



Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning

Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/KI

SGI Vägledning:	4
SGI Diariernr:	1.1-1907-0483
SGI Uppdragsnr:	10197
Uppdragsnr:	10197
Totalt antal sidor	204

Ladda ner vägledningen som PDF, sgi.diva-portal.org

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:

SGI och MSB 2021, Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning, Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/Kl, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, Karlstad.

Foto på omslag: Mikael Svensson, Scandinav Bildbyrå

Förord

Regeringen redovisade i mars 2018 en nationell strategi för klimatanpassning för att långsiktigt stärka klimatanpassningsarbetet och den nationella samordningen av arbetet. Klimatanpassning innebär att rusta samhället för de nya utmaningar som ett förändrat klimat medför. Ras, skred, erosion och översvämning är naturliga händelser vars omfattning kommer att öka i samband med att klimatet förändras. Bebyggelse, anläggningar och andra samhällssystem är till stor del inte anpassade till de effekter som en ökad förekomst av ras, skred, erosion och översvämning kommer att medföra.

Statens geotekniska institut (SGI) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har haft regeringens uppdrag att identifiera särskilda riskområden för ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade. Uppdraget redovisas i den här rapporten.

Tio nationella riskområden har identifierats och rangordnats utifrån en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av att ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade inträffar. Det är vår förhoppning att rapporten och dess resultat ska bidra till en ökad kunskap som kan ligga till grund för det fortsatta arbetet med klimatanpassning. I rapporten redovisas konkreta insatser och behov av förebyggande åtgärder. Identifierade riskområden och rangordningen av dessa ger vägledning till hur insatserna kan prioriteras. Därutöver ges i rapporten förslag till utvecklade juridiska och ekonomiska styrmedel samt förbättrat kunskapsunderlag, för att takten i åtgärdsarbetet ska kunna öka och utgångsläget för att minska riskerna förbättras.

Det är många som har bidragit till resultaten i rapporten. För ett bra samarbete under hela arbets gång, riktar vi ett särskilt tack till Naturvårdsverket, Sveriges geologiska undersökning, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut samt länsstyrelserna i Skåne, Stockholm, Västernorrland och Västra Götalands län.

Sammantaget bedömer SGI och MSB att förutsättningarna är goda att i tid mildra de negativa konsekvenserna av ras, skred, erosion och översvämning, förutsatt att förebyggande åtgärder genomförs. Sverige har därmed goda möjligheter att, i likhet med arbetet för att minska utsläppen av växthusgaser, bli ett föregångsland för andra att ta efter i klimatanpassningsarbetet.

Linköping i maj 2021.



Johan Anderberg
Generaldirektör SGI



Camilla Asp
Vikarierande generaldirektör MSB

Innehållsförteckning

Sammanfattning	6
English summary	9
1 Uppdraget	12
1.1 Tolkning och avgränsning	12
1.2 Genomförande.....	13
1.3 Resultatens användning och begränsningar	13
2 Omvärldsanalys	14
2.1 Identifiering av riskområden i andra länder	14
2.2 Inträffade händelser i Sverige	15
2.3 Vädervarningar	20
2.4 Skadestatistik och skadeförsäkring.....	22
3 Metoder.....	30
3.1 Kartunderlag	30
3.2 Analyserade verksamheter och områden.....	37
3.3 Överlagringsanalyser.....	38
3.4 Samhällsekonomisk konsekvensanalys	41
4 Identifierade riskområden	46
4.1 Nationella riskområden	46
4.2 Nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning ...	51
4.3 Riskområden för olika verksamhetskategorier.....	58
4.4 Risker för samhällsviktig verksamhet	67
4.5 Risker regionalt och lokalt.....	73
4.6 Risker med förorenade områden	89
4.7 Risker per huvudavrinningsområde	94
5 Samhällsekonomiska konsekvensanalyser.....	97
6 Rangordnade riskområden	106
7 Förebyggande åtgärder	109
7.1 Utveckla förståelsen för och bedömningen av risker	111
7.2 Stärka berörda aktörers förmåga att ta ansvar	116
7.3 Investera i förebyggande åtgärder	122
7.4 Stärka beredskapen och återuppbyggnaden	124

8	Slutsatser och förslag till fortsatt arbete	126
---	---	-----

Bilagor

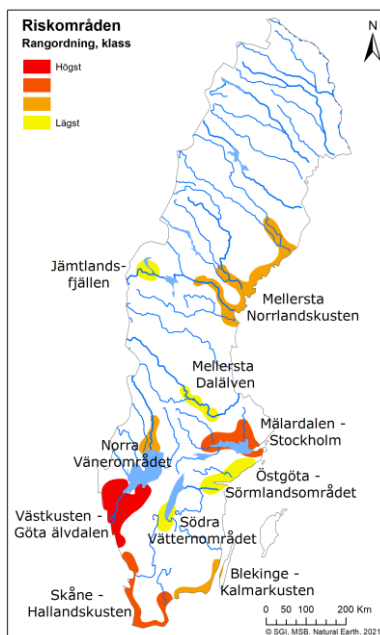
1. Regeringens uppdrag enligt regeringsbeslut M2019/01241/KI
2. Identifiering av riskområden i andra länder
3. Verksamheter som ingått i analysen
4. Metodik klusteranalyser
5. Poäng per verksamhet i kommunanalys
6. Samhällsekonomisk konsekvensanalys

Sammanfattning

I den här rapporten redovisar Statens geotekniska institut (SGI) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) tio identifierade riskområden för ras, skred, erosion och översvämning i Sverige som är klimatrelaterade. Arbetet har bedrivits i enlighet med regeringens uppdrag som tilldelades myndigheterna i juni 2019. Att ha kunskap om riskområden är en förutsättning för att på ett hållbart sätt hantera och förebygga riskerna med ras, skred, erosion och översvämning. Uppdraget har genomförts i samarbete med särskilt Naturvårdsverket, Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) samt länsstyrelserna i Skåne, Stockholm, Västernorrland och Västra Götalands län. Arbetet har fokuserats på att identifiera större regionöverskridande riskområden där riskerna är komplexa och kräver samarbete för att kunna förebyggas. Syfte är att få en nationell överblick av riskerna. Förslag ges också på vilka åtgärder som behöver genomföras för att skapa bättre förutsättningar för klimatanpassningsarbetet och därmed minska riskerna.

Av rapporten framgår att ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade kan innebära såväl stora samhällsstörningar som stora samhällskostnader. De förväntade direkta skadekostnaderna för sådana händelser kan uppgå till i storleksordningen 20-50 miljarder kronor fram till år 2100 om inte förebyggande åtgärder vidtas. Många olika aktörer och verksamheter kan förväntas bli berörda. För att förebygga skaderiskerna behöver både de juridiska och de ekonomiska styrmedlen utvecklas för att takten i åtgärdsarbetet ska kunna öka. Fortsatta kunskapshöjande insatser om olika riskområdens känslighet för klimatförändringarna är nödvändiga, men också om hur de ska bedömas för att hållbara åtgärder ska kunna genomföras. De förväntade klimatrelaterade skadekostnaderna kan begränsas i de identifierade riskområdena om arbetet med föreslagna åtgärder för att skapa bättre förutsättningar att minska riskerna inleds i närtid.

Tio nationella riskområden har identifierats



De identifierade nationella riskområdena har bedömts och rangordnats utifrån förväntade riskkostnader, komplexiteten i att genomföra förebyggande åtgärder och om beroenden finns i förutsättningarna att genomföra hållbara åtgärder med anledning av samverkande risker. Nuvarande kapacitet för klimatanpassning inom de olika riskområdena kommer att påverka både förberedande arbeten och genomförandet av förebyggande fysiska åtgärder.

Riskområdena har grupperats i fyra riskklasser. Området Västkusten – Göta älvdalen bedöms ha den mest allvarliga riskbilden med komplexa utmaningar avseende både kust- och vattendragsöversvämning samt förutsättningar för skred. I samtliga identifierade riskområden finns dock komplexa klimatrelaterade risker som behöver förebyggas i närtid.

Öka takten i åtgärdsarbetet genom förbättrade styrmedel och ökad kunskap

Utredningen visar att ras, skred, erosion och översvämning kan få mycket allvarliga konsekvenser för människors liv och hälsa, för ekosystem samt för infrastruktur, bebyggelse samt kulturarvet, med stora samhällsstörningar och skadekostnader som följd. För att åtgärder ska komma till stånd i de utpekade riskområdena behöver förutsättningarna förbättras. Det finns flera hinder att övervinna för att ta itu med kapacitetsfrågor, öka takten för klimatanpassning och se till att förebyggande åtgärder är tillräckligt flexibla och robusta.

För att i tid förebygga de förväntade skadehändelserna behövs ett antal inledande förberedande åtgärder, vilka successivt kan förväntas leda till att fler fysiska åtgärder genomförs. Genom förebyggande arbete såsom smart planering av ny bebyggelse, införande av restriktioner för markanvändning eller andra åtgärder kan behovet av fysiska åtgärder minskas och åtgärdsarbetet bli mer långsiktigt och kostnadseffektivt. Fastighetsägarna har ett stort ansvar att genomföra åtgärder men saknar ofta incitament och möjlighet att agera effektivt. Åtgärder kräver i många fall samordning över större geografiska riskområden för att skapa bäst samhällsnytta.

