Geografiska områden där det finns signifikant mer skyddad natur eller andra naturvärden än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)).

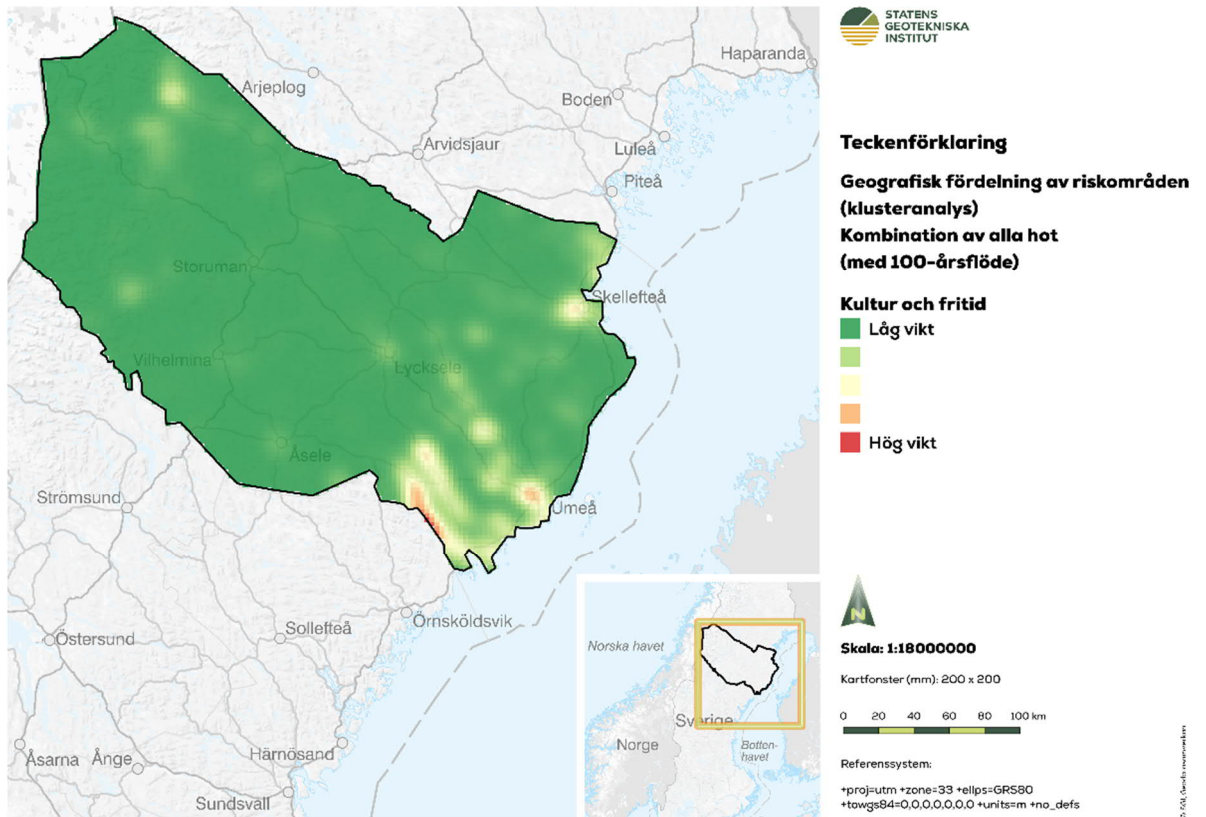


I Figur 43 visas geografiska områden där det finns signifikant fler miljöanläggningar eller förorenade områden än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)). I analysen framträder framför allt området kring Bolidengruvan med hög vikt.



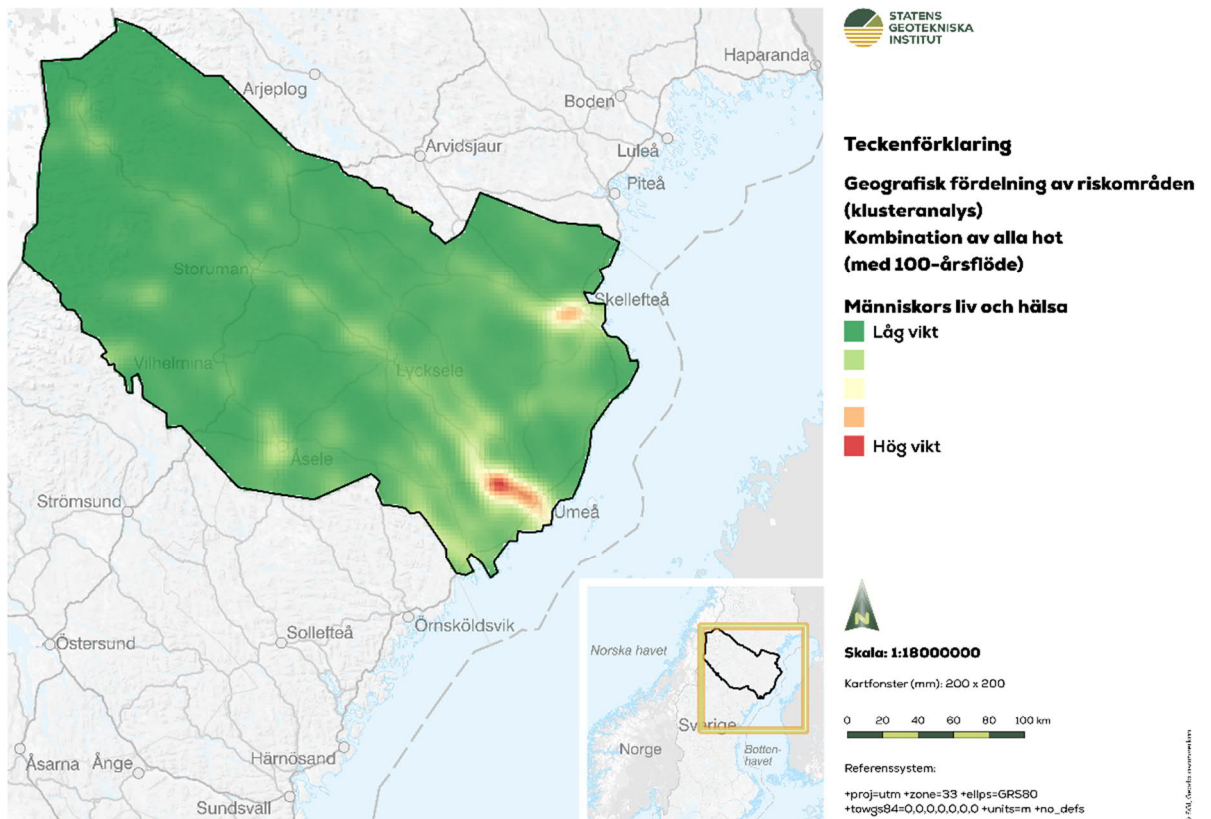
Figur 43 Geografiska områden där det finns signifikant fler miljöanläggningar eller förorenade områden än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)).

I Figur 44 visas geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt relaterade till kulturarv och fritidsaktiviteter än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)). I analysen framträder områden i sydöstra delen av länet med högre vikt.



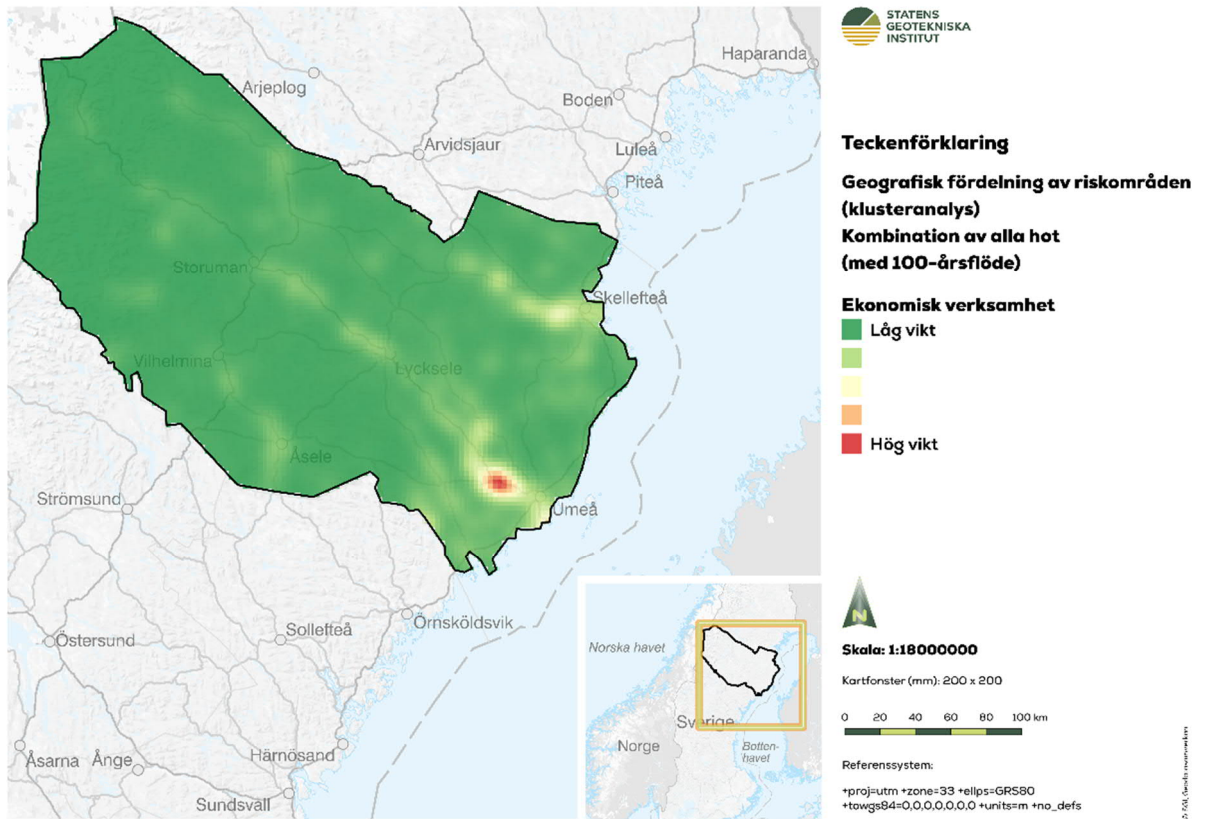
Figur 44 Geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt relaterade till kulturarv och fritidsaktiviteter än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)).

I Figur 45 visas geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter som upprätthåller människors liv och hälsa än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)). I analysen framträder framför allt områden kring Vännäs och Umeå tätorter längs Umeälven, samt Skellefteå tätort längs Skellefteälven med högre vikt.



Figur 45 Geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter som upprätthåller människors liv och hälsa än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)).

I Figur 46 visas geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter som relaterar till ekonomisk aktivitet än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)). I analysen framträder framför allt ett område kring Umeå med högre vikt.

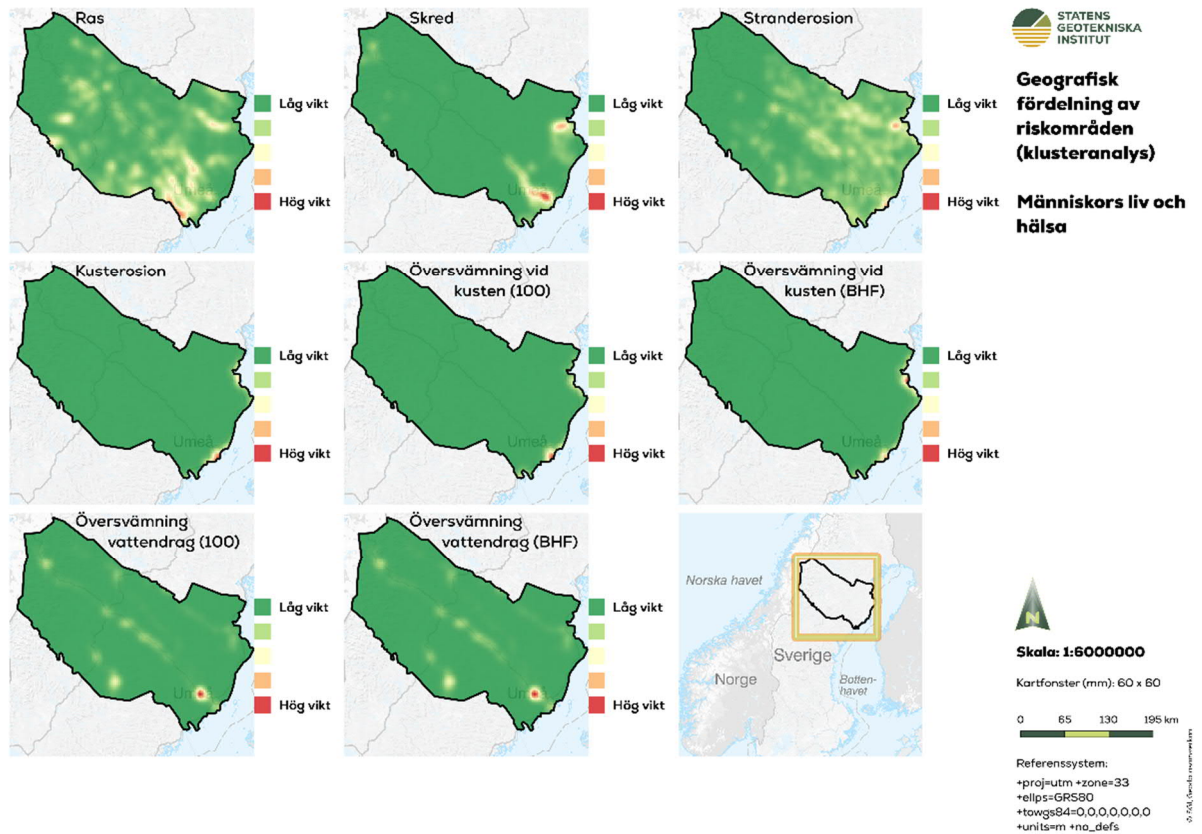


Figur 46 Geografiska områden där det finns signifikant fler sårbara objekt eller verksamheter som relaterar till ekonomisk aktivitet än i andra områden i Västerbottens län med alla hot kombinerat (ras, skred, erosion samt översvämning (100-årsflöde)).



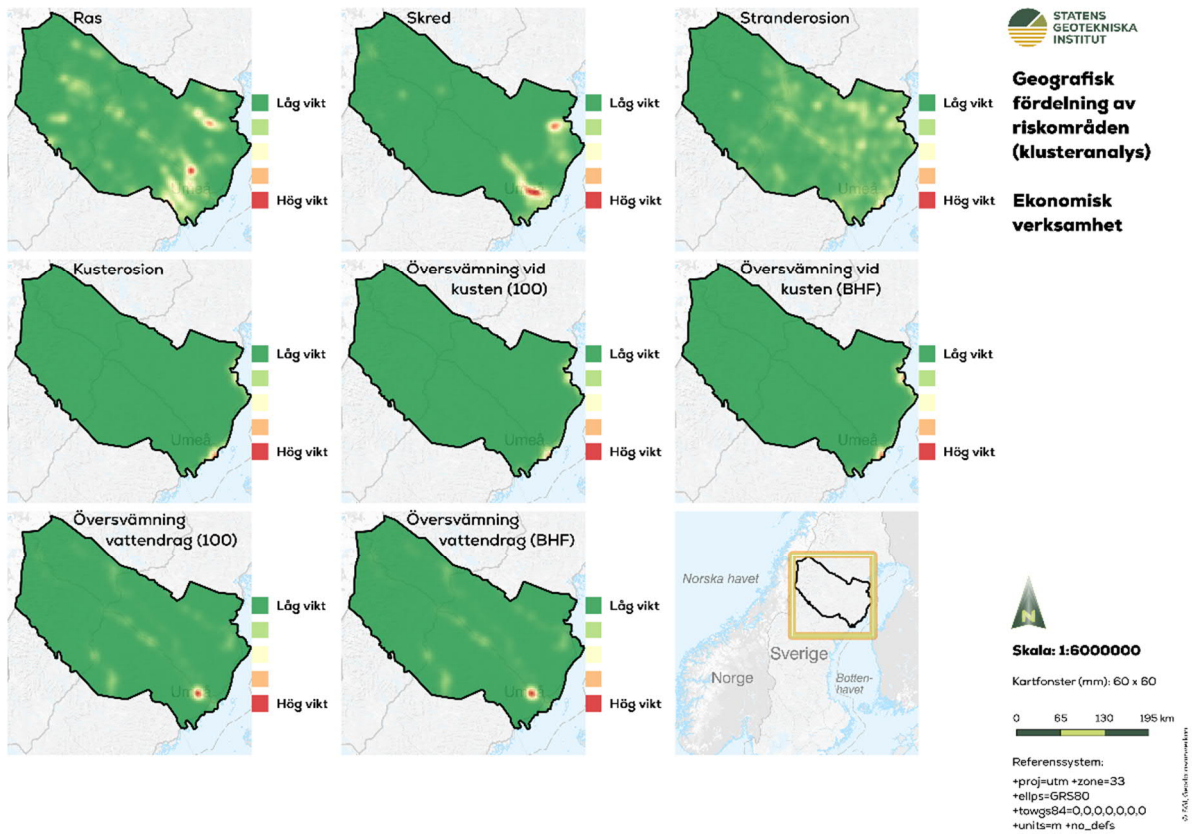
## 6.6 Riskområden för sårbara objekt och verksamheter

I det här avsnittet presenteras resultat med geografiska områden i Västerbottens län med särskilt hög koncentration av sårbara objekt fördelat på olika verksamhetskategorier i Figur 47, Figur 48, Figur 49, Figur 50 och Figur 51.