SGI och MSB har identifierat följande tre åtgärdsområden med förslag till insatser för att öka kapaciteten. Åtgärdena behöver inledas i närtid och genomföras inom en kommande femårsperiod för att underlätta åtgärdsarbetet och öka takten i genomförandet av nödvändiga förebyggande åtgärder mot ras, skred, erosion och översvämningar.

1. Utvecklade juridiska styrmedel

Bättre förutsättningar för det förebyggande arbetet kan skapas genom att i närtid särskilt utveckla lagstiftning. Lagstiftning och regelverk behöver utformas så de förbättrar möjligheterna för olika aktörer att genomföra åtgärder och som möjliggör en flexibel anpassning i samhället. Särskilt behöver modeller som tydligt beskriver ansvarsförhållanden och rådighet att genomföra åtgärder utvecklas. Ett viktigt exempel på det är frågan om markåtkomst, som är komplex och behöver klarläggas. Åtgärder behöver också bedömas utifrån ett förvaltnings- och säkerhetsperspektiv. Tillsynen behöver säkra att åtgärder blir genomförda och förvaltas väl, samt att restriktioner efterlevs. Viktiga insatser som behöver genomföras är att:

- utreda om plan- och bygglagen är ändamålsenlig och tillämpningen av plan- och bygglagen är tillräcklig för att säkerställa att risken för ras, skred, erosion och översvämning omhändertas vid ny och för befintlig bebyggelse.
- utreda om befintlig lagstiftning ger de förutsättningar till markåtkomst som kommunen och fastighetsägare behöver för att genomföra hållbara åtgärder.
- utreda och utveckla system och verktyg för att hantera förändrad markanvändning över tid och flexibel anpassning i riskområden.
- utreda förutsättningar och lämplighet för fastighetsägare att genomföra åtgärder enskilt, i samarbete med andra fastighetsägare och med kommun.
- utreda om befintlig lagstiftning, tillsyn och ansvarsfördelning ger de förutsättningar som behövs för att förvalta hållbara och säkra åtgärdslösningar.

2. Utvecklade ekonomiska styrmedel

Olika typer av finansieringslösningar behöver utvecklas för att möta behovet av såväl små som medelstora och stora riskreducerande åtgärder. En lösning kan till exempel vara att skapa möjlighet för kommunen att ta ut en avgift av fastighetsägare som gynnas av en åtgärd, eller att skapa incitament för fastighetsägare att själva genomföra åtgärder. En stor utmaning är att åtgärder ofta behöver genomföras över större geografiska områden och därmed inte kan lösas inom ramen för en detaljplan eller enskild fastighet, som exempelvis en vall längs ett vattendrag, våtmarker i ett avrinningsområde eller ett erosionsskydd längs en kuststräcka. Åtgärderna kan med andra ord vara både regionala och lokala och dessutom gynna både enskilda och allmänna intressen. Det finns därför anledning att se över kostnadsfördelning och lämpliga finansieringslösningar för identifierade riskområden, inklusive olika former för riktade åtgärdsbidrag. Exempel och erfarenheter att bygga vidare på finns att hämta från SGI:s modell för bidrag till åtgärder längs Göta älv och MSB:s arbete med bidrag till förebyggande åtgärder mot naturolyckor. Viktiga insatser som behöver genomföras är att:

- utreda möjliga finansieringslösningar som skapar en tydlig kostnadsfördelning mellan stat, kommun och enskilda.
- se över storleken på och formerna för åtgärdsbidrag, med beaktande av behoven inom utpekade riskområden och utifrån erfarenheterna av nuvarande bidragsfinansieringslösningar.

3. Utvecklad kunskap

Det finns fortfarande ett stort behov av att utveckla kunskapsunderlaget och ta fram vägledningar samt genomföra kompetenshöjande insatser som förbättrar möjligheten att bedöma klimatrelaterade risker och genomföra hållbara åtgärder. Viktiga insatser som behöver genomföras är att:

- ta fram och utveckla kunskapsunderlag, metoder och verktyg för att bedöma och kartera områden med risker.
- öka kunskapen om effekterna från naturhändelser på olika naturtyper och kulturmiljöer, samt ta fram stöd för implementering av naturbaserade lösningar.
- genomföra kompetenshöjande insatser, särskilt när det gäller att hantera risker i planprocesser.
- utveckla uppföljningen av erfarenheter från inträffade händelser.

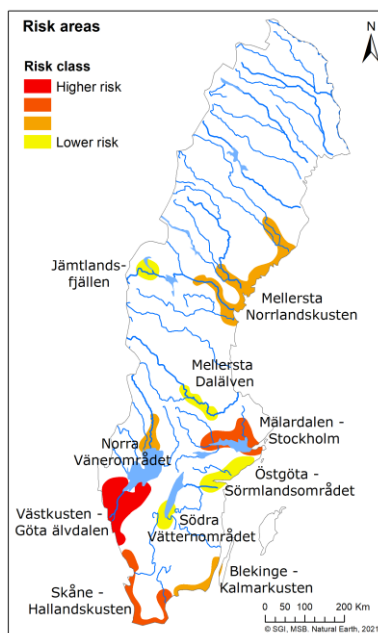
I de identifierade riskområdena finns komplexa klimatrelaterade hot. Riskerna sträcker sig över administrativa gränser och genomförandet av förebyggande åtgärder berör flera sektorer och aktörer i samhället. Det är viktigt att det görs en översyn av juridiska och ekonomiska styrmedel i syfte att underlätta åtgärdsarbetet. Specifika fysiska åtgärder i de olika riskområdena behöver hanteras och utredas på lokal eller regional nivå utifrån riskbild och områdets förutsättningar.

English summary

In this report, the Swedish Geotechnical Institute (SGI) and the Swedish Civil Contingencies Agency (MSB) identify ten areas with climate related risks for landslide, flooding and shore erosion. The work has been carried out in accordance with the Government assignment given to the authorities in June 2019. A knowledge and understanding of risk areas is a prerequisite for the prevention and reduction of risks associated with landslides, flooding and shore erosion. The assignment has been carried out in collaboration with the Swedish Environmental Protection Agency, the Swedish Geological Survey (SGU) and the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI), as well as the county administrative boards in Skåne, Stockholm, Västernorrland and Västra Götaland. The work has focused on identifying larger cross-regional areas with complex risks where cooperation is needed. The aim has been to provide national overview. The report proposes a number of necessary measures to create better conditions for climate adaptation and thereby reduce the risks associated with climate change.

The report shows that in the context of climate change, landslides, shore erosion and flooding can lead to major disruptions and significant costs for society. The direct costs of such events can be expected to rise to 20-50 billion Swedish crowns by the year 2100 if action is not taken. Many businesses and numerous other actors are likely to be affected. Both legal and financial instruments are needed to reduce risk, but also to increase the pace of climate adaptation. Awareness and understanding of risk areas and their sensitivity to climate change must continue to be developed, but how sustainable measures are implemented must also be understood. The effects of climate change can be prevented and reduced if work starts soon.

Ten national risk areas have been identified



Ten national risk areas have been identified and ranked according to expected risk costs, the complexity of implementing preventive measure, and the dependencies between different risks and necessary measures. Existing capacity for climate adaptation in each of the areas will have an effect on both preparatory work and the implementation of preventative measures.

The risk areas have been grouped into four risk classes. The area *Västgöta - Sörmlandsområdet* – *Göta älvdalen* is judged to have the most serious situation with complex challenges regarding both coastal and fluvial flooding, as well as landslides. However, all of the identified areas have complicated climate related risks that need to be addressed in the near future.

Increase the pace of action through increased knowledge and better governance

The results of the investigation show that landslides, flooding and shore erosion can potentially have significant consequences for human health, ecosystems, infrastructure, buildings and cultural heritage, as well as causing major disruptions and significant costs for society. The right conditions need to be in place in order for measures to be carried out. There are several barriers to overcome in order to address capacity issues, increase the pace of climate adaptation, and ensure that prevention measures are sufficiently flexible and robust.

A number of preparatory measures are required to ensure that climate associated risks are dealt with in time. These can in turn lead to the implementation of further measures. Preventative actions such as the smart planning of new buildings and restrictions on land use, as well as other actions, can reduce the need for physical measures and ensure that risk reduction is long-term and cost-effective. Property owners have a particular responsibility to adapt and protect their properties but often lack the incentives, or the means, to act effectively. In many instances, coordination across large geographical areas is required in order to achieve the best socio-economic result.

SGI and MSB have identified three action areas, each with a number of proposals, to improve capacity for climate adaptation. In order to facilitate and increase the pace of climate adaptation, the measures proposed need to start soon and be implemented over the coming five-year period.

1. Develop legal instruments

The conditions for risk prevention and reduction can be improved through new and amended legislation. Laws and regulations should support the implementation of measures by different actors and facilitate flexibility in climate adaptation. Models that clearly define roles and responsibilities, need to be developed. Access to land is an issue of particular importance that requires clarification. Management, safety and security are other important perspectives. Oversight and monitoring are required to ensure that measures are carried through and well managed, but also that restrictions are complied with.

Proposals of particular importance are:

- Investigate whether the planning and building act is fit for purpose, and if its application is sufficient to ensure that risks for landslides, flooding and shore erosion are addressed in new and existing developments.
- Investigate whether existing legislation provides the conditions for land access that the municipality and property owners require in order to implement sustainable measures.
- Develop systems and tools to better manage changing land uses over time, as well as the flexible adaptation of risk areas.
- Investigate what is required, and whether it is suitable, for property owners to undertake measures themselves, or in cooperation with other property owners and the municipality.
- Investigate whether existing legislation, division of responsibilities and oversight provide the right conditions for sustainable, safe and secure solutions.

2. Develop economic incentives

Different types of financing solutions need to be developed in order to meet the needs of small and medium-sized measures as well as larger projects. One possible solution would be to allow the municipality to charge a fee to those property owners who benefit from a particular measure. Financial incentives that enable property owners to implement measures themselves could also be considered. One major challenge is that measures are often required for larger geographical areas and cannot be solved within the boundaries of an individual property or the framework of a detailed development plan. Examples of such measures are dikes, wetlands and shoreline protection. These measures can be both regional and local, and benefit both the individual as well as the public interest. A review of the distribution of costs and appropriate financing solutions, including specific grants, is therefore required. Experience can be found in SGI's model for grants along the *Göta Älv* and MSB's grants for measures to prevent natural disasters.

Proposals of particular importance are:

- Investigate possible financing solutions that clearly distribute costs between the state, municipality and individual.
- Review the size and form of grant funding, with regard to the needs of the identified risk areas and based on the experiences of the current grant system.

3. Develop knowledge and awareness

There is still a need to develop the knowledge base, bring forward guidelines, and raise competence, in order to understand climate related risks and implement sustainable measures.

Proposals of particular importance are:

- Advance the knowledge base and develop methods and tools for assessing and mapping risk areas.
- Improve knowledge regarding the effects of natural events on natural and cultural heritage and develop support tools for the implementation of nature-based solutions.
- Raise competence, especially when it comes to managing risks in the planning process.
- Follow-up and learn from the experiences of previous events.

The climate related hazards in the identified risk areas are complex. They stretch over administrative borders and the measures required involve several sectors and many different actors. A review of judicial and financial instruments is important to facilitate risk prevention and reduction. Specific measures for the different risk areas need to be identified and managed at a local or regional level according to the risks and circumstances of the particular area.

1 Uppdraget

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. I juni 2019 fick Statens geotekniska institut (SGI) tillsammans med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) regeringens uppdrag att identifiera riskområden för ras, skred, erosion och översvämning i Sverige som är klimatrelaterade (bilaga 1). Uppdraget omfattar också att beskriva de samhällsekonomiska konsekvenserna av de klimatrelaterade riskerna samt att rangordna riskområdena utifrån sannolikheten för och konsekvensen av att det inträffar ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade.

Enligt uppdraget ska även möjliga förebyggande åtgärder samt ägarförhållanden och ansvar för att vidta förebyggande åtgärder inom de identifierade områdena belysas och beskrivas. Vid beskrivningen av konsekvenserna och i rangordningen ska hänsyn bland annat tas till att samhällsviktig verksamhet påverkas, att många olika aktörer berörs och särskilda risker med förorenade områden och sediment.

1.1 Tolkning och avgränsning

Ett riskområde definieras som ett avgränsat geografiskt område som kan hotas av översvämning, ras, skred eller erosion samt innehåller verksamheter som kan innebära att ogynnsamma konsekvenser för människors hälsa, miljön, kulturarvet eller ekonomisk verksamhet kan uppstå vid nämnda hotsituationer. Den geografiska utbredningen av riskområden kan variera beroende av hot som analyseras. Uppdraget har avgränsats till att identifiera större regionöverskridande riskområden där komplexa problem och risker finns för att belysa områden där särskilt länsstyrelser eller enskilda kommuner saknar egen rådighet.

Klimatrisker följer inte administrativa gränser men det gör däremot ansvaret för hanteringen av vissa risker. För att uppdraget ska ge ett mervärde, särskilt till Sveriges kommuner vid arbetet med att ge sin syn på klimatrelaterade risker i översiktsplaneringen, presenteras översiktliga resultat även utifrån administrativa gränser.

Med uttrycket klimatrelaterad avses att det ska vara ras, skred, erosion och översvämning till följd av processer som beror på ett förändrat klimat, till exempel förändrade nederbördsmonster, stigande havsnivåer och ändrade grundvattennivåer. Händelser som är en följd av mänsklig aktivitet, till exempel sprängning eller vattenläcka, beaktas inte.¹

Resultat från tidigare och pågående arbeten har utgjort en grund i uppdraget med att identifiera riskområden. Uppdragets underlag har begränsats till de befintliga nationella karteringar som fanns tillgängliga vid uppdragets start. Inga nya karteringar har genomförts inom uppdraget. Områden som saknar karteringar har därmed inte ingått i analyserna.

¹ Nationell strategi för klimatanpassning. Proposition 2017/18:163.

Nationellt underlag för kartering av översvämningar vid extrem nederbörd saknas tyvärr. Översvämningar till följd av skyfall är därmed inte analyserade i uppdraget. Flera länsstyrelser och kommuner har genomfört skyfallskarteringar, men olika metoder har använts och tillåter därmed inte ett jämförbart resultat nationellt. Skyfall är dock en betydande klimatrelaterad risk som kan ge upphov till kostsamma översvämningar och är ofta också en utlösande faktor för ras, skred och slamströmmar.

Nationellt jämförbart underlag för erosion längs vattendrag saknas och har heller inte ingått i uppdragets arbete. Erosion längs vattendrag är också en betydande klimatrelaterad risk som kan leda till ras och skred.

1.2 Genomförande

Regeringsuppdraget har genomförts i en uppdragsgrupp med en styrgrupp på SGI och MSB. Under uppdraget har underlag och värdefulla synpunkter inhämtats från länsstyrelserna, Naturvårdsverket, Sveriges geologiska undersökning (SGU) samt Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). Länsstyrelserna har medverkat i uppdraget genom representation av Länsstyrelsen Skåne, Länsstyrelsen Stockholm, Länsstyrelsen Västernorrland och Länsstyrelsen Västra Götalands län. Samråd har även skett med andra berörda myndigheter under arbetets gång. Myndigheterna och Sveriges kommuner och regioner (SKR) har fått möjlighet att yttra sig över förslag i rapporten och deras synpunkter har beaktats vid den slutliga redovisningen av uppdraget.

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 föreslå åtgärder för att minska risker med ras, skred, erosion och översvämning.

1.3 Resultatens användning och begränsningar

Analyserna för att identifiera nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning är översiktliga och har genomförts med översiktliga metoder och utifrån översiktliga underlag (se kapitel 3). De presenterade resultaten med identifierade riskområden ska därmed ses som en indikation på var i landet det finns särskilda behov av fortsatta analyser och bedömningar på regional och lokal nivå. Resultaten kan inte användas för detaljerad bedömning av riskerna.

En del av resultaten redovisas per län och kommun. De resultaten ska ses som signalvärden på att det kan finnas behov av fördjupade analyser och bedömningar för att minska risker med ras, skred, erosion och översvämning.

De åtgärder som föreslås i kapitel 7, är med anledning av resultatens översiktliga karaktär också övergripande. Specifika och fysiska åtgärder föreslås inte eftersom analyser och resultat om lokala förutsättningar inte har genomförts. Uppdraget har genomförts för att få en nationell överblick av riskerna och vilka åtgärder som behöver genomföras för att skapa förutsättningar för lokalt klimatanpassningsarbete.

2 Omvärldsanalys

En omvärldsanalys har gjorts för att ta fram en kvalitetssäkrad och transparent metodik. Dels analyserades liknande arbete i andra länder med avseende på metoder som tillämpas vid riskbedömning samt vilka kartmaterial och presentationstekniker som används. Dels analyserades svensk statistik från olika datakällor som beskriver nuvarande frekvens av ras, skred, erosion och översvämning samt vädervarningar och vilka skadekostnader olika händelser ger.

2.1 Identifiering av riskområden i andra länder

Relativt få länder har på nationell nivå gjort kombinerade analyser över risker kopplade till ras, skred, erosion och översvämning. Riskbilden och resurser för riskhantering i andra länder bedöms vara styrande för tillvägagångssättet med att identifiera riskområden. I ett internationellt sammanhang är risker kopplade till ras, skred, erosion och översvämning i Sverige relativt låga. Även om konsekvenserna på lokal nivå ändå kan vara allvarliga är exempelvis risken för påverkan på människors liv mycket liten i Sverige jämfört med många andra länder.

Det finns ingen internationellt vedertagen analysmetod för att identifiera eller utvärdera riskområden för ras, skred, erosion och översvämning. Identifiering av riskområden i olika länder sker oftast efter särskilda händelser. Analyserna utgår från enskilda länders särskilda problematik och särdrag vad gäller klimat- och geografi men även samhällsutveckling.

Generellt finns stora skillnader i underlag och analysmetoder för översvämning kontra ras, skred och erosion vilket påverkar möjligheten till kombinerade analyser av riskområden. Kunskapen är fortfarande påtagligt bristfällig om i vilken omfattning klimatförändringen ger effekter på frekvensen av markrörelser i form av ras eller skred. Stora osäkerheter finns kring vilka konsekvenser ett förändrat klimat kan leda till för olika geografiska områden. Tillgång till data, både vad gäller mängd och kvalitet, skiljer sig mellan länder och är avgörande för de analyser som görs. Ofullständiga uppgifter och brister i underlag är vanligt vilket är nödvändigt att vara medveten om när riskområden ska identifieras.