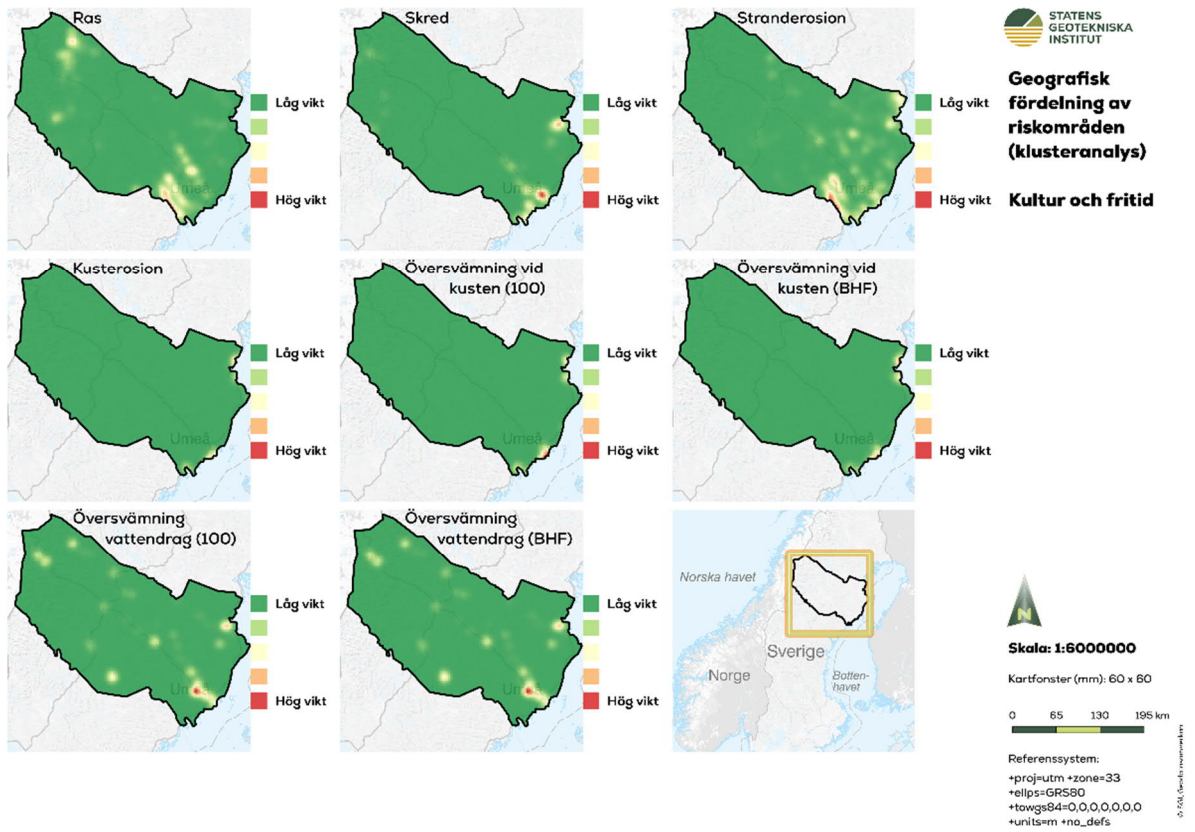


Figur 47 Geografisk utbredning av områden med särskilt hög koncentration av sårbara objekt relaterade till människors liv och hälsa som hotas av ras, skred, erosion och översvämning.

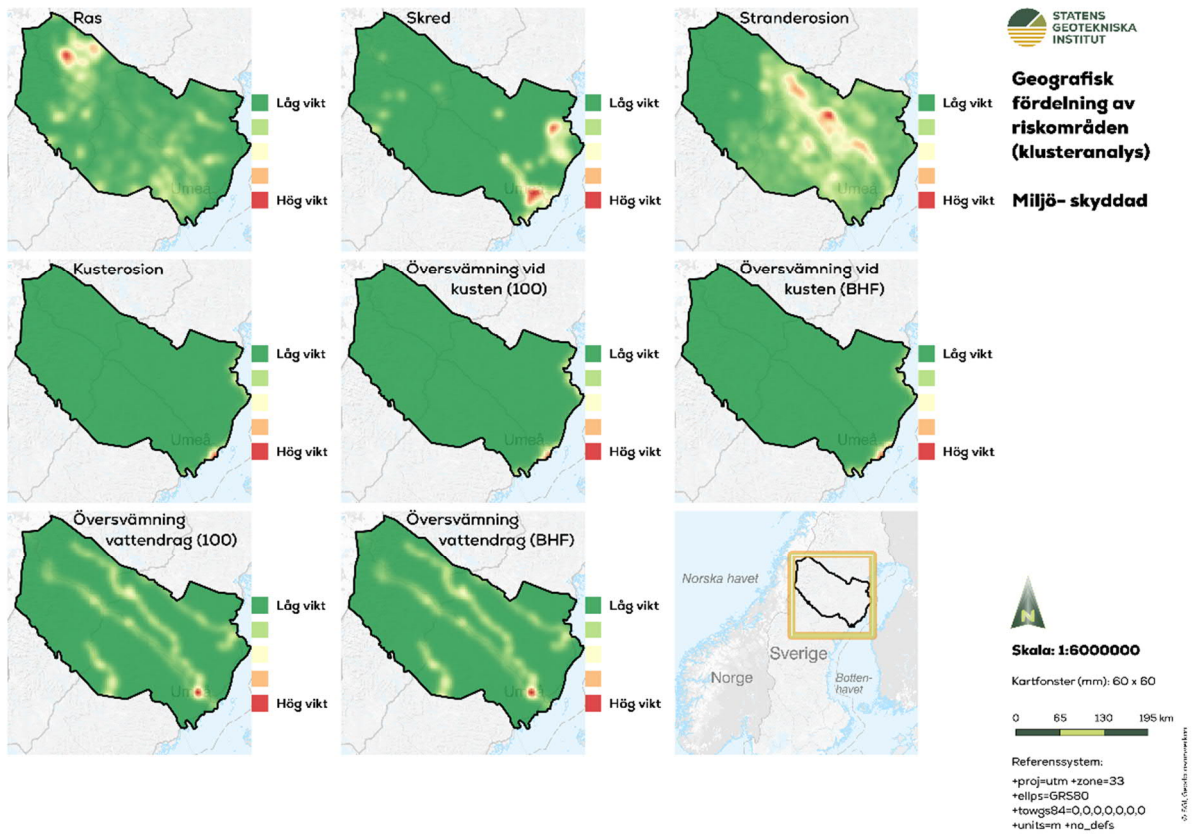




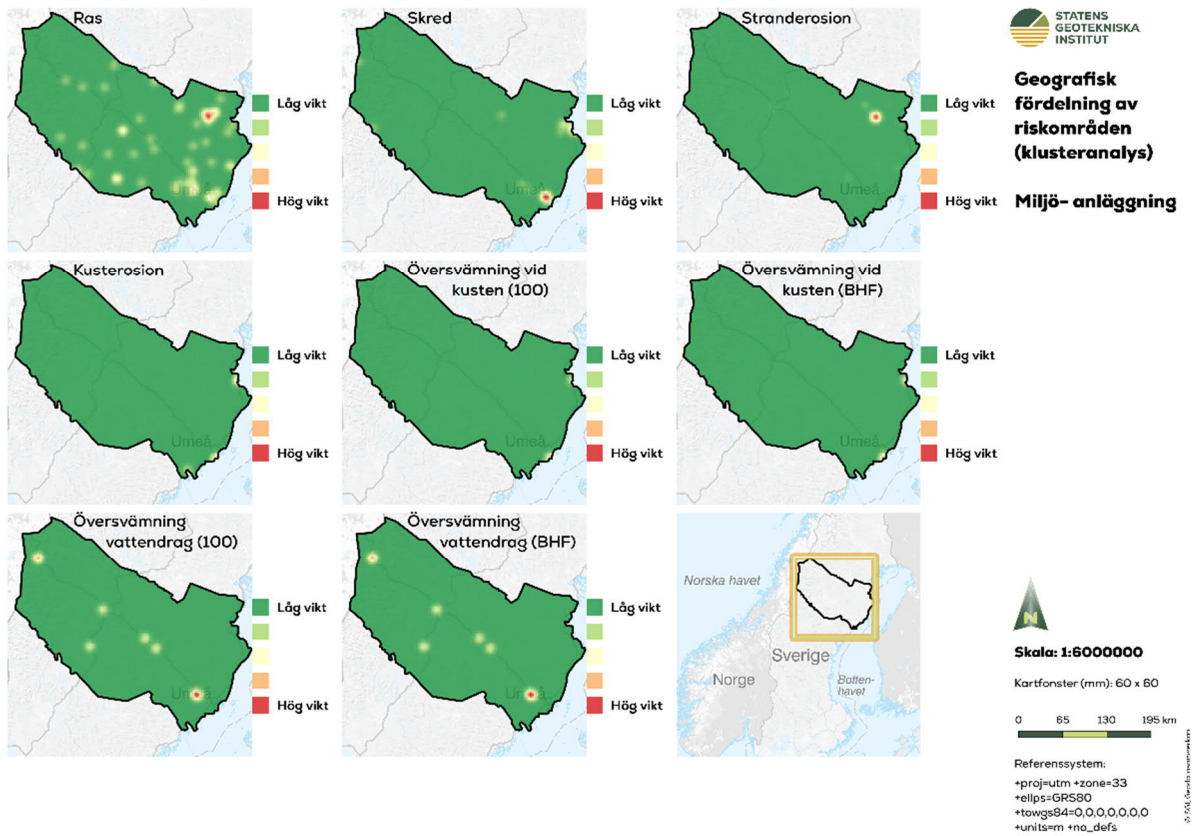
Figur 48 Geografisk utbredning av områden med särskilt hög koncentration av sårbara objekt relaterade till ekonomisk verksamhet som hotas av ras, skred, erosion och översvämning.



Figur 49 Geografisk utbredning av områden med särskilt hög koncentration av sårbara objekt relaterade till kultur- och fritidsverksamhet som hotas av ras, skred, erosion och översvämning.



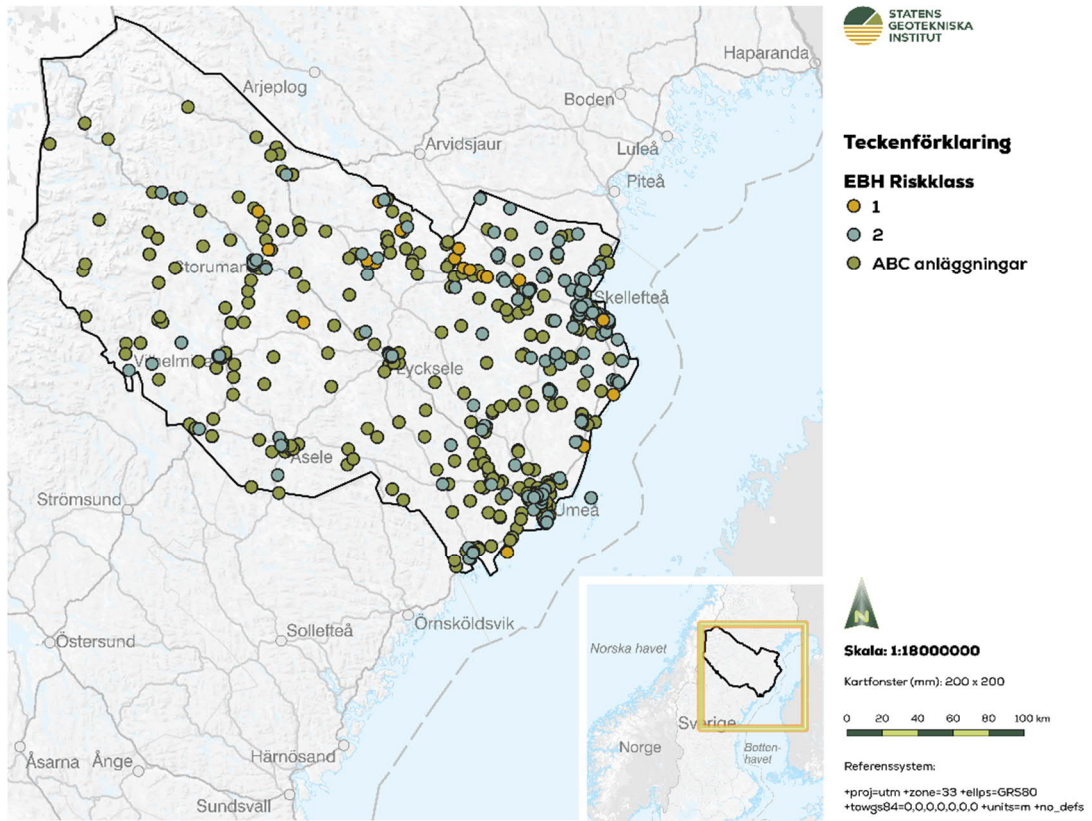
Figur 50 Geografisk utbredning av områden med särskilt hög koncentration av sårbara objekt relaterade till värdefull natur som hotas av ras, skred, erosion och översvämning.



Figur 51 Geografisk utbredning av områden med särskilt hög koncentration av sårbara objekt relaterade till potentiellt miljöstörande verksamhet som hotas av ras, skred, erosion och översvämning.

Figur 52 visar fördelning av förorenade områden enligt EBH riskklass 1 och 2 i Västerbottens län.





Figur 52 Fördelning av förorenade områden enligt EBH riskklass 1 och 2 i Västerbottens län.



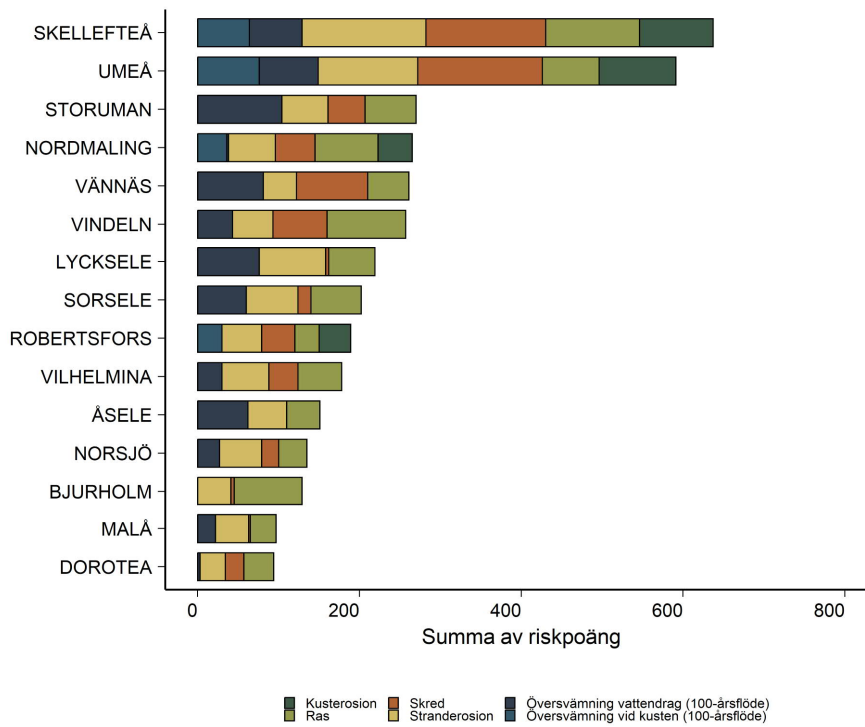
## 7 Översiktliga risker per kommun

En översiktlig bedömning av risken för ras, skred, erosion och översvämning har gjorts per kommun. Analyserna har gjorts utifrån beskrivningen i kapitel 2. Kommunerna jämförs genom att en total poäng beräknas. Observera att den totala poängen som har räknats fram för ras, skred, erosion och översvämning per kommun inte kan jämföras mellan de olika naturhändelserna. En jämförelse kan endast göras mellan olika kommuner inom respektive naturhändelse. Högre poäng motsvarar en högre andel objekt och verksamheter som är sårbara för respektive ras, skred, erosion och översvämning inom kommunen.

Observera att för ras, skred och erosion utgår undersökningen från tillgängliga data som visar på förutsättningar för dessa händelser. För att bedöma sannolikheten för att ett objekt eller en verksamhet kommer påverkas av ras, skred och erosion behöver en kompletterande lokal utredning göras. Resultatet ger endast en indikation på hur många verksamheter som skulle kunna påverkas i varje kommun och där mer detaljerade undersökningar behöver genomföras.

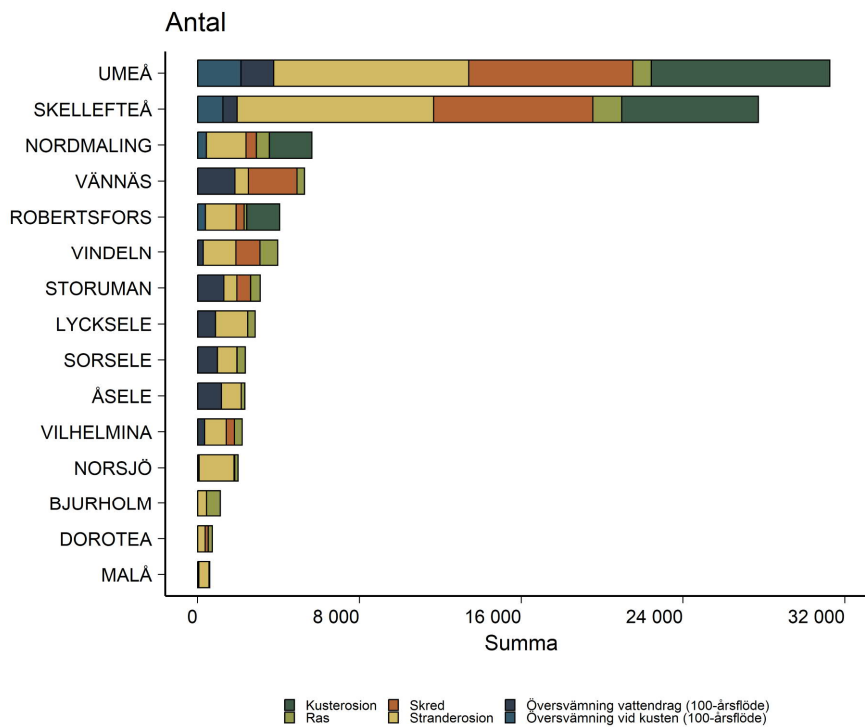
### 7.1 Övergripande riskbild

Baserat på beräknade riskpoäng, det vill säga hur många objekt eller verksamheter per kommun som finns inom hotade områden av ras, skred, erosion och översvämning, har Skellefteå och Umeå kommuner den sammantaget största riskbilden (Figur 53). Den totala summan av riskpoäng är mer än dubbelt så stor för Skellefteå och Umeå kommuner jämfört med övriga kommuner. Fördelningen av riskpoängen är relativt lika över samtliga kategorier av naturolyckor men skred och stranderosion sticker ut något.