Utöver översvämnings- och skredriskkarteringar, utgör data om inträffade händelser, skadekostnader och försäkringsuppgifter värdefulla underlag i flera riskanalyser i andra länder. Detaljerade karteringar med god geografisk täckning samt tillförlitlig statistik med långa tidsserier möjliggör bättre analyser.

Flera länder redovisar riskområden per region eller kommun som information och stöd till beslutsfattare. Digitala karttjänster används som verktyg för att redovisa komplex information och komplicerade analyser på ett tillgängligt, pedagogiskt och visuellt tilltalande sätt.

I bilaga 2 ges exempel på hur Bosnien-Herzegovina, Italien, Schweiz, Slovenien, Storbritannien och USA har arbetat med att identifiera riskområden för ras, skred, erosion och översvämning.

2.2 Inträffade händelser i Sverige

Ras, skred, erosion och översvämningar är naturliga processer men händelserna ger återkommande negativa konsekvenser för till exempel byggnader och infrastruktur. Uppföljning av inträffade händelser görs idag på flera olika sätt. Räddningstjänsten följer upp insatser genom händelserapporter vilka sammanställs av MSB. SGI samlar information om inträffade skred, ras och erosion i en skred- och erosionsdatabas. SMHI för statistik över utfärdade varningar när väderutvecklingen väntas innebära risker för allmänheten eller ge störningar i samhällsfunktioner. Utredningar genomförs också av länsstyrelserna vid betydande översvämningar enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker. Försäkringsbolagen har uppgifter om skadekostnader vid inträffade händelser.

All information från ovan nämnda databaser ger tillsammans en bild av var i landet och hur ofta som klimatrelaterade händelser inträffar redan idag.

2.2.1 Räddningstjänstens insatser

Räddningstjänsten larmas i genomsnitt 250 gånger per år till händelser på grund av översvämningar, ras, skred och slamström. Den vanligaste orsaken är översvämningar. För hälften av insatserna som räddningstjänsten larmats till bedöms skadorna som minimala. För översvämningshändelser är egendomsskador mest vanliga medan skadetyper för ras och skred är något mer blandad.

Räddningstjänstens insatser är kategoriserade enligt olika typer av händelser. Nedan redovisas statistisk för de insatser som kommunal räddningstjänst rapporterat för:

1. 2005–2017, med någon av händelsetyperna ras, skred eller slamström eller översvämning av vattendrag
2. 2018–2019, med någon av de utlösande händelserna översvämning av vattendrag, översvämning av dagvatten- eller avloppssystem eller ras, skred eller slamström.

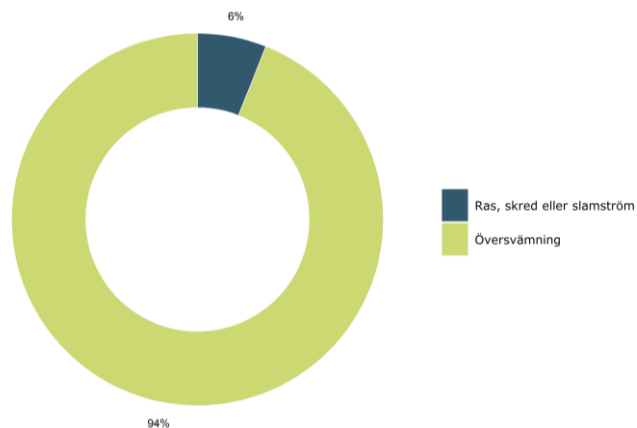
Notera att antalet händelser räddningstjänsten larmats ut till enbart ger en indikation på hur många händelser som inträffar i landet. Det sker flera händelser där räddningstjänsten inte är inblandad.

Under perioden 2005–2019 larmades räddningstjänsten till 205 händelser för ras, skred och slamström och 3519 händelser för översvämning. Sedan 2018 har statistiken för översvämningar delats i två kategorier. Räddningstjänstens insatser vid översvämning av dagvatten- eller avloppssystem under den senare perioden står för 76 % av totalen, jämfört med 17 % för översvämning av vattendrag och 7 % för ras, skred eller slamström.

Tabell 1 Antal räddningsinsatser 2005–2019.

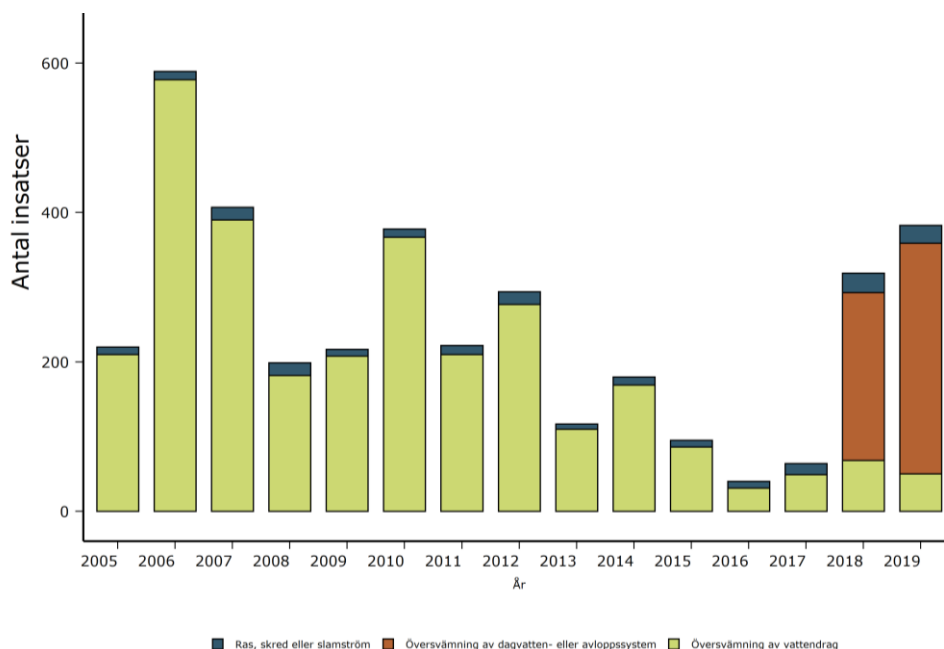
	Ras, skred eller slamström	Översvämning av vattendrag ²	Översvämning av dagvatten- eller avloppssystem
Antal insatser 2018-2019	50	118	534
Antal insatser 2005-2017	155	2867	Ingen uppgift

² Fram till 2017 räknades översvämningar av dagvatten – eller avloppssystem som översvämning av vattendrag.



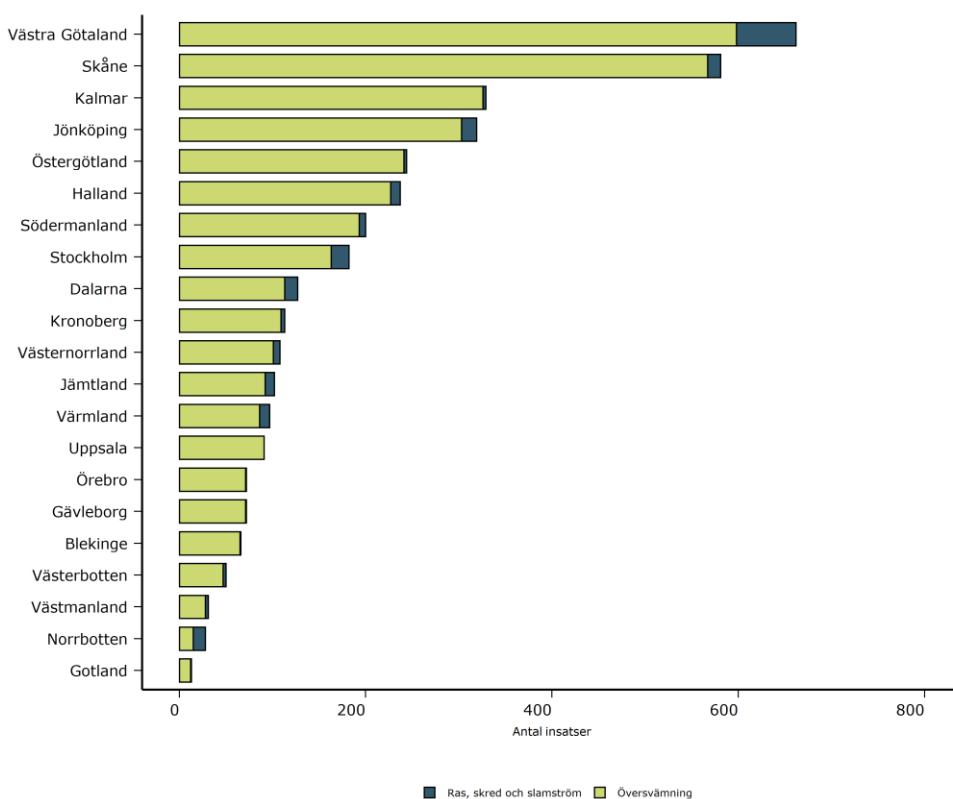
Figur 1 Räddningstjänstens insatser för ras, skred och slamström samt översvämning 2005-2019. 205 händelser för ras, skred och slamström och 3519 händelser för översvämning.

I genomsnitt larmas räddningstjänsten till 14 händelser för ras, skred eller slamström och 235 händelser för översvämningar per år. Siffrorna varierar dock märkbart från år till år beroende på väderförhållanden i olika delar av landet under olika säsonger. Under 2006 fick både norra och södra Sverige en vårflood, en blöt höst och förvintern gav upphov till översvämningar och jordskred i Västra Götalands län. Sommaren 2007 präglades av hög nederbörd i Götaland vilket resulterade i kraftiga flödestoppar i vattendragen. Vårflöden skapade stora problem på sina håll under 2010 med översvämmade vägar, ras och skred. Kraftiga regn under sommaren 2012 ledde också till många översvämningar. Vårfloden 2018 blev rejäl i stora delar av norra Sverige och på många håll var flödena de högsta sedan vårflooden 1995. Under 2019 inträffade det översvämningar i södra och mellersta Sverige vid upprepade tillfällen under året och ett större jordskred i västra Sverige.

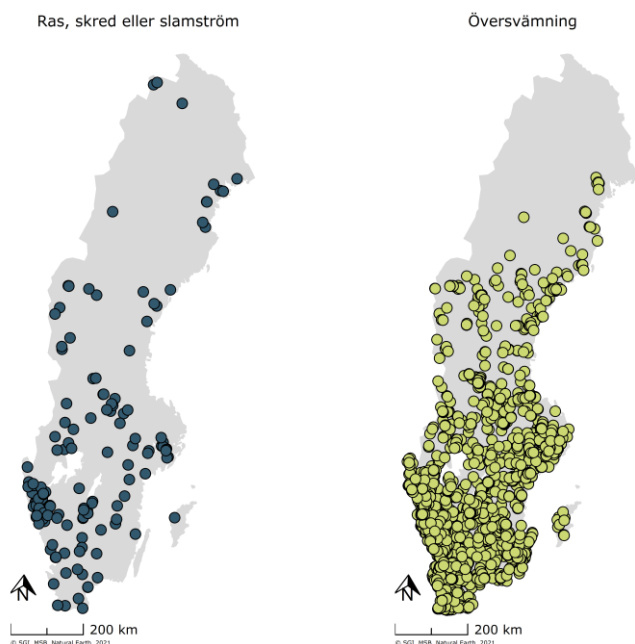


Figur 2 Räddningstjänstens insatser per år 2005-2019. Sedan 2018 har statistiken för översvämningar delats i två kategorier (översvämning av dagvatten- eller avloppssystem och översvämning av vattendrag).

Antalet inträffade ras, skred och översvämningar och antalet insatser skiljer sig åt geografiskt i Sverige. Det beror dels på olika naturgeografiska förutsättningar, som exempelvis nederbördsnivåer, dels på olika befolknings- och bebyggelsestrukturer. Vad gäller översvämningar har räddningstjänsten larmats mest i västra och södra Sverige. Västra Götalands län och Skåne län har rapporterat flest händelser men siffrorna för Kalmar, Jönköping, Östergötland, Halland och Södermanlands län är också höga, särskilt i förhållande till befolkningen. Kalmar län har haft flest insatser per invånare. Räddningstjänstens insatser är lägst i Norrbotten, Gotland och Västmanlands län, både i antal men också i förhållande till befolkningen. Antalet insatser för ras och skred är med marginal högst i Västra Götalands län, vilket återspeglar länets särskilda geologiska förhållanden. Räddningstjänstens insatser för ras och skred har däremot varit noll eller nära noll i Blekinge, Gotland, Gävleborg, Uppsala och Örebro län.

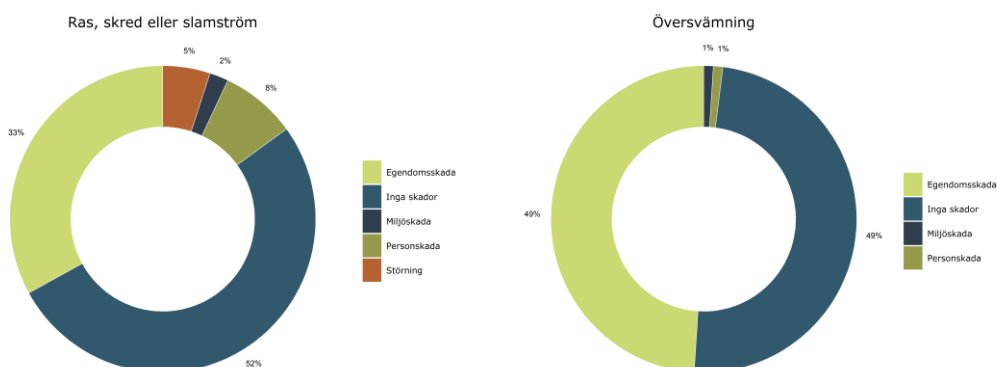


Figur 3 Räddningstjänstens insatser per län 2005-2019.



Figur 4 Räddningstjänstens insatser 2005-2019 för ras, skred och slamström och översvämning.

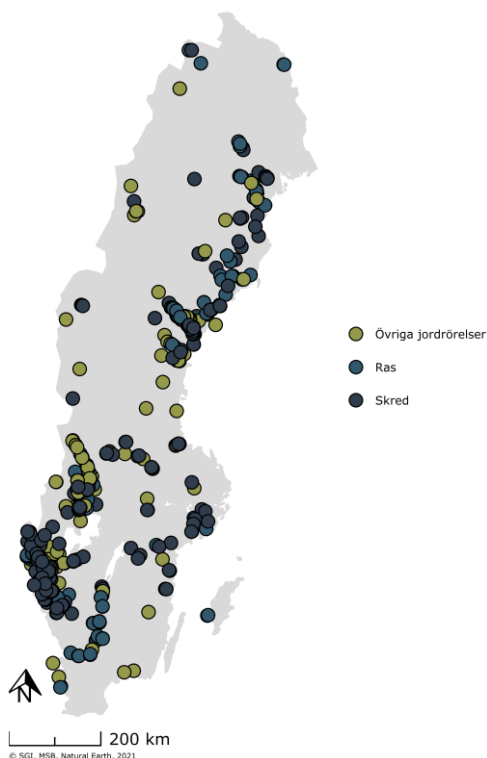
Vid varje insats gör räddningsledaren en kortfattad bedömning över eventuella skador och vidtagna åtgärder. För hälften av insatserna som räddningstjänsten larmats till bedöms skadorna som minimala. För översvämningshändelser är egendomsskada den vanligaste skadetyper medan för ras och skred är skadetyper något mer blandad. Under perioden 2005-2019 har ras och skred orsakat samhällsstörning vid totalt 11 tillfällen jämfört med 21 för översvämning. Normalt är det framkomlighet på vägar som påverkas. Miljöskador har noterats vid fem ras- och skredhändelser och 46 gånger i samband med översvämningar. 18 personsador har tillskrivits ras- och skredhändelser jämfört med fyra för översvämning. Rapporteringen visar att insatser för översvämningar vanligtvis sker i anslutning till bebyggelse, och i synnerhet bostäder. Insatser för ras och skred sker dock oftast i utemiljöer, vanligtvis där vägar och gator är drabbade.



Figur 5 Räddningstjänstens insatser per skadetyper vid ras, skred och slamström och översvämning.

2.2.2 Skreddatabasen

I Sverige inträffar skred som omfattar mer än en hektar i genomsnitt vartannat till vart tredje år. De flesta inträffar i obebyggda områden men det förekommer ras och skred även i bebyggda områden. Flera skred större än 10 ha har inträffat i bebyggda områden under 1900-talet.



Skreden har orsakat betydande skador på byggnader och anläggningar och i vissa fall också medfört förluster i människoliv. Skreden i Surte (1950), Göta (1957), Tuve (1977), Vagnhärad (1997) och Småröd (2006) är de jordrörelser som orsakat störst skada i modern tid.

I SGI:s skred- och erosionsdatabas registreras inträffade ras, skred, erosion och andra jordrörelser i Sverige med tillhörande beskrivning av händelsen.³

Sveriges kust är 15 100 km. Längs 110 km (0.7 %) bedöms en pågående betydande erosion i lösa jordarter pågå. En mer långsam erosion bedöms pågå längs 90 km (0.6 %) av kusten. Längs 900 km (6 %) av kusten finns stränder med förutsättningar för erosion⁴.

Figur 6 Inträffade ras, skred och övriga jordrörelser registrerade i SGI:s skreddatabas.

2.2.3 Utredningar av betydande översvämningar

Förordningen (2009:956) om översvämningrisker innebär en skyldighet för medlemsländerna att rapportera in information till EU om konsekvenser när större översvämningar inträffar. Informationen ska öka möjligheterna att göra jämförelser mellan nationer inom EU, men också nyttjas för att uppdatera den nationella riskbilden samt användas vid nästa identifiering av områden med betydande översvämningrisk. Utredningar⁵ av inträffade översvämningar har genomförts av länsstyrelserna på uppdrag av MSB vid sju tillfällen, i Halland 2014 (skyfall), Värmland 2014 (skyfall), Västra Götaland 2014 (skyfall), Örebro 2015 (skyfall), Blekinge 2020 (vattendrag), Halland 2020 (vattendrag) och Kronoberg 2020 (vattendrag).