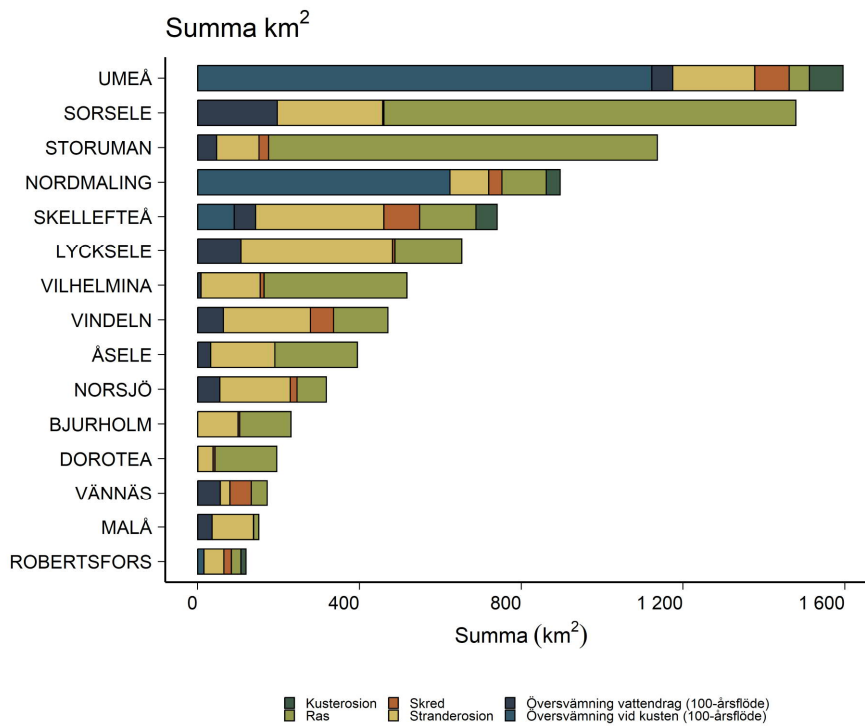
Figur 53 Beräknade riskpoäng baserat på sårbara objekt i områden med förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning fördelat på kommuner i Västerbottens län.

Sett till antalet sårbara objekt eller verksamhet som kan påverkas av ras, skred, erosion eller översvämning, finns det flest i Umeå kommun följt av Skellefteå kommun (Figur 54). Som förväntat, utgör kust- och stranderosion en stor del av hotet mot verksamheterna i både Umeå och Skellefteå kommun.



Figur 54 Antalet sårbara objekt och verksamheter inom områden hotade av ras, skred, erosion och översvämning fördelat på kommuner i Västerbottens län.

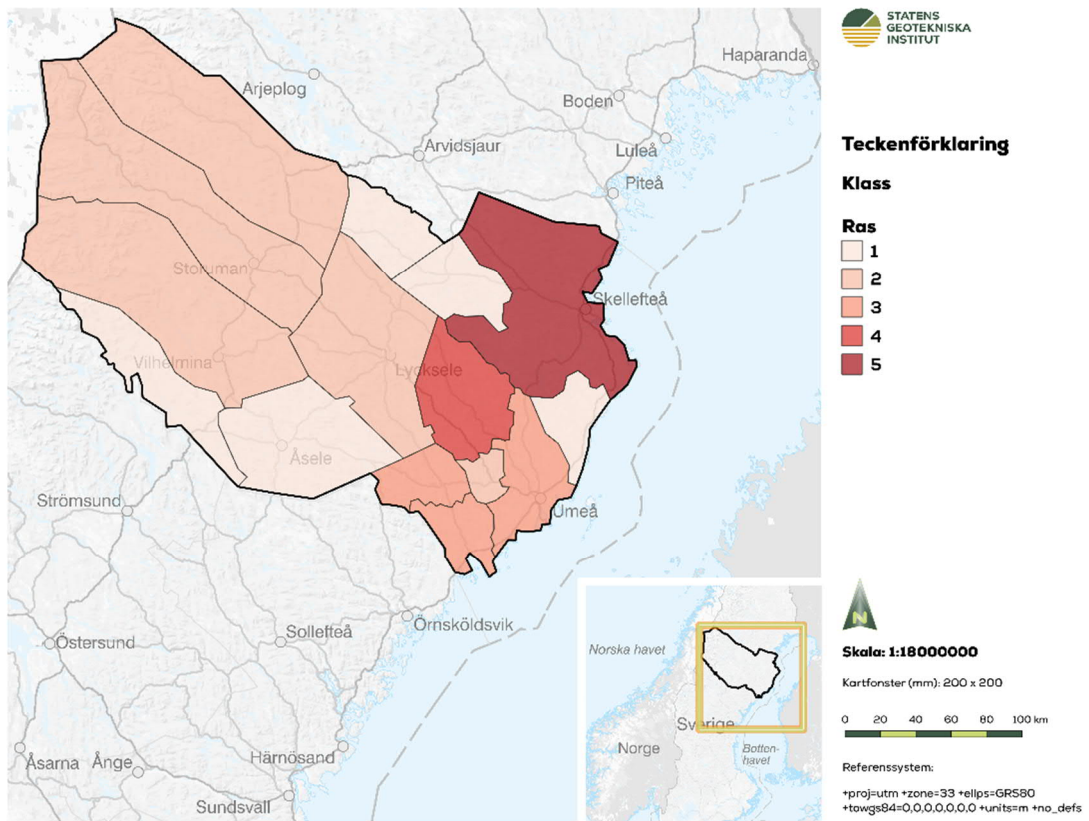
Andelen yta i de olika kommunerna i Västerbottens län med förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning redovisas i Figur 55. I Sorsele och Storumans kommuner finns stora ytor som kan påverkas av ras. Umeå kommun toppar listan med påverkade ytor främst på grund av förutsättningar för översvämning. Förutsättning för översvämning av stora ytor återfinns även i Nordmalings kommun.



Figur 55 Fördelning av yta (km<sup>2</sup>) per kommun i Västerbottens län där det finns förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning.

## 7.2 Ras

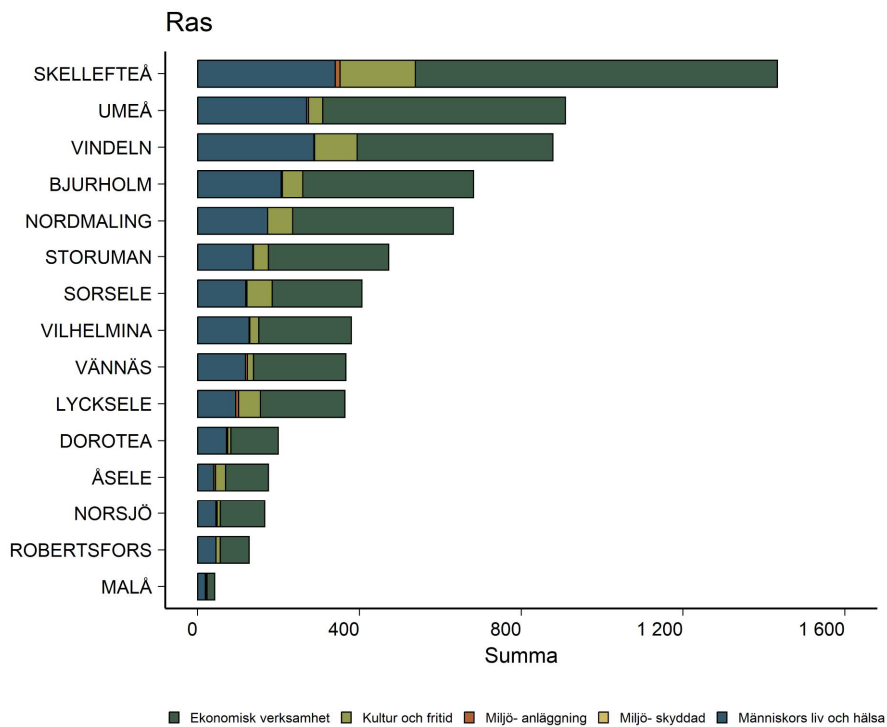
Skellefteå, Vindeln och Bjurholms kommuner är de områden där flest andel verksamheter finns inom område med förutsättningar för ras (grovkorniga jordarter). Robertsfors och Malå kommuner har minst andel verksamheter inom områden med förutsättning för ras (Figur 56).



Figur 56 Beräknad översiktlig risk per kommun i Västerbottens län baserad på sårbara objekt eller verksamheter i områden med förutsättningar för ras.

Ekonomisk verksamhet är över lag den kategori som bidrar mest till antalet sårbara objekt inom områden med förutsättning för ras. Utmärkande är att även kategorin människors liv och hälsa sticker ut, samt kulturvärden i Skellefteå kommun. I Skellefteå och Lycksele kommuner framträder även miljö- anläggning med flertalet sårbara objekt (Figur 57).

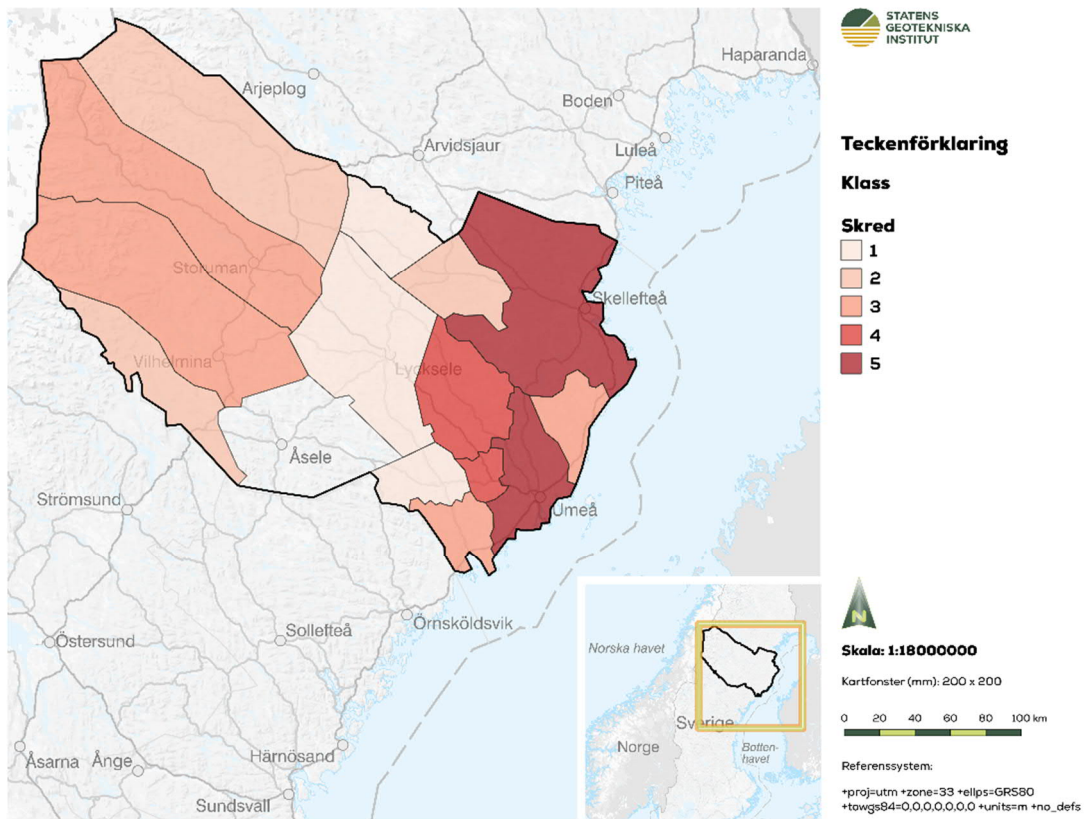




Figur 57 Antal sårbara objekt inom områden med förutsättningar för ras fördelat på kommun och olika verksamhetskategorier.

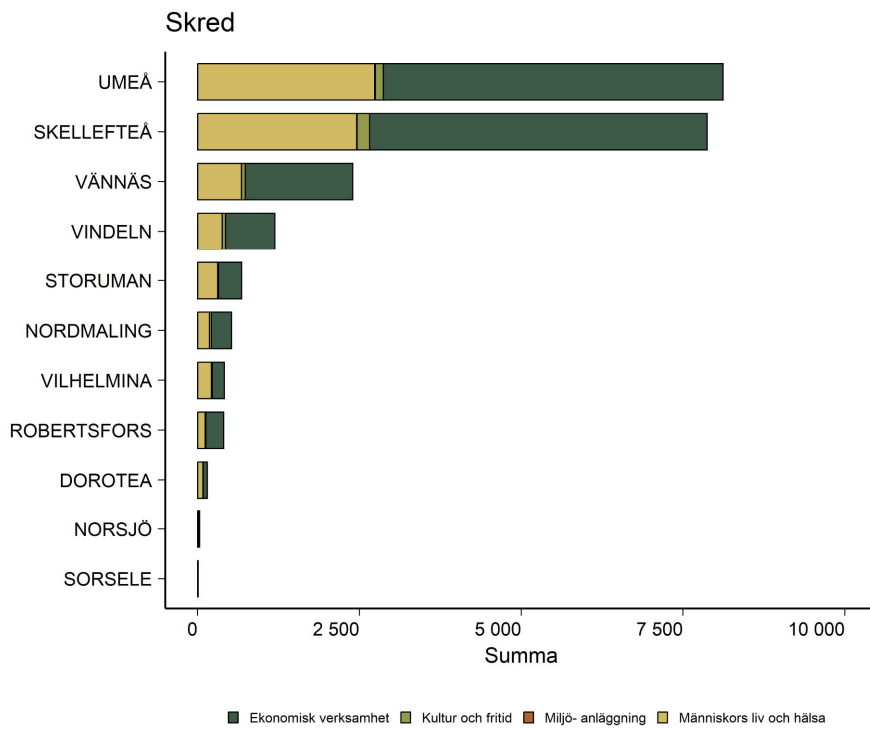
### 7.3 Skred

Umeå, Skellefteå, och Vännäs kommuner är de områden där flest andel verksamheter finns inom område med förutsättningar för skred (finkorniga jordarter). Åsele kommun har minst andel verksamheter inom områden med förutsättning för skred (Figur 58).



Figur 58 Beräknad översiktlig risk per kommun i Västerbottens län baserad på sårbara objekt och verksamheter i områden med förutsättningar för skred.

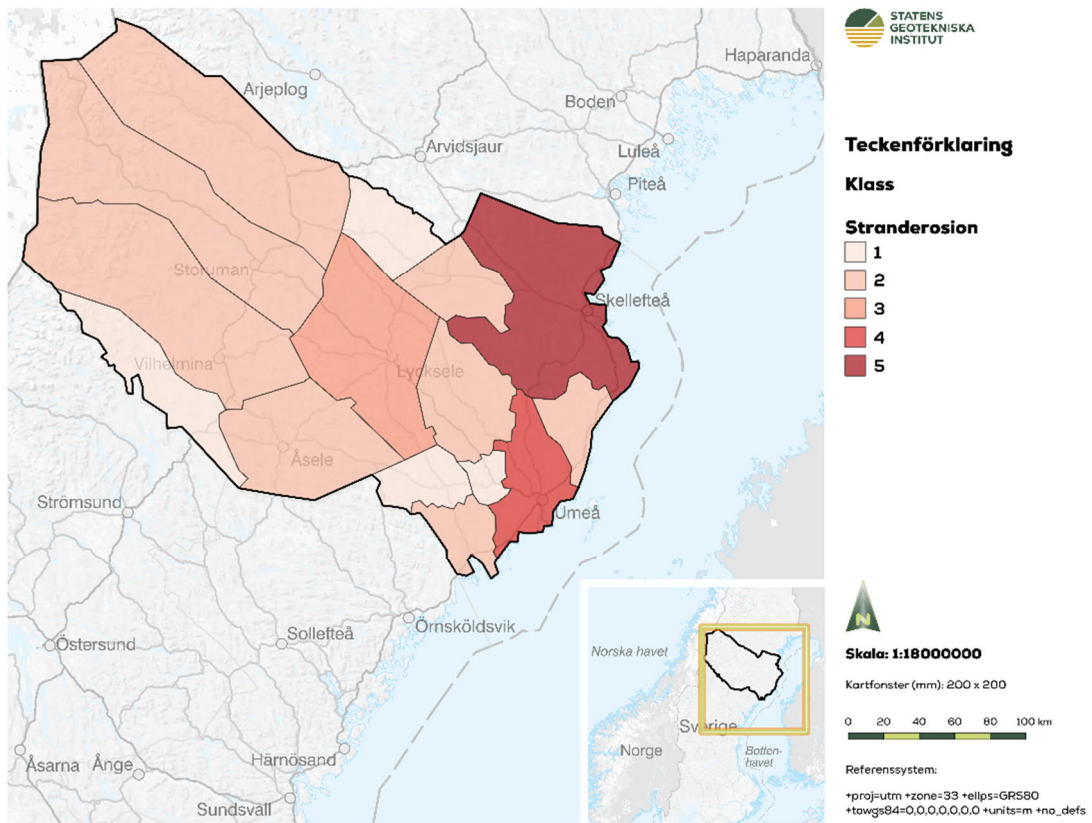
Ekonomisk verksamhet tillsammans med människors liv och hälsa utgör de största andelarna av sårbara objekt inom områden med förutsättningar för skred. Precis som för ras, utgör skred ett hot mot kulturvärden, främst i Skellefteå kommun (Figur 59).



Figur 59 Antal sårbara objekt inom områden med förutsättningar för skred fördelat på kommun och olika verksamhetskategorier.

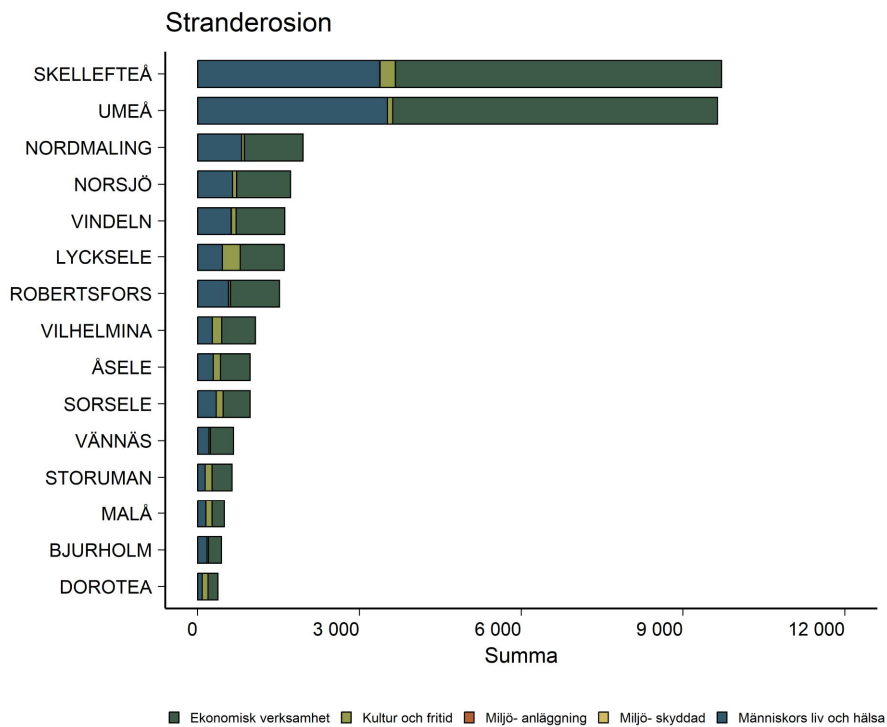
#### 7.4 Erosion vid vattendrag och kust

Skellefteå, Umeå och Lycksele kommuner är de områden där flest andel verksamheter finns inom område med förutsättningar för erosion längs vattendrag. Dorotea, Malå, Bjurholm, Vännäs och Robertsfors kommuner har minst andel verksamheter inom områden med förutsättning för erosion längs vattendrag (Figur 60).



Figur 60 Beräknad översiktlig risk per kommun i Västerbottens län baserad på sårbara objekt och verksamheter i områden med förutsättningar för erosion längs vattendrag.

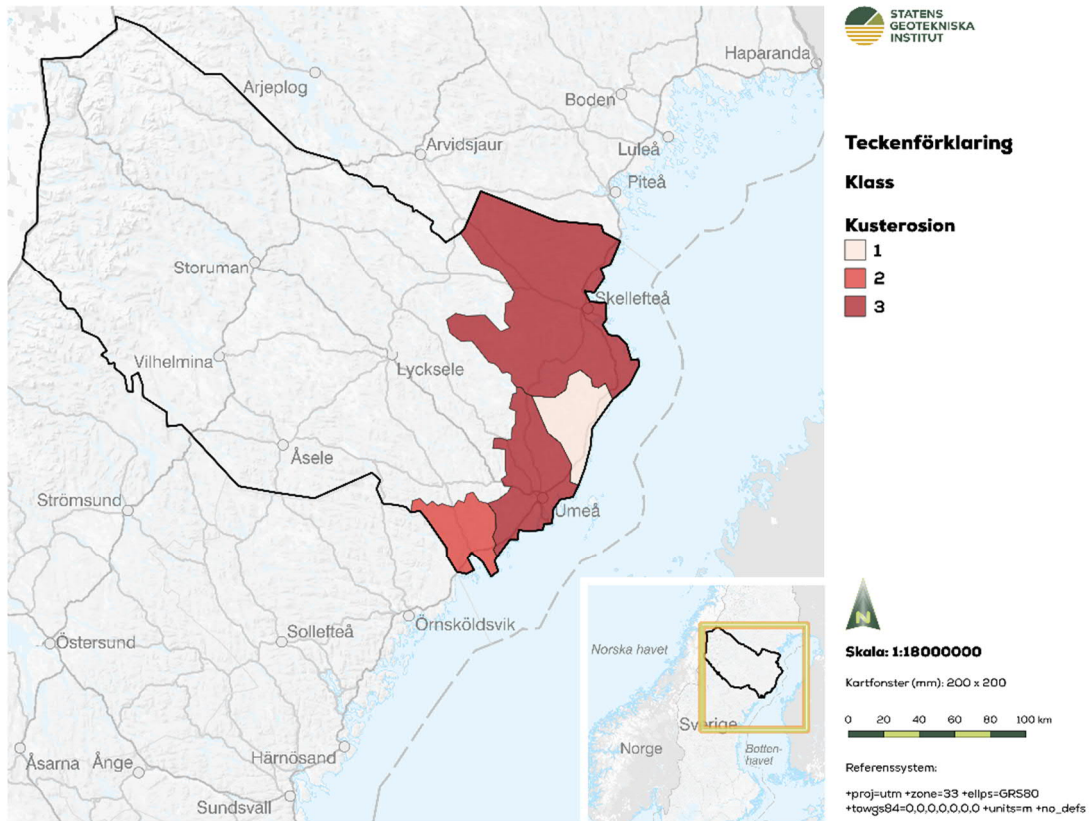
Skellefteå och Umeå kommuner har ett stort antal sårbara ekonomiska verksamheter inom områden med förutsättning för erosion längs vattendrag. I Lycksele kommun bidrar ett stort antal kulturvärden till de sårbara objekten inom områden för erosion längs vattendrag (Figur 61).



Figur 61 Antal sårbara objekt inom områden med förutsättningar för erosion längs vattendrag fördelat på kommun och olika verksamhetskategorier.

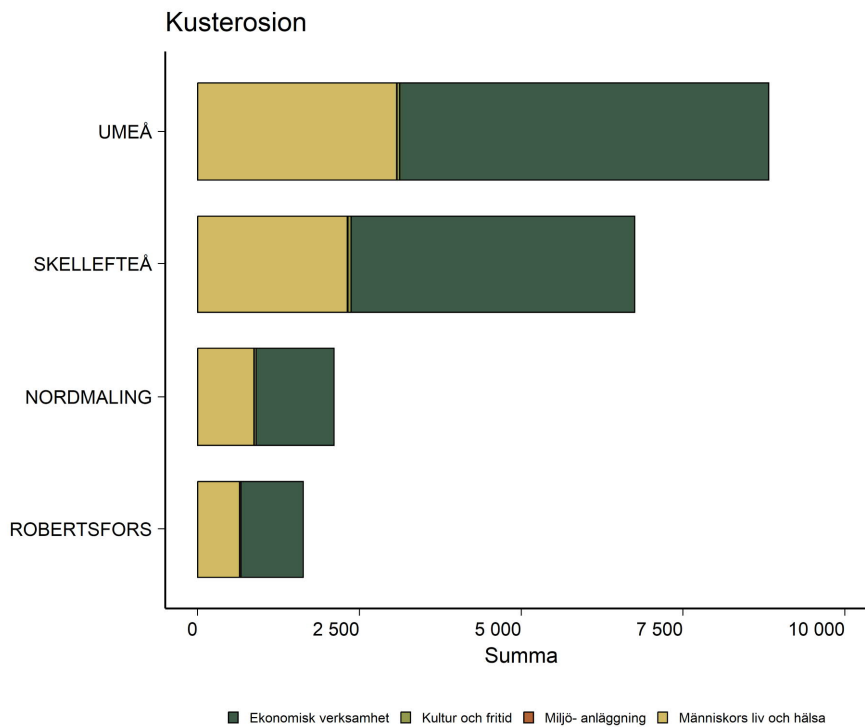
Skellefteå och Umeå kommuner är de områden där flest andel verksamheter finns inom områden med förutsättningar för kusterosion. Robertsfors kommun har minst andel verksamheter inom områden med förutsättning för kusterosion (Figur 62).





Figur 62 Beräknad översiktlig risk per kommun i Västerbottens län baserad på sårbara objekt och verksamheter i områden med förutsättningar för kusterosion.

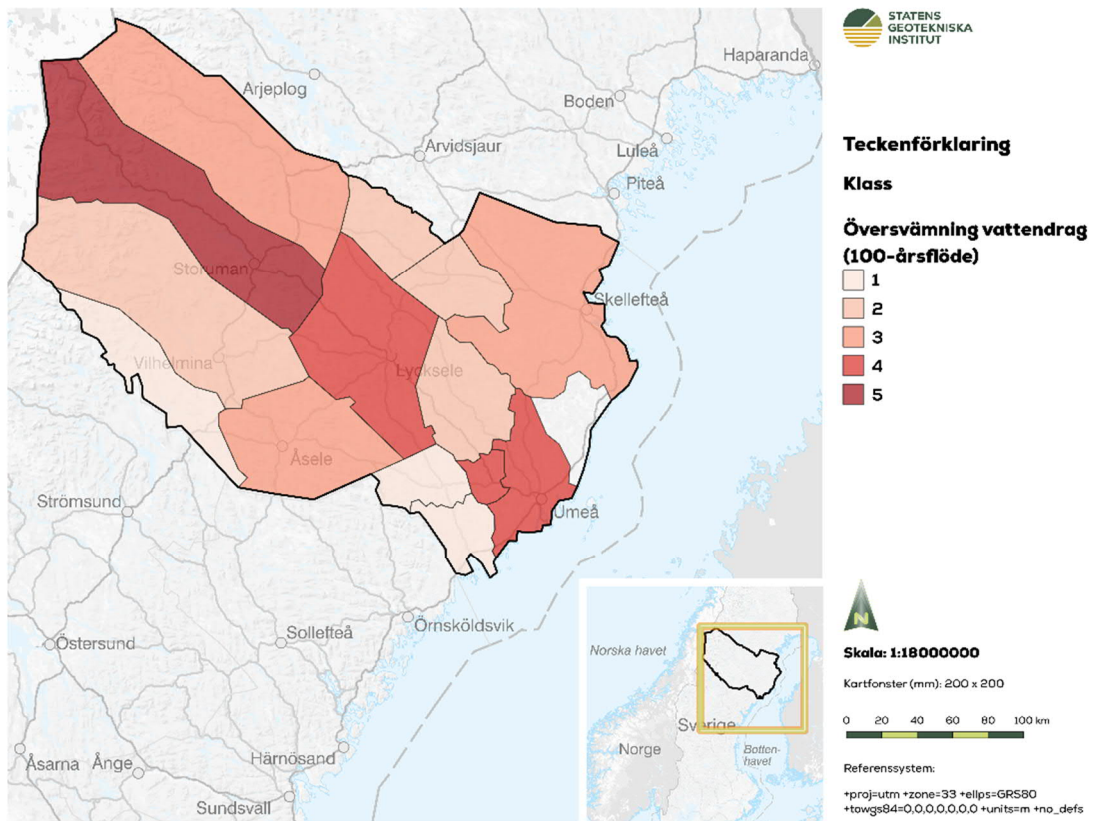
Skellefteå och Umeå kommuner har de största antalen sårbara ekonomiska verksamheter inom områden med förutsättning för kusterosion. Även kategorin människors liv och hälsa utmärker sig i förhållande till övriga verksamhetskategorier (Figur 63).



Figur 63 Antal sårbara objekt inom områden med förutsättningar för kusterosion fördelat på kommun och olika verksamhetskategorier.

## 7.5 Översvämning vid vattendrag och kust

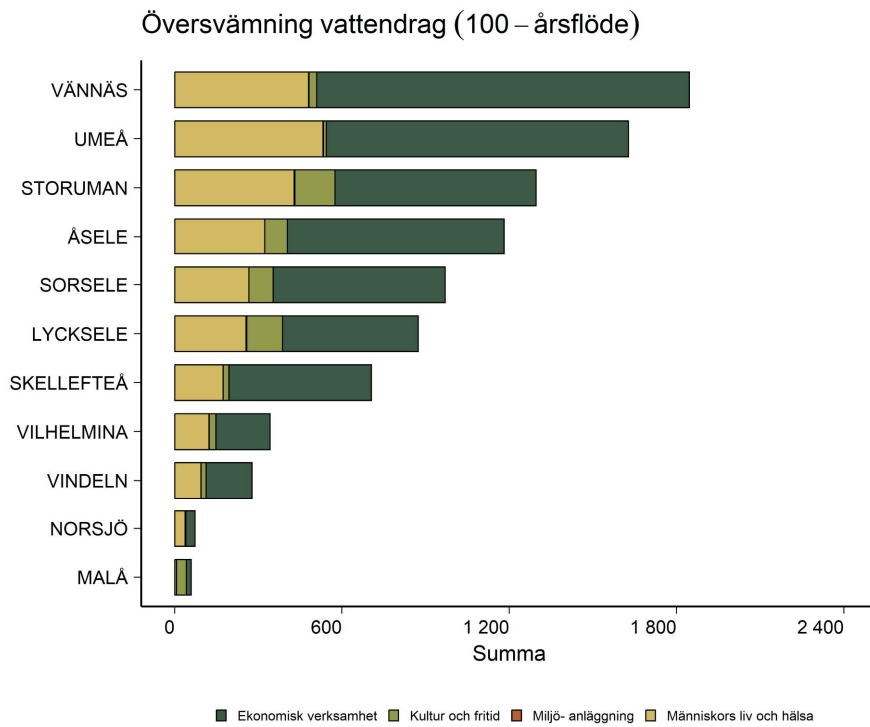
Översvämning vid vattendrag och kust avser här resultat för beräknat 100-årsflöde. Storuman, Lycksele och Umeå kommuner är de områden där flest andel verksamheter finns inom områden med förutsättningar för översvämning av vattendrag. Robertsfors och Nordmalings kommuner har minst andel verksamheter inom områden med förutsättning för översvämning av vattendrag (Figur 64).



Figur 64 Beräknad översiktlig risk per kommun i Västerbottens län baserad på sårbara objekt och verksamheter i områden med förutsättningar för översvämning längs vattendrag (100-årsflöde).

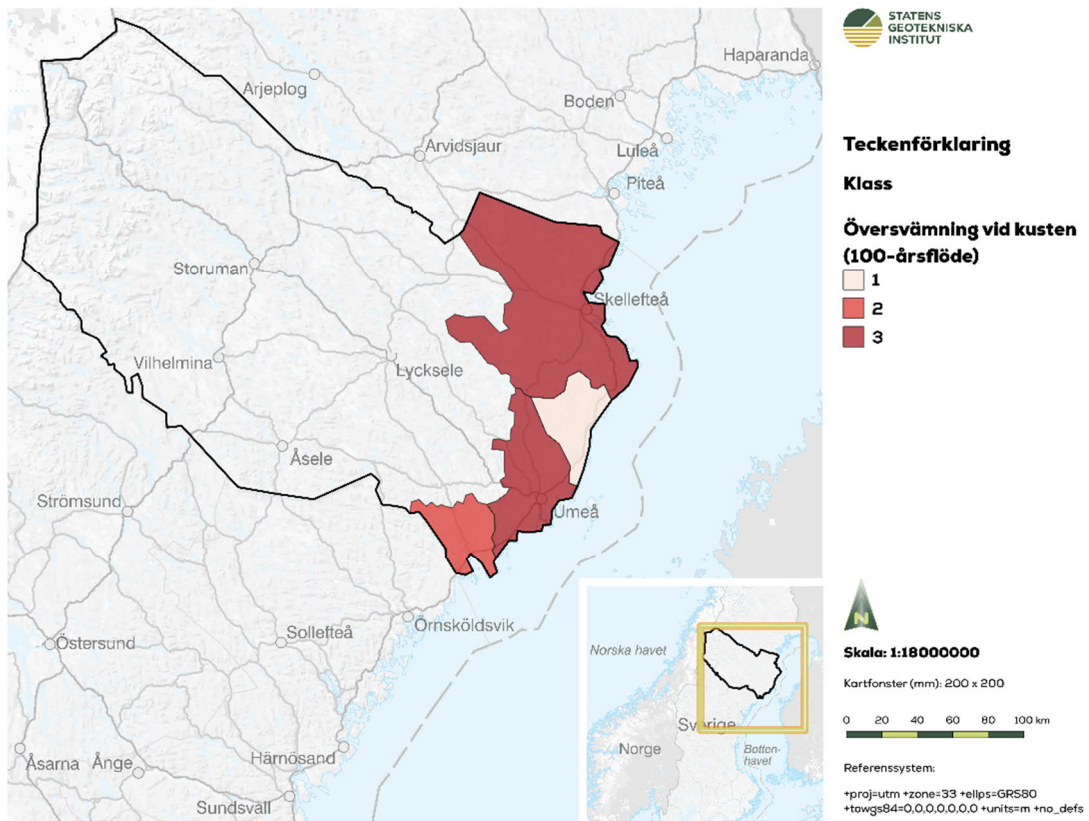
Översvämning längs vattendrag beräknat som BHF (beräknat högsta flöde) ger samma riskbild per kommun som 100-årsflödet.

Ekonomisk verksamhet tillsammans med människors liv och hälsa är de kategorier som bidrar mest till antalet sårbara objekt inom områden med förutsättning för översvämning längs vattendrag. Här hamnar Vännäs och Umeå högst i risk-klassningen. Utmärkande är även att flertalet kulturvärden kan vara sårbara i kommunerna Storuman, Lycksele, Sorsele och Åsele (Figur 65).