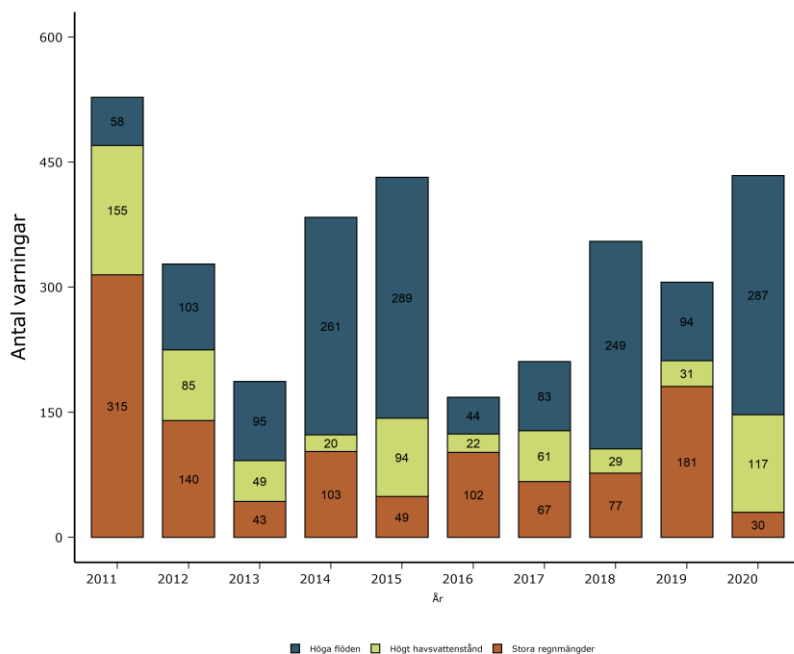
³ SGI webbplats: <https://gis.swedgeo.se/skred/>

⁴ SGU webbplats: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/stranderosion/oversikt-stranderosion-sverige/>

⁵ Vägledning för utredning av översvämningar. MSB 2015. Publikationsnummer: MSB 869

2.3 Vädervarningar

SMHI utfärdar varningar när väderutvecklingen väntas innebära risker för allmänheten eller störningar i samhällsfunktioner. Att SMHI utfärdar en varning innebär dock inte att det aktuella väderfenomenet kommer att inträffa, men att sannolikheten är stor för att det kommer göra det. Antalet varningar utfärdade av SMHI under perioden 2011-2020, för höga flöden, högt havsvattenstånd och stora regnmängder finns sammanställda i Figur 7.



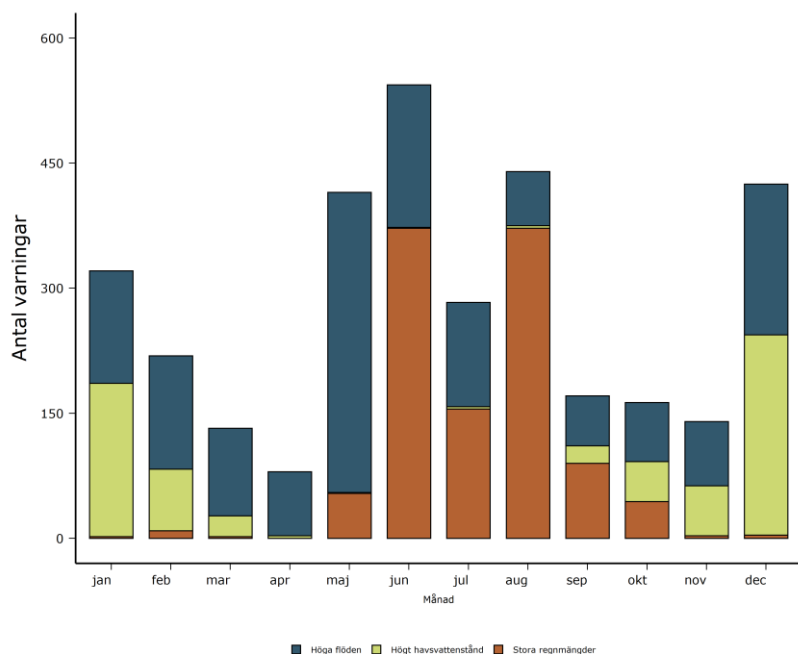
Figur 7 Antalet varningar för höga flöden, högt havsvattenstånd och stora regnmängder per år. I sammanställningen ingår varning klass 1, varning klass 2, varning klass 3 samt risk för höga flöden, högt havsvattenstånd och stora regnmängder.

Fördelningen av varningar under årets månader visar att varningar för höga flöden i vattendrag har skett under hela året, med en topp under vårfloden i maj. Varningar för stora regnmängder har framförallt skett under sommarmånaderna. Varningar för högt havsvattenstånd har framförallt skett under vintermånaderna. Se Figur 8.

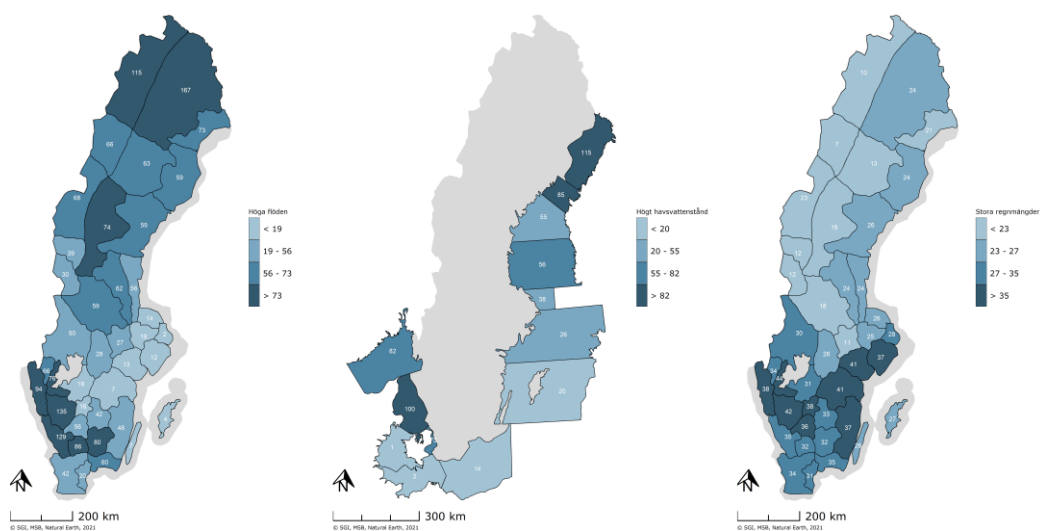
Flest varningar för höga flöden har skett i Norrbotten, Västra Götaland och Halland. Varningar för höga havsvattenstånd har främst skett i Bottenviken, Kattegatt och Norra Kvarken. Varningar för stora regnmängder har skett främst i Södra Sverige. Se Figur 9.

Under hösten 2021 övergår Sverige till ett nytt vädervarningssystem med konsekvensbaserade vädervarningar. Varningarna i det nya systemet kommer bli mer regionalt anpassade och utfärdas utifrån den påverkan som kan förväntas inom ett visst geografiskt område. Informationen ska bidra till att skapa bättre förutsättningar för rätt förberedelser att hantera den aktuella väderhändelsen. I det förnyade systemet benämns SMHIs vädervarningar gul varning, orange varning och röd varning. Röd varning är den

allvarligaste graden. Klass 1, 2 och 3 utgår alltså. De nya varningsnivåerna ger information om hur stora konsekvenser vädret kan medföra.⁶



Figur 8 Antal varningar för höga flöden, högt havsvattenstånd och stora regnmängder per månad under perioden 2011-2020. I sammanställningen ingår varning klass 1, varning klass 2, varning klass 3 samt risk för höga flöden, högt havsvattenstånd och stora regnmängder.



Figur 9 Antalet varningar för höga flöden, högt havsvattenstånd och stora regnmängder per område. Varningarna för höga flöden beskriver perioden 2016-2020. Varningar för högt havsvattenstånd gäller för perioden 2011-2020. Varningar för stora regnmängder gäller för perioden 2011-2020.

⁶ Nationell vägledning för vädervarningar - samhällsaktörernas arbete. SMHI. Upplaga 1 - juni 2020.

2.4 Skadestatistik och skadeförsäkring

Tillförlitliga data och statistik är viktigt för att förstå kostnaderna och effekterna av naturolyckor. Systematisk datainsamling och statistisk analys ger ett värdefullt underlag för beslut som kan minska risker och bygga motståndskraft. Agenda 2030 och Sendairamverket för katastrofriskreducering sätter upp ett flertal indikatorer för att kunna mäta framsteg när det gäller att uppnå de globala målen. Insamling av data kring skadekostnader är idag begränsad och statistiskt underlag för flera internationella indikatorer saknas och behöver utvecklas. I sin senaste statistiska lägesbild⁷ redovisar SCB att direkta ekonomiska förluster till följd av katastrofer är noll, detta då endast allvarliga och omfattande händelser inkluderas i rapporteringen. Data om kostnader för avbrott av grundläggande tjänster samlas inte heller in.

MSB och andra myndigheter har under åren gjort flera sammanställningar över historiska händelser oftast med uppgifter hämtat från olika källor. Det finns dock idag inga krav eller överenskommelser att förmedla information om skadekostnader till myndigheten i samband med att en naturolycka inträffar⁸. Tillgång till skadedata från såväl försäkringsbolag och privata bolag men också kommuner och statliga myndigheter har varit begränsad.

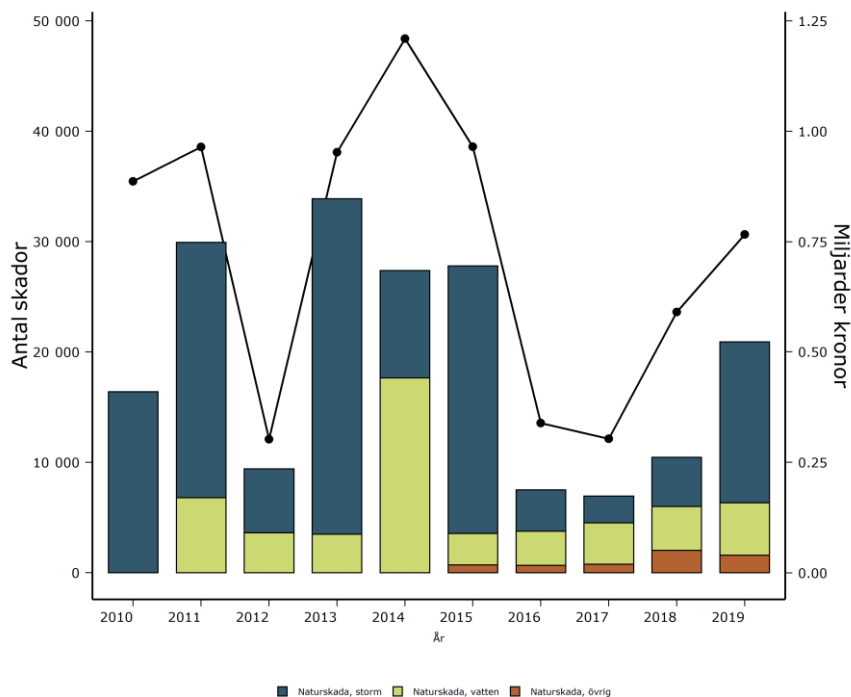
Svensk Försäkrings statistik om skadekostnader för hushåll och företag är en av få tillgängliga informationskällor att tillgå vad gäller skadestatistik. I samband med regeringsuppdraget att identifiera riskområden har Svensk Försäkring tillsammans med försäkringsföretagen förfinat och samlat in skadestatistiken för 2015 och framåt. Resultaten presenteras nedan.

Övergripande statistik för naturskador

Under många år har branschorganisationen Svensk Försäkring samlat in uppgifter om antal naturskador och skadebelopp som har utbetalats från försäkringsföretagen. Statistiken omfattar naturskador inom hem-, villa-, fritidshus-, båt, företags- och fastighetsförsäkring. Fordonsskador ingår inte i statistiken. En viss mängd skador kopplade till skogs- och jordbruk, till exempel grödor, ingår i den mån de omfattas av dessa försäkringar. Markskador ersätts vanligtvis inte.

⁷ SCB Statistisk lägesbild 2021 Genomförandet av Agenda 2030 i Sverige s.61. SCB 2021-03-11

⁸ Enligt 3 kap. 10 § i lagen om skydd mot olyckor när en räddningsinsats är avslutad ska kommunen se till att olyckan undersöks för att i skälig omfattning klarlägga orsakerna till olyckan, olycksförloppet och hur insatsen har genomförts. Efter avslutad undersökning ska kommunen skicka en undersökningsrapport till Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Här ingår dock inte krav på att redovisa skadedata.



Figur 10 Naturskador inom hem-, villa-, fritidshus-, båt-, företags- och fastighetsförsäkring, 2010–2019. Antal skador i tusental (stapel, vänster axel) och utbetalda skadeersättningar i miljarder kronor (linje, högeraxel). Övriga naturskador omfattar skador som orsakats av jordskred, bergras, lavin, jordskalv, vulkanutbrott, snötryck eller hagel. Källa: Svensk Försäkring

Statistiken visar att under de senaste 10 åren har både stormar och översvämningar lett till många skador. Hit räknas inte bara stormar med hög vindstyrka utan även snöstormar. Sedan 2011 finns även uppgifter om naturskador som har uppstått på grund av stora mängder vatten. Det kan vara skyfall, snösmältning, stigande sjö eller vattendrag. De stora skyfallshändelser som drabbade Skåne, men även Värmland och Västergötland, i augusti 2014 syns tydligt i diagrammet ovan. Sedan 2015 samlas även uppgifter in om övriga naturskador, som omfattar skador som orsakats av jordskred, bergras, lavin, jordskalv, vulkanutbrott, snötryck eller hagel. Skador från naturhändelser som åska och skogsbrand ingår inte i den redovisade statistiken.

Fördjupad statistik från Svensk Försäkring

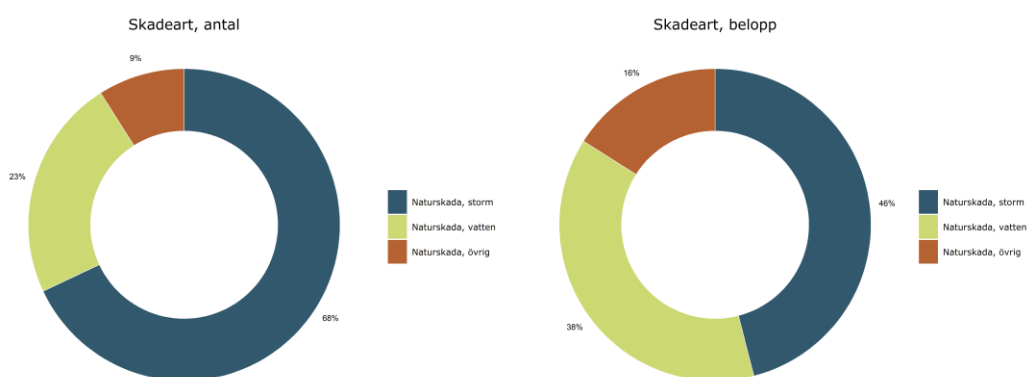
I samband med regeringsuppdraget har Svensk Försäkring tillsammans med försäkringsföretagen samlat in ett nytt statistiskt underlag från 2015 och framåt. Detta för att försöka särskilja statistiken för översvämningar och ras, skred och erosion samt dess geografiska spridning.

För första gången har data för naturskador samlats in per försäkringsgren, kommun/län, skadearter och skadetyper. Svensk Försäkring har sammanställt data från sammanlagt åtta koncerner/företagsgrupper med både svenska företag och utländska företag som har filialer i Sverige. För 2019 motsvarar den insamlade statistiken en täckning på ungefär 84 procent av antal skador och 90 procent av skadebeloppen bland Svensk Försäkrings medlemmar.

Naturskador per skadeart och skadetypp 2015–2019

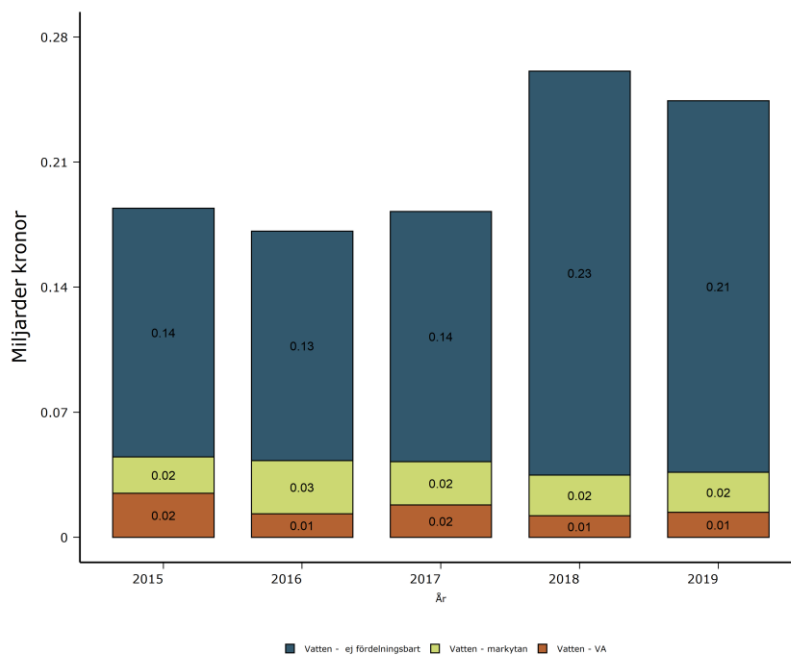
Under perioden 2015–2019 inträffade närmare 60 000 naturskador i Sverige. För dessa skador betalade försäkringsföretagen ut sammanlagt drygt 2,75 miljarder kronor.

Naturskadorna uppstår främst på grund av storm (40 900 skador eller 68 procent) och översvämningar (13 800 skador eller 23 procent). Resterande 5 200 skador (9 procent) orsakades av övriga naturskador såsom ras, skred och erosion men även hagel och snötryck.