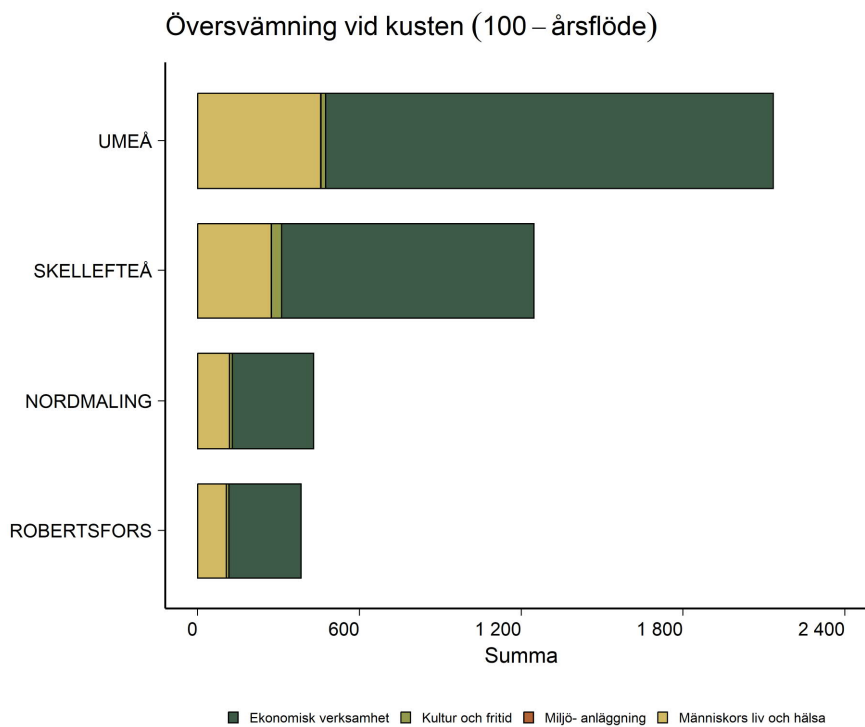
Figur 65 Antal sårbara objekt inom områden med förutsättningar för översvämning längs vattendrag fördelat på kommun och olika verksamhetskategorier.

Skellefteå och Umeå kommuner är de områden där flest andel verksamheter finns inom områden med förutsättningar för kustöversvämning. Robertsfors kommun har minst andel verksamheter inom områden med förutsättning för kustöversvämning (Figur 66). Noterbart är att utfallet blir samma för både kustöversvämning och kusterosion.



Figur 66 Beräknad översiktlig risk per kommun i Västerbottens län baserad på sårbara objekt och verksamheter i områden med förutsättningar för kustöversvämning (100-årsflöde).

Det är övervägande ekonomisk verksamhet som bidrar mest till antalet sårbara objekt inom områden med förutsättning för kustöversvämning. Utmärkande är att naturolyckor av typen översvämning generellt genererar stor andel sårbara objekt inom kategorin ekonomisk verksamhet (Figur 67).



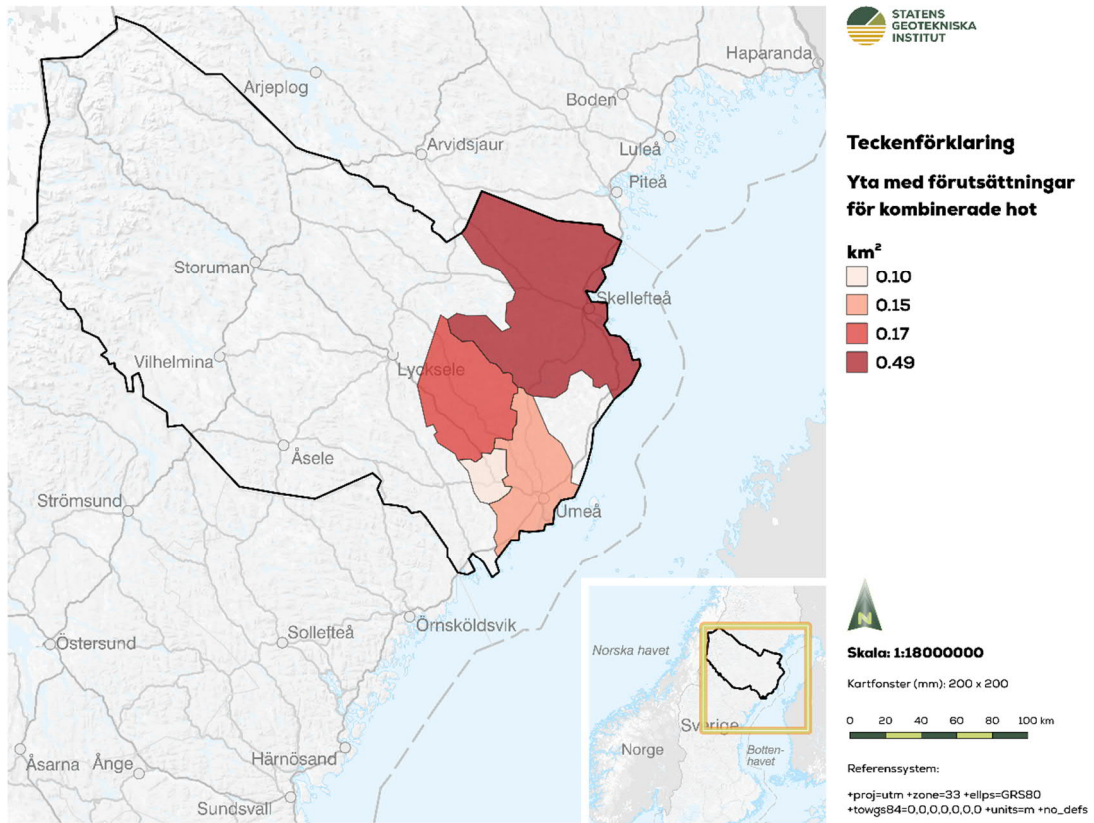
Figur 67 Antal sårbara objekt inom områden med förutsättningar för kustöversvämning fördelat på kommun och olika verksamhetskategorier.

När medelvattenståndet stiger höjs utgångsnivån för tillfälligt höga vattenstånd vilket gör att höjningen når ännu längre upp på land än idag vid samma väder. Effekten blir att tillfälliga översvämningar blir vanligare och värre i framtiden, både vid vattendrag och kust.

## 7.6 Kommuner med samverkande risker

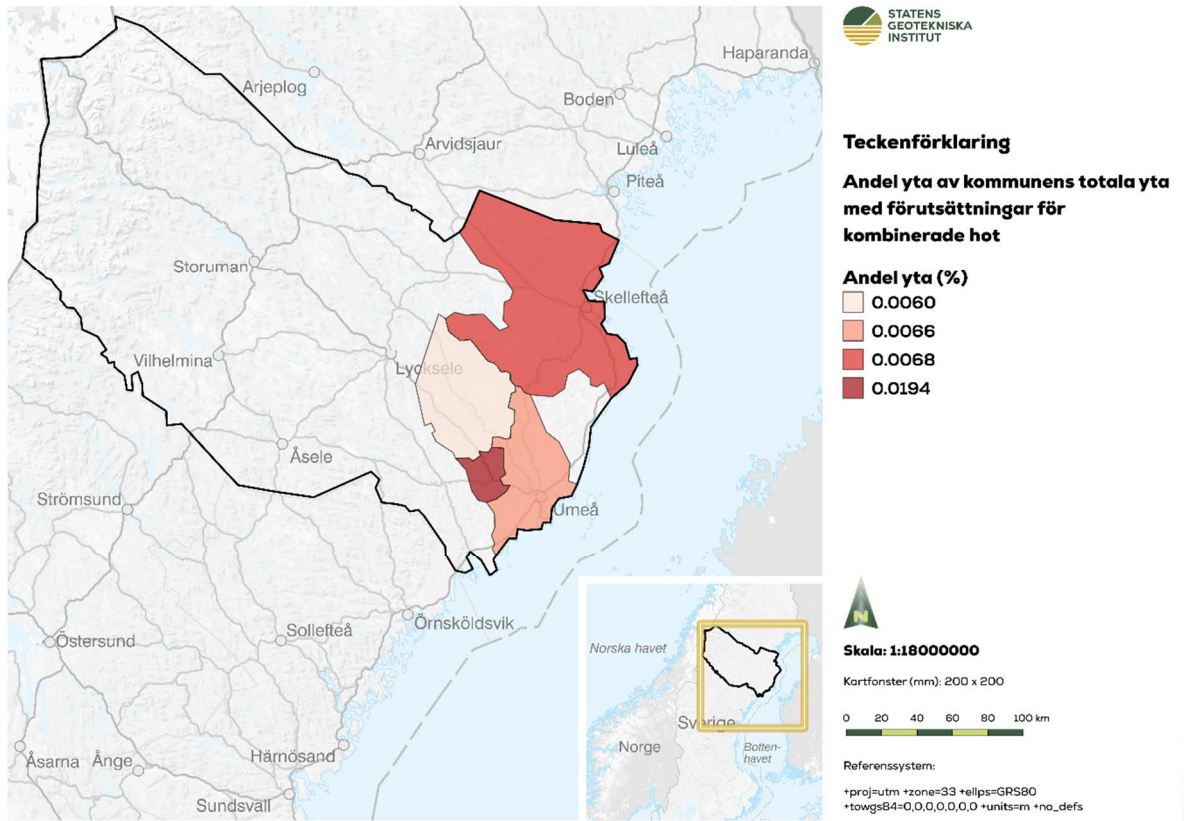
Följande resultat redovisar var samtliga kategorier av naturolyckor (ras, skred, erosion och översvämning) sammanfaller geografiskt. Störst förutsättning för kombinerad riskbild återfinns i Skellefteå kommun tätt följt av Lycksele kommun. Mindre förutsättningar för kombinerade naturolyckor finns även i Umeå och Vännäs kommuner medan i övriga av länets kommuner gav analysen ingen träff (Figur 68).



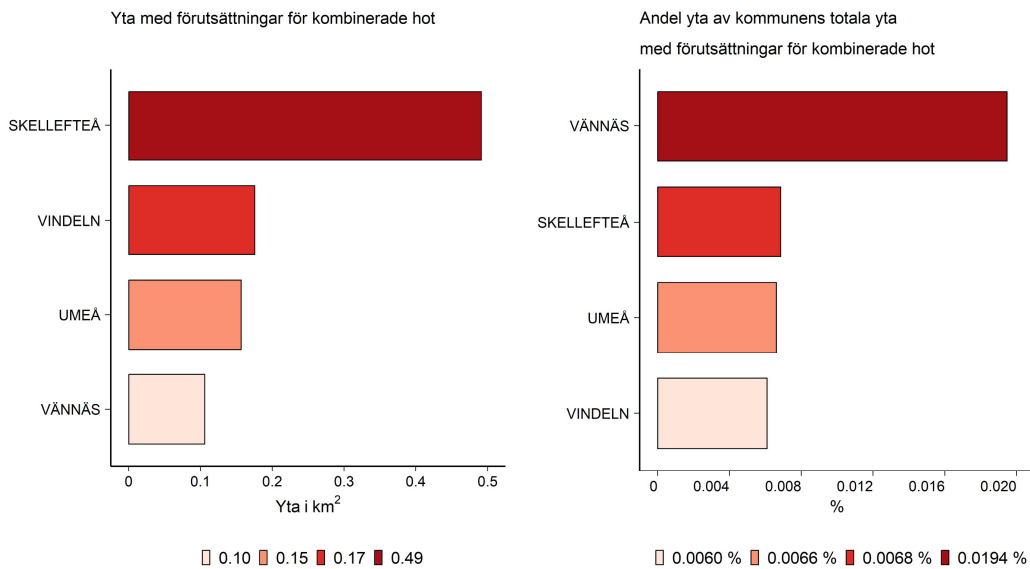


Figur 68 Yta (km<sup>2</sup>) per kommun i Västerbottens län där det finns förutsättningar för kombinerade hot av ras, skred, erosion och/eller översvämning (100-årsflöde).

Andelen med kombinerad risk (procent areal jämfört med respektive kommuns totalyta) är störst i Vännäs följt av Skellefteå, Umeå och Lycksele kommuner (Figur 69 och Figur 70).



Figur 69 Andel yta (%) per kommun i Västerbottens län där det finns förutsättningar för kombinerade hot av ras, skred, erosion och/eller översvämning (100-årsflöde).



Figur 70 Yta (km<sup>2</sup>) per kommun med kombinerade förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning (vänster) samt motsvarande yta relaterad till kommunens totala areal (%) (höger).

## 8 Slutsatser och åtgärder

### 8.1 Summering

Den här rapporten baseras på befintlig information av huvudsakligen regional och nationell karaktär, tillgänglig från olika svenska myndigheter. SGI har sammanställt, kombinerat och analyserat information från dessa källor och därmed uppnått ett mervärde i ökad förståelse för vilka geografiska områden i Västerbottens län som har förhöjd risk kopplad till pågående och framtida klimatförändring. Rapporten kan användas för att vägleda Västerbottens län och dess kommuner till områden som kan vara i behov av fördjupade och mer detaljerade studier av dessa risker och där möjliga konsekvenser i händelse av naturolyckor i mark och vatten kan behöva utredas.

SGI har hämtat information kring framtida klimat från SMHI:s "fördjupade klimatscenariojämnstjänst" för två IPCC scenarier, RCP4.5 och RCP8.5, för Västerbottens län till slutet av innevarande sekel. Scenarierna visar en tydlig ökning av både temperatur och nederbörd i hela länet för båda scenarierna. Därtill förväntas betydliga ökningarna i både medelvattenföring i vattendragen samt ökat antal tillfällen med extrem nederbörd.

Klimatscenarioerna indikerar en potentiellt ökad risk för ras, skred och erosion kopplat till ökat antal, mängd och intensitet i nederbördstillfällen. Förutsättningar för naturolyckor som ett resultat av detta har kombinerats i en analys med information om samhällsviktiga funktioner kategoriserade som a) människors liv och hälsa, b) miljöskyddade områden, c) miljöanläggningar, d) ekonomisk verksamhet, samt d) kultur och fritid.

Resultatet pekar ut ett antal kommuner, tätorter och områden med förhöjd risk att påverkas av klimatdrivna naturolyckor. Förutsättningar för ras, skred och erosion återfinns i stort sett utmed samtliga älvar och vattendrag i länet under den Högsta Kustlinjen (HK), Topografiska förutsättningar för att moränskred och slamströmmar ska uppstå finns främst i fjälltrakterna. Det kan generellt sett noteras att bebyggelse och samhällen med betydande samhällsfunktioner hamnar högt på riskskalan. Detsamma gäller för områden utmed de större vattendragen samt i någon mån kustområdena. De kommuner som sammantaget får högst riskklassning är Skellefteå och Umeå, utifrån att dessa kommuner har flest antal sårbara objekt eller verksamheter inom hotade områden.

Om man tittar specifikt på ras har Skellefteå, Bjurholm och Vindeln kommuner högst riskklassning. Vad gäller risk för skred, sticker Umeå, Skellefteå och Vännäs kommuner ut. Skellefteå, Umeå och Lycksele kommuner har högst risk för erosion längs vattendrag och i Skellefteå och Umeå kommuner är det också störst risk för kusterosion. Risken för översvämning av vattendrag är som störst i Storuman, Lycksele och Umeå kommuner.

Om man tar fram en kombinerad riskbild, där samtliga kategorier av naturolyckor (ras, skred, erosion och översvämning) sammanfaller geografiskt, så återfinns den högsta risken i Skellefteå och Lycksele kommuner.

### 8.2 Förebyggande åtgärder

Klimatförändringen påverkar markens beskaffenhet och risken för översvämningar, ras, slamströmmar, skred och erosion. Därmed påverkas även markens byggbarhet och ett

stort antal sårbara objekt och verksamheter, både i bebyggd miljö och i naturmiljö. Tillgången till data (både klimatrelaterad och icke klimatrelaterad) är en stor utmaning i samband med beslut om klimatanpassning och vilka åtgärder som behöver genomföras. Ofta finns det till exempel inte tillgång till klimatdata från vare sig observationer eller klimatmodeller och det saknas fortfarande också ofta tillräcklig kunskap om konsekvenserna av klimatiförändringens effekter. Analyserna i den här utredningen har gjorts med hjälp av relativt översiktliga underlag, eftersom det är det underlag som har funnits tillgängligt.

För lokal klimatanpassning är det värdefullt att först göra en bedömning av påverkan som baseras på historiska klimattrender, klimatets variabilitet och erfarenheter från inträffade klimathändelser. Det kan underlätta för att förstå trenderna och framtida konsekvenser av klimatiförändringen och förväntade klimathändelser under ett besluts hela livslängd.

I det här kapitlet ges översiktliga förslag på åtgärder för att fortsätta förebygga de klimatrelaterade risker för ras, skred, erosion och översvämning som har identifierats för Västerbottens län. Klimatlasterna kommer att förändras i takt med klimatiförändringen. Kunskapen om hur klimatlasterna kan komma att förändras och påverka markens stabilitet fram till år 2100 och därefter är dock osäker och inte tillräckligt utredd. Därför bör de råd som ges här uppdateras när ny kunskap finns tillgänglig.

### **8.2.1 Anpassning i den fysiska planeringen**

En viktig del i arbetet med förebyggande klimatanpassningsåtgärder är att beakta och ta hänsyn till ett klimat i förändring, och konsekvenserna därav, i den fysiska planeringen. Genom att på ett långsiktigt sätt planera för ett förändrat klimat, kan man både upprätthålla och skapa ett mer robust samhälle. Vi rekommenderar att man arbetar med följande punkter i Västerbottens län:

- Lokala klimat- och sårbarhetsanalyser bör genomföras, särskilt för de kommuner med tydliga förutsättningar för klimatrisker som har identifierats i den här utredningen.
- I översiktsplaneprocessen har länsstyrelsen en viktig roll att stödja, ge råd och även granska kommunernas arbete med klimatrelaterade risker i den byggda miljön. Bland annat ska länsstyrelsen ange vilka underlag som är relevanta i översiktsplaneringen för en specifik kommun. Länsstyrelsen kan även behöva ta fram eget underlag som kompletterar de nationella underlagen.
- I översiktsplanen ska kommunen enligt lagkrav (Plan- och bygglag (2010:900) 3 kap. 5 §) redogöra för sin syn på klimatrelaterade risker för skador på den byggda miljön till följd av översvämning, ras, skred och erosion. Där ska kommunens syn på hur dessa risker kan minska eller upphöra också beskrivas. Boverket tillhandahåller en vägledning för hur kommunerna kan hantera klimatrelaterade risker som ras, skred, erosion och översvämning i sin översiktsplanering (Boverket, 2022). Förslagsvis genomförs lokala klimatrelaterade riskbedömningar av kommunerna utifrån Boverkets förslag till metodik. Länsstyrelsen bör ge kommunerna stöd i arbetet så att redogörelsen för de

klimatrelaterade riskerna i översiktsplanen blir så tillförlitlig och ändamålsenlig som möjligt, med hänsyn till tillgängligt underlag.

- Vid planläggning, bygglov och andra tillståndsprövningar ska översvämningssrisker och risker förknippade med ras, skred och erosion vägas in.
- I samband med kommunernas detaljplanläggning ska platsspecifika geotekniska utredningar utföras och utgöra underlag för beslut. Eftersom jorden och dess egenskaper inte är homogena, är det viktigt att förutsättningarna för den aktuella platsen utreds, så att man kan planera säkert och vid behov också genomföra de åtgärder som krävs. Den geotekniska undersökningen skall också inkludera en känslighetsanalys avseende ökat portryck och erosion. Alla geotekniska skyddsåtgärder som utförs ska dimensioneras och verifieras geotekniskt.

### 8.2.2 Kunskapsunderlag, metoder och verktyg

Det finns en mängd olika kunskaps- och kartunderlag, metoder och verktyg som är tänkta att underlätta för landets kommuner i samhällsbyggnadsprocessen. Nedan listar vi några underlag som är lämpliga för kommunerna i Västerbottens län att sätta sig in i.

- Boverket tillhandahåller en sammanställning av karteringar och andra geodata från nationella myndigheter som är relevanta för bedömning av klimatrelaterade risker i kommunens översiktsplanering (se ovan). Bedömningen avser risken för skador på den byggda miljön som kan följa av översvämning, ras, skred och erosion. Sammanställningen är framtagen av Boverket i samarbete med MSB, SGI, och SMHI. Länsstyrelsen i Västerbottens län utreder med fördel i samråd med kommunerna behovet av mer regionala och lokala underlag.
- SGI Vägledning 1 Ras, skred och erosion samt den tillhörande kartvisningstjänsten samlar underlag från olika myndigheter som rör ras, skred och erosion. Denna kartvisningstjänst ger ett samlat underlag som kan fungera som planeringsstöd för Västerbottens läns kommuner.
- En översiktlig kartering av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord pågår i dagsläget för kommunerna Dorotea, Sorsele, Storuman och Vilhelmina. Karteringen utförs av SGI på uppdrag av MSB och kommer att redovisas i en rapport med tillhörande kartor i slutet av 2023. Materialet kommer att kunna användas som ett underlag vid planering för dessa kommuner i Västerbottens län.
- Vid exempelvis detaljplanering och hantering av bygglov behöver platsspecifika, mer detaljerade undersökningar och utredningar genomföras. I SGI:s Vägledning 8 "Utredning av släntstabilitet" beskrivs vilka olika utredningar och undersökningar som behöver göras. Vägledningens huvudsakliga fokus är i dagsläget ler- och siltjordar, men kommer att utökas till att även innefatta grövre

jordar.

- Verktöget Geokalkyl är ett GIS-verktyg för att beräkna, jämföra och visualisera exempelvis kostnader och klimatpåverkan för markbyggnadsarbeten i tidiga planeringskedan. Verktöget är främst riktat till kommuner som vill jämföra olika alternativ för bebyggelse, men det finns också möjlighet att beräkna kostnader för att anpassa bebyggelsen till klimatförändringarna. Verktöget är framtaget av SGI och finns fritt nedladdningsbart på SGI:s hemsida.
- MSB:s "Åtgärdskalender vid ras, skred och slamströmmar" från 2013 är framtagen som stöd vid analys av risker och beslut i samband med räddningsinsats, men sammanfattar också bra, kortfattad information kring dessa frågor.

### 8.2.3 Kompetenshöjande insatser

För att på ett konstruktivt och långsiktigt vis kunna arbeta med klimatanpassning och hantera klimatförändringens effekter, är det viktigt att de organisationer som arbetar med planering och planeringsfrågor har tillräcklig kunskap inom området. Detta kan man skaffa sig på olika vis, bland annat genom utbildning. Vi rekommenderar följande två utbildningar, för att få en större förståelse för klimatanpassning generellt och geoteknik i kommunal planering specifikt:

- Grundkurs i klimatanpassning  
Utbildningen hålls av SMHI och ger grundläggande kunskaper inom klimatanpassning och de effekter man känner till idag. Utbildningen riktar sig främst till de som arbetar inom kommun, länsstyrelse, myndighet eller region, men kan även vara användbart för andra verksamheter.
- Geoteknik i kommunal planering  
Utbildningen hålls av SGI och berör hur man kan och bör arbeta med geotekniska frågeställningar i samhällsplaneringsprocessen. Utbildningen riktar sig till planerare inom landets kommuner.

### 8.2.4 Förebyggande fysiska åtgärder

Utöver att man behöver ta hänsyn till och planera utifrån risker med ras, skred och erosion kan man utföra olika typer av fysiska åtgärder. Några exempel på förebyggande fysiska åtgärder ges nedan:

- För att förbättra en slänts stabilitet kan man ändra dess geometri. Detta kan göras exempelvis genom att jämna ut slänten, genom att göra avschaktningar i släntkrön och/eller genom att lägga ut en motfyllnad i släntfot.
- För att minska förutsättningarna för erosion, kan man använda sig av erosionskydd i exempelvis ett vattendrag eller utmed kusten. Erosionskydd kan utföras antingen som så kallade hårda skydd (sprängsten) eller som naturbaserade skydd (vegetation för att förhindra erosionen). Naturbaserade



erosionsskydd, som exempelvis plantering av träd och växter med armerande rotsystem, bör användas som ett första alternativ där det är möjligt, då den typen av skydd även främjar biologisk mångfald.

- Som förebyggande åtgärd för att förhindra att slamströmmar skadar närliggande bebyggelse, kan små lokala dammar uppföras för att stoppa upp det material som vattnet för med sig vid höga vattenflöden och som orsakar stor förstörelse nedströms. Man kan även konstruera erosionstrappor i utsatta partier för att minska erosionen i bäckfåran (och således minska tillförseln av material),

Några goda exempel på fysiska åtgärder i olika typer av jordar lyfts i en sammanställning som SGI och MSB (dåvarande Räddningsverket) gjorde 2008: "Förebyggande åtgärder mot ras, skred och erosion – goda exempel".

## Referenser

- Berglöv, G., Asp, M., Berggreen-Clausen, S., Björck, E., Mårtensson, J. A., Nylén, L., Ohlsson, A., Persson, H., & Sjökvist, E. (2015). Framtidsklimat i Västerbottens län – enligt RCP-scenarier. In *KLIMATOLOGI Nr* (Vol. 33).  
[https://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.165067!/Klimatologi\\_33%20Framtidsklimat%20i%20V%C3%A4sterbottens%20i%C3%A4n%20-%20enligt%20RCP-scenarier.pdf](https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.165067!/Klimatologi_33%20Framtidsklimat%20i%20V%C3%A4sterbottens%20i%C3%A4n%20-%20enligt%20RCP-scenarier.pdf)
- Bergqvist, E. (1986). *Svenska nip-och ravinlandskap Processer och former, översikt och förslag till naturreservat*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1174540/FULLTEXT01.pdf>
- Boverket. (2022). *Vägledning om klimatrisker i översiktsplanering*.  
[https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hansyn/miljo\\_klimat/klimatrisker/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hansyn/miljo_klimat/klimatrisker/)
- Fallsvik, J., Blied, L., Eklund, D., Falemo, S., Stensén, B., & Södergren, I. (2011). *Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys - Naturolyckor - Västerbottens län*.  
<https://gis.swedgeo.se/dokument/nks/2011/14407/%D6versiktlig%20klimat-%20och%20s%20rbarhetsanalys%20-%20Naturolyckor%20-%20V%C4sterbottens%20i%20E4n.pdf>
- Fallsvik, J., Lundström, K., Andersson, M., & Hågeryd, A.-C. (2008). *Detaljerad utredning av stabilitets- och avrinningsförhållanden i Kittelfjäll, Vilhelmina kommun*.
- Lantmäteriet. (n.d.-a). *Landhöjning*. Retrieved June 15, 2023, from <https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/gps-geodesi-och-swepos/Referenssystem/Landhojning/>
- Lantmäteriet. (n.d.-b). *Rikets Höjdsystem 2000*. Retrieved June 15, 2023, from <https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/gps-geodesi-och-swepos/Referenssystem/Hojdsystem/svenska-hojdsystem/RH-2000/>
- Lundström, K., Andersson, M., Olsson, P., & Hedfors, J. (2016). *Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering*.  
[https://cdn.abicart.com/shop/9098/art26/110316426-da0609-Metodik\\_webb.pdf](https://cdn.abicart.com/shop/9098/art26/110316426-da0609-Metodik_webb.pdf)
- MSB. (n.d.-a). *Översiktlig stabilitetskartering finkorniga jordarter*. Retrieved June 15, 2023, from <https://www.msb.se/sv/verktyg--tjanster/stabilitetskartering-finkorniga-jordarter/>
- MSB. (n.d.-b). *Statistik över räddningstjänstens insatser*. Retrieved June 15, 2023, from <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/raddningstjanst-och-raddningsinsatser/statistik-raddningstjanstens-insatser/>
- MSB. (2017a). *Översvämningskartering utmed Vindelälven*.  
<https://www.msb.se/siteassets/dokument/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och->

farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/oversvamnning/oversvamningskartering-vattendrag/vindelalven\_vannasby\_2017.pdf

MSB. (2017b). *Vägledning för skyfallskartering : tips för genomförande och exempel på användning*. <https://www.msb.se/sv/publikationer/vagledning-for-skyfallskartering--tips-for-genomforande-och-exempel-pa-anvandning/>

MSB. (2018). *Översyn av områden med betydande översvämningsrisk : enligt förordning (2009:956) om översvämningsrisker*.  
<https://www.msb.se/sv/publikationer/oversyn-av-omraden-med-betydande-oversvamningsrisk--enligt-forordning-2009956-om-oversvamningsrisker2/>

MSB. (2022). *Översvämningaportalen*.  
<https://gisapp.msb.se/apps/oversvamningsportal/index.html>

Olsson, J., Berg, P., Eronn, A., Simonsson, L., Södling, J., Wern, L., & Yang, W. (2017). Extremregn i nuvarande och framtida klimat. Analyser av observationer och framtidsscenarioer. In *KLIMATOLOGI Nr* (Vol. 47).  
[https://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.134304!/klimatologi\\_47\\_4.pdf](https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.134304!/klimatologi_47_4.pdf)

Nationell strategi för klimatanpassning. Proposition 2017/18:163, 1 (2018).  
<https://data.riksdagen.se/fil/94C458D8-BC73-4BC6-AE1A-DC17F0C3A683>

RStudio Team. (2020). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio. Boston, MA.  
<http://www.rstudio.com/>

SGI. (2001). *Inträffade skred, ras och övriga jordrörelser (skreddatabasen)*.  
<https://gis.swedgeo.se/skred/>

SGI. (2022). *Framtida kostnader till följd av ras, skred, och erosion - fördjupning av klimateffekter*. <https://press.sgi.se/media/195815/framtida-kostnader-till-foljd-av-ras-skred-erosion-fordjupning-klimat-effekter>

SGI. (2023, January 30). *Kartunderlag om ras, skred och erosion*. <https://swedgeo.diva-portal.org/smash/get/diva2:1300126/FULLTEXT02.pdf>

SGU. (2016, April 11). *Stränders jordart och eroderbarhet*.  
<https://resource.sgu.se/dokument/produkter/strand-ers-jordart-eroderbarhet-beskrivning.pdf>

SGU. (2021, August 26). *Förutsättningar för skred i finkornig jordart*.  
<http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-skred.html>

SGU. (2022, November 28). *Översikt av Sveriges stranderosion*.  
<https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/stranderosion/oversikt-stranderosion-sverige/>

SMHI. (n.d.-a). *Hypewebb*. Retrieved June 14, 2023, from  
<http://hypewebbapp.smhi.se/idf/>

SMHI. (n.d.-b). *Klimatanpassning.se*. Retrieved June 15, 2023, from  
<https://www.klimatanpassning.se/>

- SMHI. (2020, November 30). *Framtida medelvattenstånd*.  
<https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/framtida-medelvattenstand-1.165493>
- SMHI. (2022a). *Direkt kommunikation med Elin Sjöqvist/Gustav Strandberg*.
- SMHI. (2022b). *Fördjupad klimatscenariotjänst*.  
<https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarier>
- T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P.M. Midgley. (2013). *IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_all\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf)

## 1. Bilaga 1. Ingående objekt och verksamheter i analysen

Datamängder Miljö - anläggning	Beskrivning	Format	Källa
Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet	Miljöfarlig verksamhet är all användning av mark, byggnader eller anläggningar som kan ge upphov till utsläpp till mark eller vatten eller medföra andra störningar för människors hälsa eller miljön (9 kap. 1 § miljöbalken). I analysen ingår A-, B- och C- anläggningar (exklusive avloppsreningsverk som redovisas separat).	Punkt	Länsstyrelsen
Förorenade område	Förorenade områden (MIFO). I analysen ingår områden i riskklass 1 och 2.	Punkt	Länsstyrelsen
Seveso-verksamhet	Verksamheter som lagrar och hanterar farliga kemikalier enligt lagen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor. I analysen ingår Sevesoverksamheter med lägre respektive högre kravnivå.	Punkt	MSB
Avloppsreningsverk	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Avloppsreningsverk".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Deponianläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Deponi".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Avfallsanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Avfallsanläggning".	Yta	Lantmäteriet

Datamängder Människors llv och hälsa	Beskrivning	Format	Källa
Sjukhus	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Sjukhus".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Vårdcentral	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Vårdcentral".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Brandstation	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har	Ytor för byggnader	Lantmäteriet

	ändamål "Samhällsfunktion; Brandstation".		
Skola	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Skola" och byggnadsnamn "Skola".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Förskola	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Skola" och byggnadsnamn "Förskola".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Högskola	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Högskola".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Universitet	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Universitet".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Polisstation	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Polisstation".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Bostad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Bostad; Småhus kedjehus, Bostad; Småhus radhus, Bostad; Småhus friliggande, Bostad; Ospecificerad, Bostad; Småhus med flera lägenheter, Bostad; Flerfamiljshus".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Sveriges Radio	Sveriges Radios lokalkontor. GSD-Fastighetskartan, ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Radio".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Sveriges Television nyhetsredaktion	Sveriges Televisions nyhetsredaktioner. GSD-Fastighetskartan, ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "SVT".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Kommunhus	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Kommunhus".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Kriminalvårdsanstalt	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Kriminalvårdsanstalt".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet



Samhällsfunktion ospecificerad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Ospecificerad".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Begravningsplats	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsomrade_In24", lager "anlaggningsomrade" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Begravningsplats".	Ytor för begravningsplatser	Lantmäteriet
Sjöräddningsstation	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsomrade_In24", lager "anlaggningsomradespunkt" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Sjöräddningsstation".	Punkt	Lantmäteriet
Huvudgata	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Huvudgata".	Linje	Lantmäteriet
Infartsväg/utfartsväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Infartsväg/utfartsväg".	Linje	Lantmäteriet
Kvartersväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Kvartersväg".	Linje	Lantmäteriet
Landsväg liten	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Landsväg liten".	Linje	Lantmäteriet
Landsväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Landsväg".	Linje	Lantmäteriet
Leveransväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Leveransväg".	Linje	Lantmäteriet
Lokalgata liten	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Lokalgata liten".	Linje	Lantmäteriet
Lokalgata stor	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Lokalgata stor".	Linje	Lantmäteriet
Mötesfri väg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Mötesfri väg".	Linje	Lantmäteriet

Parkeringsområdesväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Parkeringsområdesväg".	Linje	Lantmäteriet
Småväg enkel standard	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Småväg enkel standard".	Linje	Lantmäteriet
Småväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Småväg".	Linje	Lantmäteriet
Övergripande länk	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "vaglinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Övergripande länk".	Linje	Lantmäteriet
Torg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Torg".	Yta	Lantmäteriet

Datamängder Ekonomisk verksamhet	Beskrivning	Format	Källa
Busstation	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Busstation".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Traktorväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "ovrig_vag" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Traktorväg".	Linje	Lantmäteriet
Transformatorområde	GSD-Fastighetskartan ytskikt "ledning_In24", lager "transformatoromrade".	Yta	Lantmäteriet
Transformatorstation	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Transformatorstation".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Järnvägsstation	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Järnvägsstation".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Järnväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "ralstrafik".	Linje	Lantmäteriet
Kraftstation	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Kraftstation".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet

Värmeverk	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Värmeverk".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Vindkraftverk	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Vindkraftverk".	Punkt	Lantmäteriet
Renvaktarstuga	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Renvaktarstuga".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Rennäringsled	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "transportled_fjall" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Rennäringsled".	Linje	Lantmäteriet
Rengärde	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har objekt med ändamål "Rengärde".	Ytor för rengärde	Lantmäteriet
Flygplats	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Flygplats".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Flygplatsområde	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "flygplatsområde".	Yta	Lantmäteriet
Ekonomibyggnad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Ekonomibyggnad".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Tillverkningsindustri	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Industri; Annan tillverkningsindustri".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Industrihotell	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Industri; Industrihotell".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Metall- eller maskinindustri	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Industri; Metall- eller maskinindustri".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Industri	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Industri; Industri".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet

Textilindustri	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Industri; Textilindustri".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Trävaruindustri	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Industri; Trävaruindustri".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Övrig industribyggnad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Industri; Övrig industribyggnad".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Komplementbyggnad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Komplementbyggnad".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Verksamhet	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Verksamhet".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Övrig byggnad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Övrig byggnad".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Fyrbyggnad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Fyrbyggnad".	Punkt	Lantmäteriet
Skjutbaneområde	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Skjutbaneområde".	Ytor för skjutbaneområde	Lantmäteriet
Skjutbana, mindre	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsomradespunkt" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Skjutbana, mindre".	Punkt	Lantmäteriet
Skjutbana	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsomradespunkt" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Skjutbana".	Punkt	Lantmäteriet
Trafikövningsplats	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde", objekt med ändamål "Trafikövningsplats".	Ytor för trafikövningsplatser	Lantmäteriet
Hamn	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsomradespunkt" har använts	Punkt	Lantmäteriet

	för att sortera ut de som har ändamål "Hamn".		
Småbåtshamn	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsomrade_In24", lager "anlaggningsomradespunkt" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Småbåtshamn".	Punkt	Lantmäteriet
Brygga	GSD-Fastighetskartan ytskikt "hydro_In24", lager "hydroanlaggningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Brygga".	Linje	Lantmäteriet
Kaj	GSD-Fastighetskartan ytskikt "hydro_In24", lager "hydroanlaggningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Kaj".	Linje	Lantmäteriet
Pir	GSD-Fastighetskartan ytskikt "hydro_In24", lager "hydroanlaggningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Pir".	Linje	Lantmäteriet
Energiproduktion	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsomrade_In24", lager "anlaggningsomrade" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Energiproduktion".	Yta	Lantmäteriet
Dammbyggnad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "hydro_In24", lager "hydroanlaggningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Dammbyggnad".	Linje	Lantmäteriet
Gruvområde	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsomrade_In24", lager "anlaggningsomrade" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Gruvområde".	Yta	Lantmäteriet
Täkt	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsomrade_In24", lager "anlaggningsomrade" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Täkt".	Yta	Lantmäteriet
Kraftledning fördelning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "ledningar_In24", lager "ledningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Kraftledning fördelning".	Linje	Lantmäteriet
Kraftledning region	GSD-Fastighetskartan ytskikt "ledningar_In24", lager "ledningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Kraftledning region".	Linje	Lantmäteriet
Kraftledning stam	GSD-Fastighetskartan ytskikt "ledningar_In24", lager "ledningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Kraftledning stam".	Linje	Lantmäteriet

Rörledning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "ledningar_In24", lager "ledningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Rörledning".	Linje	Lantmäteriet
Telefonledning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "ledningar_In24", lager "ledningslinje" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Telefonledning".	Linje	Lantmäteriet
Anlagt vatten	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Anlagt vatten".	Yta	Lantmäteriet
Barr- och blandskog	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Barr- och blandskog".	Yta	Lantmäteriet
Fjällbjörkskog	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Fjällbjörkskog".	Yta	Lantmäteriet
Fruktodling	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Fruktodling".	Yta	Lantmäteriet
Lövskog	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Lövskog".	Yta	Lantmäteriet
Åker	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Åker".	Yta	Lantmäteriet
Öppen mark	GSD-Fastighetskartan ytskikt "mark_In24", lager "mark" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Öppen mark".	Yta	Lantmäteriet
Produktionsplatser för djur	Viss typ av djurhållning som hålls på en plats ska anmälas till Jordbruksverket. De djur som ska anmälas till Jordbruksverket är: nötkreatur, grisar, får, getter och fjäderfän som hålls för kommersiellt bruk eller om antalet överskrider 350 värphönsplatser.	Punkt	Jordbruksverket
Vattenbruksföretag	Vattenbruksföretag, eller akvakultur där produktion av alla slags djur och växter hålls i vatten ska anmälas till Jordbruksverket. Syftet med registret över vattenbruksanläggningarna är bland annat att göra det möjligt att förstå smittspridningen genom att följa djur vid förflyttning mellan olika platser vid utbrott av smittsamma sjukdomar.	Punkt	Jordbruksverket



Datamängder Kultur och fritid	Beskrivning	Format	Källa
Kulturbyggnad	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Kulturbyggnad".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Museer	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Museum".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Bibliotek	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har byggnadsnamn "Bibliotek".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Badhus	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Badhus".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Djursjukhus	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Djursjukhus".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Ishall	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Ishall".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Ridhus	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Ridhus".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Samfund	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Samfund".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Sporthall	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnad" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Samhällsfunktion; Sporthall".	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Klockstapel	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Klockstapel".	Punkt	Lantmäteriet
Kåta	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Kåta".	Punkt	Lantmäteriet
Raststuga	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att	Punkt	Lantmäteriet

	sortera ut de som har objekttyp "Raststuga".		
Torn	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Torn".	Punkt	Lantmäteriet
Vindskydd	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Vindskydd".	Punkt	Lantmäteriet
Väderkvarn	GSD-Fastighetskartan ytskikt "byggnadsverk_In24", lager "byggnadspunkt" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Väderkvarn".	Punkt	Lantmäteriet
Aktivitetspark	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Aktivitetspark".	Ytor för aktivitetsparker	Lantmäteriet
Badanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Badanläggning".	Ytor för badanläggningar	Lantmäteriet
Besökspark	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Besökspark".	Ytor för besöksparker	Lantmäteriet
Bollplan	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Bollplan".	Ytor för bollplan	Lantmäteriet
Campingplats	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Campingplats".	Ytor för campingplatser	Lantmäteriet
Fotbollsplan	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Fotbollsplan".	Ytor för fotbollsplan	Lantmäteriet
Hundsportanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Hundsportanläggning".	Ytor för hundsportanläggningar	Lantmäteriet
Hästsportanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager	Ytor för hästsportanläggningar	Lantmäteriet

	"anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Hästsportanläggning".		
Idrottsanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Idrottsanläggning".	Ytor för idrottsanläggningar	Lantmäteriet
Isbana	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Isbana".	Ytor för isbanor	Lantmäteriet
Koloniområde	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Koloniområde".	Ytor för koloniområde	Lantmäteriet
Kulturanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Kulturanläggning".	Ytor för kulturanläggningar	Lantmäteriet
Löparbana	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Löparbana".	Ytor för löparbanor	Lantmäteriet
Motorsportanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Motorsportanläggning".	Ytor för motorsportanläggningar	Lantmäteriet
Ospecificerad anläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Ospecificerad anläggning".	Ytor för ospecificerade anläggningar	Lantmäteriet
Tennisbana	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Tennisbana".	Ytor för tennisbanor	Lantmäteriet
Travbana	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Travbana".	Ytor för travbanor	Lantmäteriet
Badplats	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområdespunkt" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Badplats".	Punkt	Lantmäteriet

Gästhamn	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsomradespunkt" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Gästhamn".	Punkt	Lantmäteriet
Golfbana	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Golfbana".	Yta	Lantmäteriet
Vintersportanläggning	GSD-Fastighetskartan ytskikt "anlaggningsområde_In24", lager "anlaggningsområde" har använts för att sortera ut de som har ändamål "Vintersportanläggning".	Yta	Lantmäteriet
Cykelväg	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "ovrig_vag" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Cykelväg".	Linje	Lantmäteriet
Elljusspår	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "ovrig_vag" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Elljusspår".	Linje	Lantmäteriet
Gångstig	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "ovrig_vag" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Gångstig".	Linje	Lantmäteriet
Vandrings- och vinterled	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "ovrig_vag" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Vandrings- och vinterled".	Linje	Lantmäteriet
Vandringsled	GSD-Fastighetskartan ytskikt "kommunikation_In24", lager "ovrig_vag" har använts för att sortera ut de som har objekttyp "Vandringsled".	Linje	Lantmäteriet
Byggnadsminne	Byggnadsminne enligt 3 kapitlet kulturmiljölagen (1988:950). En byggnad som har ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde eller som ingår i ett bebyggelseområde med ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde får förklaras som byggnadsminne av länsstyrelsen. Riksantikvarieämbetet ytskikt "byggnader_sverige", lager "byggnader_sverige_point" har använts för att sortera ut de som har lagskydd "Byggnadsminne (BM) 3 kap. KML".	Punkt	Riksantikvarieämbetet
Statligt byggnadsminne	Statligt byggnadsminne enligt Förordning (2013:558) om statliga byggnadsminnen. Byggnader som tillhör med ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde eller ingår i ett bebyggelseområde med ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde. Riksantikvarieämbetet ytskikt "byggnader_sverige", lager	Punkt	Riksantikvarieämbetet

	"byggnader_sverige_point" har använts för att sortera ut de som har lagskydd "Statligt byggnadsminne (SBM). Förordning (2013:558)".		
Kyrkligt kulturminne	Byggnadsminne enligt 4 kapitlet kulturmiljölagen (1988:950). En byggnad som har ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde eller som ingår i kyrkobyggnader, kyrkotomter, kyrkliga inventarier och begravningsplatser. Riksantikvarieämbetet ytskikt "byggnader_sverige", lager "byggnader_sverige_point" har använts för att sortera ut de som har lagskydd "Kyrkligt kulturminne. 4 kap. KML".	Punkt	Riks-antikvarieämbetet
Fornlämning linje	Riksantikvarieämbetet ytskikt "lämningar_län_västerbotten", lager "lämningar_län_västerbotten_linestring" har använts för att sortera ut de objekt som är "Fornlämning" och "Möjlig fornlämning".	Linje	Riks-antikvarieämbetet
Fornlämning punkt	Riksantikvarieämbetet ytskikt "lämningar_län_västerbotten", lager "lämningar_län_västerbotten_point" har använts för att sortera ut de objekt som är "Fornlämning" och "Möjlig fornlämning".	Punkt	Riks-antikvarieämbetet
Kulturresevat	Ett mark- eller vattenområde får förklaras som kulturresevat i syfte att bevara värdefulla kulturpräglade landskap, enligt 7 kap 9§ miljöbalken (1998:808). Skyddet kan avse såväl natur- som kulturmiljövärden.	Ytor	Naturvårdsverket

Datamängder Miljö- skyddad	Beskrivning	Format	Källa
Djur- och växtskyddsområde	Djur- och växtskyddsområden är områdesskydd som främst kan användas för att förhindra att känsliga djur- och växtarter störs eller skadas.	Ytor	Naturvårdsverket
Naturminne punkt	Ett naturminne är ett särpräglat naturföremål som behöver skyddas eller vårdas särskilt. Naturminnen kan i många fall ha mycket stor betydelse för bevarandet av den biologiska mångfalden. Merparten av naturminnena är inrättade genom äldre beslut och med stöd av tidigare naturvårdslagstiftning. De flesta utgörs av särskilt skyddsvärda träd, till exempel jätteeckar. Andra objekt är flyttblock och jättegrytor. Även mindre områden, som till exempel växtplatser för ovanliga växter eller små holmar, förekommer bland naturminnena. Naturminnen kan vara både ytor och punkter.	Punkt	Naturvårdsverket

Naturminne yta	Ett naturminne är ett särpräglat naturföremål som behöver skyddas eller värdas särskilt. Naturminnen kan i många fall ha mycket stor betydelse för bevarandet av den biologiska mångfalden. Merparten av naturminnena är inrättade genom äldre beslut och med stöd av tidigare naturvårdslagstiftning. De flesta utgörs av särskilt skyddsvärda träd, till exempel jätteeckar. Andra objekt är flyttblock och jättegrytor. Även mindre områden, som till exempel växtplatser för ovanliga växter eller små holmar, förekommer bland naturminnena. Naturminnen kan vara både ytor och punkter.	Ytor	Naturvårdsverket
Nationalpark	Sveriges nationalparker skyddar landets mest värdefulla och sevärda natur. Nationalparkerna bildas för att långsiktigt bevara större naturområden av utvalda landskapstyper i ett naturligt tillstånd.	Ytor	Naturvårdsverket
Naturresevat	Naturresevat kan bildas i syfte att: bevara biologisk mångfald, värda och bevara värdefulla naturmiljöer, tillgodose behov av områden för friluftslivet, skydda, återställa eller nyskapa värdefulla naturmiljöer samt skydda, återställa eller nyskapa livsmiljöer för skyddsvärda arter.	Ytor	Naturvårdsverket
Naturvårdsområde	Länsstyrelsen eller kommunen kunde innan miljöbalken trädde i kraft avsätta naturvårdsområden med stöd av naturvårdslagen. Skyddsformen var svagare än naturresevatet och fick inte hindra pågående markanvändning, som till exempel skogsbruk. De flesta naturvårdsområden inrättades för att värna om landskapsbilden, framför allt i kusttrakter, eller för att upprätthålla skötseln av slätterängar och betesmarker. Några kommuner har använt skyddsformen för att slå vakt om populära friluftsmarker. Sedan miljöbalken trädde i kraft har möjligheten att skapa nya naturvårdsområden upphört. Men redan bildade naturvårdsområden finns kvar och ska enligt miljöbalken numera betraktas som naturresevat.	Ytor	Naturvårdsverket
Vattenskyddsområde	Länsstyrelsen eller kommunen får besluta om vattenskyddsområde till skydd för en grund- eller ytvattentillgång som utnyttjas eller kan antas komma att utnyttjas för vattentäkt (7 kapitlet 21 och 22 §§ miljöbalken).	Ytor	Naturvårdsverket
Natura2000 älvar	Natura 2000-områden enligt fågeldirektivet och Art- och habitatdirektivet. Natura 2000-områden kring älvar omfattar värdefulla naturområden med arter eller naturtyper som är särskilt skyddsvärda ur ett europeiskt perspektiv.	Ytor	Naturvårdsverket



Natura2000 ej älvar	Natura 2000-områden enligt fågeldirektivet och Art- och habitatdirektivet. Natura 2000-områden omfattar värdefulla naturområden med arter eller naturtyper som är särskilt skyddsvärda ur ett europeiskt perspektiv.	Ytor	Naturvårdsverket
---------------------	--	------	------------------

## Bilaga 2. Poäng per objekt i kommunanalys (exempel ras)

Objekt	Fördelning	Poäng
Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet	1 - 2 2 - 4 4 - 6	1 2 3
Vattenbruksföretag	-	-
Aktivitetspark	-	-
Anlagt vatten (m <sup>2</sup> )	-	-
Avfallsanläggning (m <sup>2</sup> )	1408.4 – 23991.25 23991.25 – 46574.1	1 2
Avloppsreningsverk	-	-
Badanläggning	-	-
Badplats	0 - 1 1 - 2	1 2
Barr- och blandskog (m <sup>2</sup> )	11226308 - 84625960 84625960 - 158025611 158025611 - 231425263	1 2 3
Begravningsplats	1 - 2 2 - 3 3 - 5	1 2 3
Besökspark	-	-
Bibliotek	-	-
Bollplan	-	-
Bostad	16 - 120 120 - 225 225 - 330	1 2 3
Brygga (m)	20.7 - 33.5 33.5 - 46.3 46.3 - 59.1	1 2 3
Byggnadsminne	1 - 2 2 - 3	1 2
Campingplats	1 - 3 3 - 5	1 2
Cykelväg (m)	57.9 - 2950.7 2950.7 - 5843.5	1 2
Dammbyggnad (m)	10.8 - 517.5 517.5 - 1024.3 1024.3 - 1531.1	1 2 3
Deponianläggning	-	-

Djur- och växtskyddsområde (m <sup>2</sup> )	-	-
Förorenade område	0 - 2 2 - 4	1 2
Ekonomibyggnad	1 - 3 3 - 6	1 2
Elljusspår (m)	134.2 - 980.6 980.6 - 1827 1827 - 2673.4	1 2 3
Energiproduktion (m <sup>2</sup> )	-	-
Fjällbjörkskog (m <sup>2</sup> )	725652.8 - 63362994 63362994 - 126000335	1 2
Flygplats	-	-
Flygplatsområde (m <sup>2</sup> )	4594	1
Fornlämningar linje (m)	3.7 - 694.2 694.2 - 1384.7	1 2
Fornlämningar punkt	1 - 73 73 - 146	1 2
Fotbollsplan	1 - 3 3 - 6	1 2
Fruktodling (m <sup>2</sup> )	-	-
Fyrbyggnad	-	-
Förskola	-	-
Golfbana (m <sup>2</sup> )	0 - 96452.8 96452.8 - 239786.2	1 2
Gruvområde (m <sup>2</sup> )	0 - 951041 951041 - 2601289	1 2
Gångstig (m)	752.3 - 22565.8 22565.8 - 44379.3 44379.3 - 66192.8	1 2 3
Gästhamn	-	-
Hamn	-	-
Hundsportanläggning	-	-
Huvudgata (m)	0 - 407 407 - 1203.8	1 2
Hästsportanläggning	2	1
Högskola	2	1
Idrottsanläggning	1 - 3 3 - 5	1 2

Industri; Annan tillverkningsindustri	0 - 2 2 - 4	1 2
Industri; Industrihotell	-	-
Industri; Metall- eller maskinindustri	0 - 1 1 - 2	1 2
Industri; Ospecificerad	1 - 8 8 - 15	1 2
Industri; Textilindustri	-	-
Industri; Trävaruindustri	0 - 1 1 - 2	1 2
Industri; Övrig industribyggnad	0 - 1 1 - 2	1 2
Infartsväg Utfartsväg (m)	81.3	1
Isbana	0 - 1 1 - 2	1 2
Järnväg (m)	143.3 - 3119.1 3119.1 - 6095 6095 - 9070.9	1 2 3
Kaj (m)	-	-
Klockstapel	1	1
Koloniområde	-	-
Komplementbyggnad	16 - 287 287 - 558 558 - 829	1 2 3
Kraftledning fördelning (m)	728.2 - 8503 8503 - 16277.8 16277.8 - 24052.6	1 2 3
Kraftledning region (m)	944.4 - 8453.8 8453.8 - 15963.3 15963.3 - 23472.8	1 2 3
Kraftledning stam (m)	140.3 - 5427.5 5427.5 - 10714.7	1 2
Kraftstation	1	1
Kulturresevat (m <sup>2</sup> )	-	-
Kulturbyggnad	1 - 6 6 - 11	1 2
Kulturanläggning	-	-
Kvartersväg (m)	-	-
Kyrkligt kulturminne	0 - 1	1

	1 - 2	2
Kåta	1	1
Landsväg (m)	463.4 - 6707.1 6707.1 - 12950.9 12950.9 - 19194.7	1 2 3
Landsväg liten (m)	1296.7 - 10552.8 10552.8 - 19809.0 19809.0 - 29065.2	1 2 3
Leveransväg (m)	-	-
Lokalgata liten (m)	31.1 - 1529.9 1529.9 - 3028.8 3028.8 - 4527.7	1 2 3
Lokalgata stor (m)	-	-
Löparbana	2	1
Lövskog (m <sup>2</sup> )	4.5 - 518875.2 518875.2 - 1037746	1 2
Motorsportanläggning	0 - 2 2 - 5	1 2
Museum	-	-
Mötesfri väg (m)	154.2 - 977 977 - 1799.9	1 2
Natura2000 älvar (m <sup>2</sup> )	256332.5 - 2882689 2882689 - 5509045 5509045 - 8135401	1 2 3
Natura2000 ej älvar (m <sup>2</sup> )	77470.9 - 160369892 160369892 - 320662314	1 2
Naturminne punkt	1	1
Naturminne yta (m <sup>2</sup> )	95880	1
Nationalpark (m <sup>2</sup> )	4841172	1
Naturresevat (m <sup>2</sup> )	306216.3 - 176617497 176617497 - 352928778	1 2
Naturvårdsområde (m <sup>2</sup> )	45489	1
Ospecificerad	1 - 8 8 - 16	1 2
Parkeringsområdesväg (m)	-	-
Pir (m)	48 - 98.4 98.4 - 148.9	1 2

Produktionsplatser för djur	0 - 2 2 - 3 3 - 4	1 2 3
Sveriges Radio	-	-
Raststuga	1	1
Rengärde	2	1
Rennäringsled (m)	555.3 - 1221.4 1221.4 - 1887.5	1 2
Renvaktarstuga	-	-
Rörledning (m)	-	-
Samhällsfunktion; Badhus	-	-
Samhällsfunktion; Brandstation	1	1
Samhällsfunktion; Busstation	-	-
Samhällsfunktion; Djursjukhus	-	-
Samhällsfunktion; Ishall	-	-
Samhällsfunktion; Järnvägsstation	-	-
Samhällsfunktion; Kommunhus	-	-
Samhällsfunktion; Kriminalvårdsanstalt	-	-
Samhällsfunktion; Ospecificerad	1 - 6 6 - 11 11 - 16	1 2 3
Samhällsfunktion; Polisstation	-	-
Samhällsfunktion; Ridhus	1	1
Samhällsfunktion; Samfund	1 - 4 4 - 7 7 - 10	1 2 3
Samhällsfunktion; Sjukhus	1	1
Samhällsfunktion; Sporthall	-	-
Samhällsfunktion; Vårdcentral	1	1
Seveso-verksamhet	0 - 2 2 - 4	1 2
Sjöräddningsstation	-	-
Skjutbana	1	1
Skjutbana, mindre	0 - 1 1 - 2 2 - 3	1 2 3



Skjutbaneområde	1 - 4 4 - 7	1 2
Skola	1 - 2 2 - 3	1 2
Småbåtshamn	-	-
Småväg (m)	677.1 - 7192.6 7192.6 - 13708.1 13708.1 - 20223.6	1 2 3
Småväg enkel standard (m)	8448.5 - 48947.6 48947.6 - 89446.7 89446.7 - 129945.8	1 2 3
Statligt byggnadsminne	2 - 4 4 - 11	1 2
Sveriges Television nyhetsredaktion	-	-
Telefonledning (m)	-	-
Tennisbana	0 - 1 1 - 2	1 2
Torg (m <sup>2</sup> )	-	-
Torn	1	1
Trafikövningsplats	-	-
Traktorväg (m)	58.9 - 13966.5 13966.5 - 27874.2 27874.2 - 41781.9	1 2 3
Transformatorområde (m <sup>2</sup> )	446.9 - 15239.5 15239.5 - 30032.2	1 2
Transformatorstation	-	-
Travbana	-	-
Täkt (m <sup>2</sup> )	8294.7 - 139483.8 139483.8 - 270673 270673 - 401862.1	1 2 3
Universitet	-	-
Vandrings- och vinterled (m)	0 - 11570.1 11570.1 - 33905.5	1 2
Vandringsled (m)	898.9 - 21890.2 21890.2 - 42881.5 42881.5 - 63872.9	1 2 3
Verksamhet	1 - 7 7 - 13 13 - 19	1 2 3
Vindkraftverk	1	1

Vindskydd	1 - 3 3 - 6 6 - 9	1 2 3
Vintersportanläggning (m <sup>2</sup> )	543.6 - 91789.2 91789.2 - 183034.9 183034.9 - 274280.6	1 2 3
Vattenskyddsområde (m <sup>2</sup> )	4018.4 - 14996008 14996008 - 29987998	1 2
Väderkvarn	-	-
Värmeverk	-	-
Åker (m <sup>2</sup> )	23981.4 - 1062120 1062120 - 2100259 2100259 - 3138398	1 2 3
Öppen mark (m <sup>2</sup> )	337739.4 - 3077365 3077365 - 5816991 5816991 - 8556617	1 2 3
Övergripande länk (m)	94.3	1
Övrig byggnad	1 - 12 12 - 23 23 - 35	1 2 3

## Bilaga 3. Metodik kommunanalyser

I analysen har öppna tillgängliga data använts för att analysera potentiella konsekvenser av ras, skred, stranderosion, kusterosion och översvämning. Verksamheterna och områdena som ingått i analysen är de som bedöms kunna bli påverkade vid en översvämning eller i händelse av ras, skred, stranderosion eller kusterosion. Om de drabbas skulle det kunna ge särskilt allvarliga konsekvenser för människors liv och hälsa, miljön, kultur eller ekonomisk verksamhet.

De ingående datamängder som använts i uppdraget för att bedöma potentiella samhällskonsekvenser av ras, skred, stranderosion, kusterosion och översvämning redovisas i Bilaga 1 och består av 145 objekt som redovisades som antal (89 objekt), linje (31 objekt) och ytor (25 objekt).

Analyserna för att identifiera riskområden utgår från överlagringsanalyser med hjälp av RStudio.Version (1.4.1717) (RStudio Team, 2020) där antal objekt, längd av linjer (m) och areal på ytor (m<sup>2</sup>) har räknats separat inom områden som hotas av ras, skred, stranderosion, kusterosion och översvämning. Separata analyser har gjorts för ras, skred, stranderosion, kusterosion och översvämning. Ett flödesschema nedan beskriver de olika stegen i metoden.

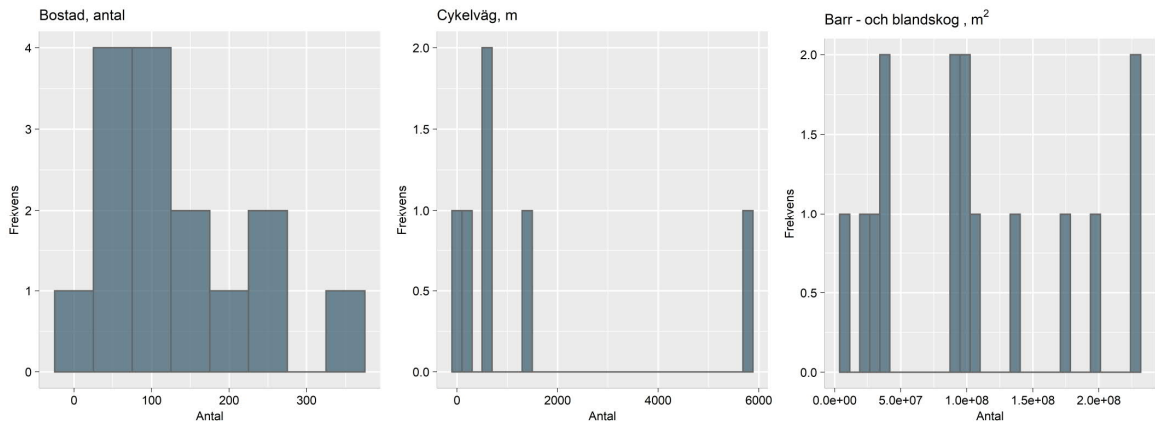
### Flödesschema

Överlagringsanalys - steg 1 (RStudio.Version (1.4.1717))

1. Skaffa 0.5x0.5 km rutnät över kartunderlag av ras, skred, stranderosion och kusterosion, 3x3 km rutnät över kartunderlag för översvämning vattendrag samt 5x5 km rutnät för översvämning vid kusten.
2. Sök ut objekt som överlagras av hotat områdes rutnät.
3. För linjer och ytor – klipp varje linje och yta mot det hotade områdets rutnät som överlappet skedde mot.
4. För linjer och ytor – räkna längd av de klippta linjerna (m) och areal av de klippta ytorna (m<sup>2</sup>).

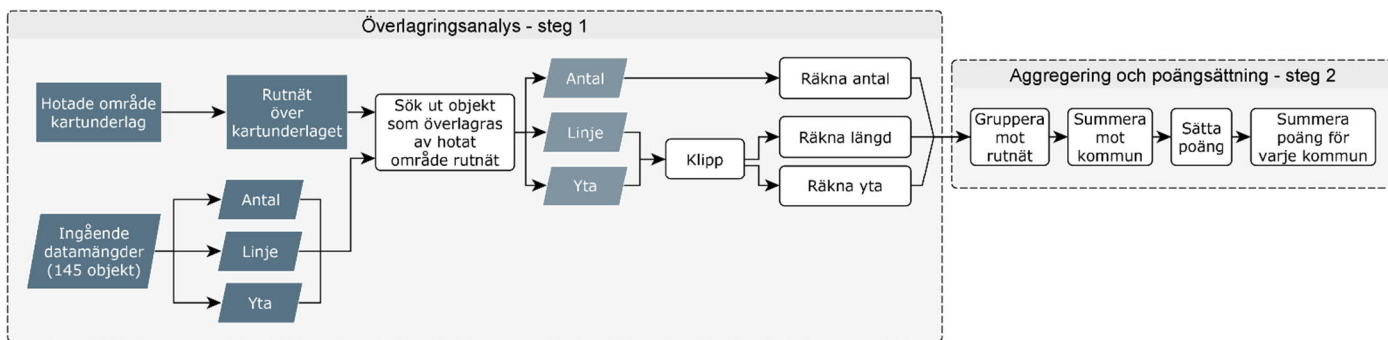
Aggregering och poängsättning – steg 2

1. Gruppera och summera hotade objekt mot ett rutnät.
2. Summera hotade objekt mot kommun (antal objekt, längd av linjer och areal av ytor).
3. Skaffa histogram för varje hotade objekt (Figur 1).



Figur 1. Exempel på fördelning av objekt som redovisades som antal, linje och yta.

4. Sätta poäng för varje hotade objekt enligt fördelning (exempel på poängsättning redovisas i Bilaga 2).
5. Summera poäng för varje kommun (Figur 2).



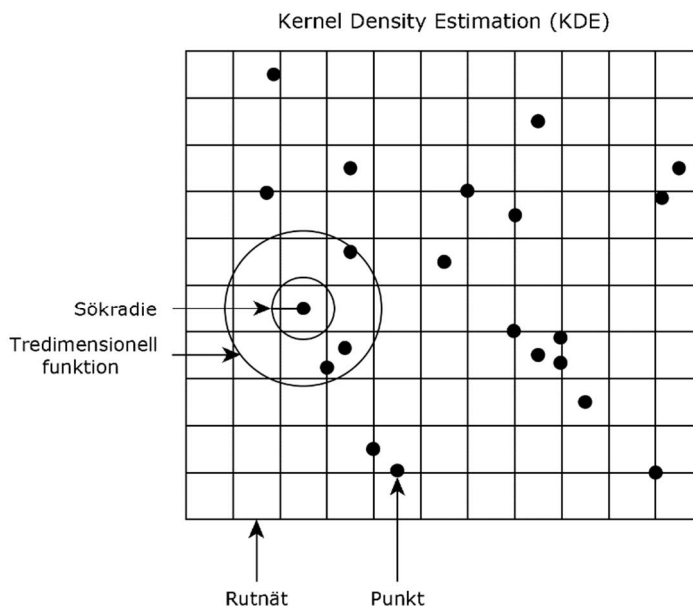
Figur 2. Flödesschema för överlagringsanalys och poängsättning.

## Bilaga 4. Metodik klusteranalyser

En analys för att titta på hur olika objekt hotas av ras, skred, stranderosion, kusterosion och översvämning har genomförts. Resultatet redovisades på hot och på verksamhetskategorier samt på hot och verksamhetskategorier tillsammans. Som underlag till klusteranalysen användes antal objekt, längd av linjer och areal av ytor för att se vilka områden som totalt sett berörs kraftigast av ett hot, oberoende av kommungränser och med fokus på det geografiska läget.

I klusteranalysen analyserades den geografiska placeringen av objekten som överlagras av hotat område, dvs resultat från Överlagringsanalys – steg 1. I Bilaga 1 finns en tabell där det framgår hur olika objekt har grupperats och i vilka kategorier av verksamheter. Syftet med analysen är att ta reda på var det finns större sammanhängande områden där en ansamling av verksamhetsobjekt som överlappas av ett hotat område finns.

Analyserna baserades på "Kernel density estimation" funktion tillgänglig i "spatstat" paket av RStudio.Version (1.4.1717) (RStudio Team, 2020). I huvudsak använder denna metod en statistisk teknik (uppskattning av kärndensitet) för att generera en jämn kontinuerlig yta med syfte att representera densitet (täthet) av olika objekt över studieområde. Först skapar algoritmen ett fint rutnät (3x3 km) över alla punkterna (Figur 3), sedan en rörlig tredimensionell funktion (Gaussian smoothing kernel) med en specificerad sökradie (5 km) tar varje cell och beräknar vikter för varje punkt inom kärnans radie. Punkter närmare mitten kommer att få en högre vikt och bidrar därför mer till cellens totala densitetsvärde, och slutliga rutnätscellvärden beräknas genom att summera värdena för alla kärnuppskattningar för varje plats.



Figur 3. Visualisering av "Kernel density estimation" funktion.

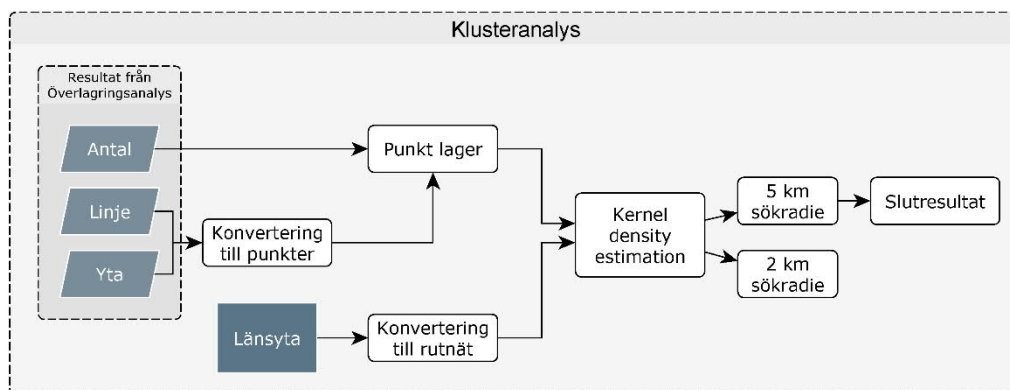
De värden som tillskrivs cellerna hänvisar till antalet objekt inom områdets areal (ett visst antal punkter per m<sup>2</sup>). I och med algoritmen beräknar densitet av punkterna, gjordes

linjer om till punkter med en densitet på 300 m, dvs en punkt per varje 300 m. Tillsammans med ytor som också omvandlades till punkter analyserades koncentrationen av hotade verksamheter mot rutnätet (3x3 km). Separata analyser har gjorts för olika hot (ras, skred, stranderosion, kusterosion och översvämning), för olika verksamhetskategorier (miljö- anläggning, människors liv och hälsa, ekonomisk verksamhet, kultur och fritid och miljö- skyddad) samt för hot och verksamhetskategorier tillsammans (till exempel ekonomiska verksamhet inom ras, osv). Ett flödesschema nedan beskriver de olika stegen i metoden.

### Flödesschema

Klusteranalys (RStudio.Version (1.4.1717), Figur 4)

1. Resultat för linjerna och ytorna från Överlagringsanalys – steg 1 gjordes om till punkter med en densitet på 300 m för linjer och en punkt för varje ruta inom en yta (ytorna fördelades i ett rutnät under Överlagringsanalys – steg 1, under klippning).
2. Alla punkter sammanfogades till ett stort punktlager och bara geografiska koordinater användes för analysen (alla andra attributen raderades).
3. Länsyta gjordes om till ett rutnät på 3x3 km.
4. "Kernel density estimation" funktion med "Gaussian smoothing kernel" metod användes för att beräkna densitet av punkterna genom en sökradie på 5 km och en sökradie på 2 km mot 3x3 km rutnät.
5. Resultat av punktdensitet med 5 km sökradie valdes och omvandlades till raster med 3x3 km upplösning.



Figur 4. Flödesschema för klusteranalys.



**STATENS  
GEOTEKNISKA  
INSTITUT**

Statens geotekniska Institut

581 93 Linköping

[www.sgi.se](http://www.sgi.se)

E post: [sgi@sgi.se](mailto:sgi@sgi.se)

Växelnr: 013-20 18 00