Typ av skada	Antal		Skadebelopp	
	Antal	Procent	Belopp (Mkr)	Procent
Naturskada, storm	40951	68%	Ca 1 288	46%
Naturskada, vatten	13801	23%	Ca 1 043	38%
Naturskada, övrig	5219	9%	Ca 432	16%

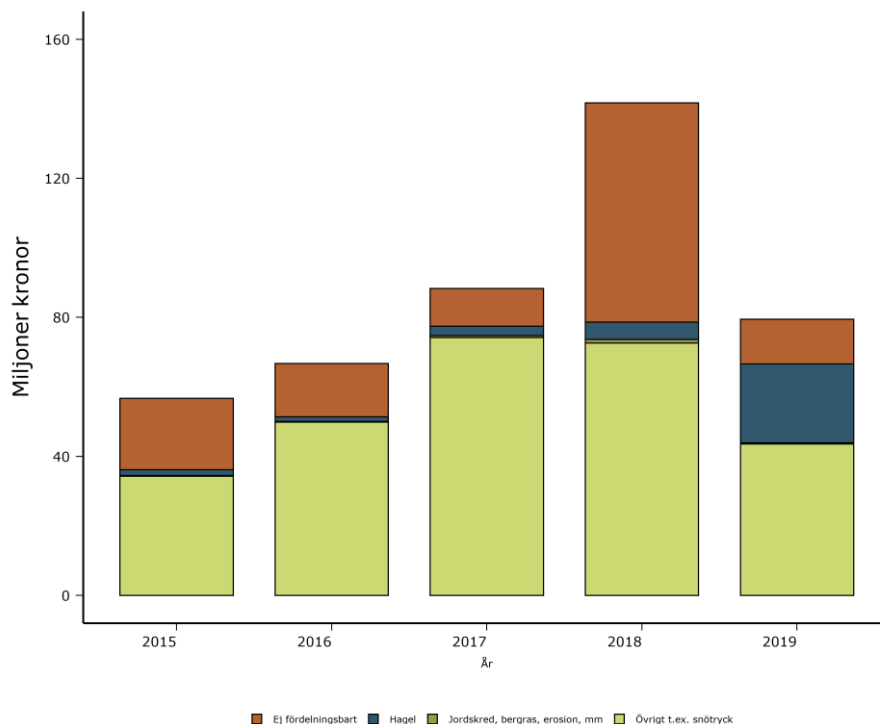
Figur 11 Antal naturskador och skadebelopp i kronor för åren 2015–2019.



Figur 12 Skadebelopp i kronor per år för *naturskada vatten*, per skadetypp 2015-2019

Under en femårsperiod orsakades i genomsnitt 2760 skador per år av översvämning till en skadekostnad på över 200 miljoner kronor per år.

Få av försäkringsföretagen kunde särredovisa all statistik per skadetyper. För skadetyper *naturskada vatten* fördelades ungefär 13 procent av antalet skador till inströmning från markytan och 13 procent från utströmning från VA-nätet. 74 procent av antalet skador och 80 procent av skadebeloppet kunde dock inte preciserats närmare per skadetyper.



Figur 13 Skadebelopp i kronor per år för *naturskada övrig*, per skadetyper 2015–2019.

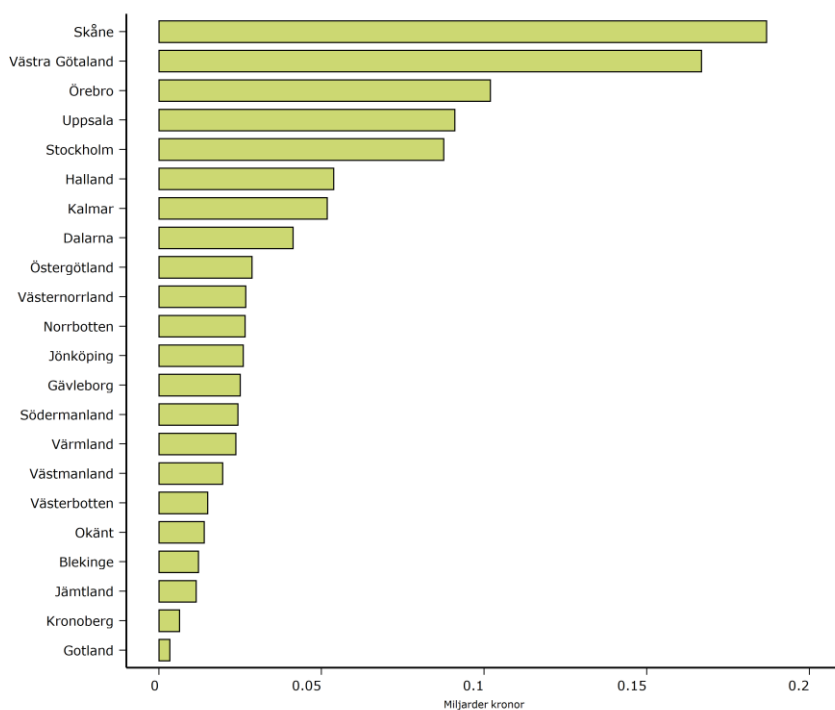
För skadetyper *naturskada övrig* blev drygt 34 procent av antalet skador ej fördelade. För perioden 2015–2019 rapporterade försäkringsföretagen 105 skador orsakade av ras, skred eller erosion. Av de företag som kunde särredovisa ras, skred och erosion så stod skadetyper *naturskada övrig* för ungefär 5 procent av antalet respektive 3 procent av skadekostnaderna. Om denna fördelning tillämpas på statistiken i sin helhet ger den en indikativ siffra på i genomsnitt drygt 50 skador per år orsakade av jordskred, bergras, erosion mm till en skadekostnad av ungefär 2,5 miljoner kr per år.

Naturskador per län 2015–2019

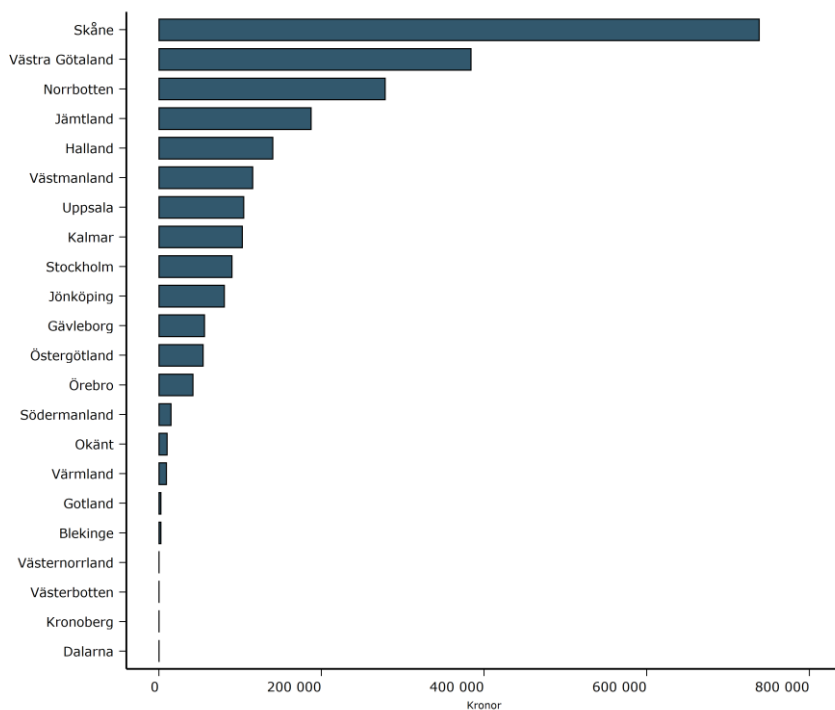
De skadebelopp för naturskador som sammantaget har betalats ut under de fem senaste åren visar att Skånes, Västra Götalands, Örebros, Uppsalas och Stockholms län har varit värst drabbade av översvämningar. Siffrorna kan tydligt kopplas till särskilda skyfallshändelser och specifika år.

De utbetalda skadebeloppen för naturskador – ras, skred och erosion är betydligt lägre än för vatten. Högsta skadekostnaderna fanns i Skåne där ras, skred och erosion drabbade villa- och fritidshusägare men även övriga fastigheter och företag i ett antal kommuner. Västra Götalands län hade dock störst antal skador, totalt 28 skador. Skador i

Norrbottnens och Jämtlands län syns också i statistiken och sker sannolikt i samband med vårfloden.



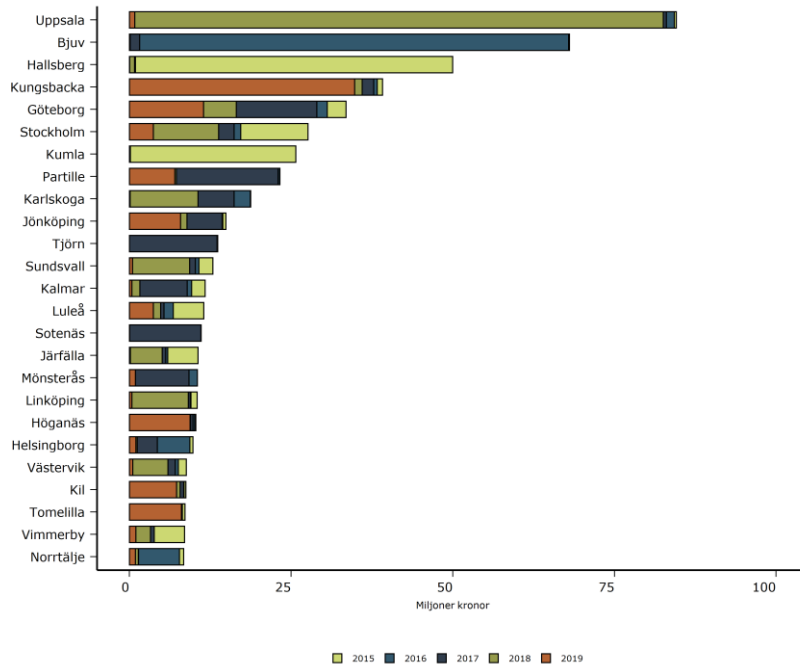
Figur 14 Skadebelopp i kronor per län för naturskada vatten 2015–2019.



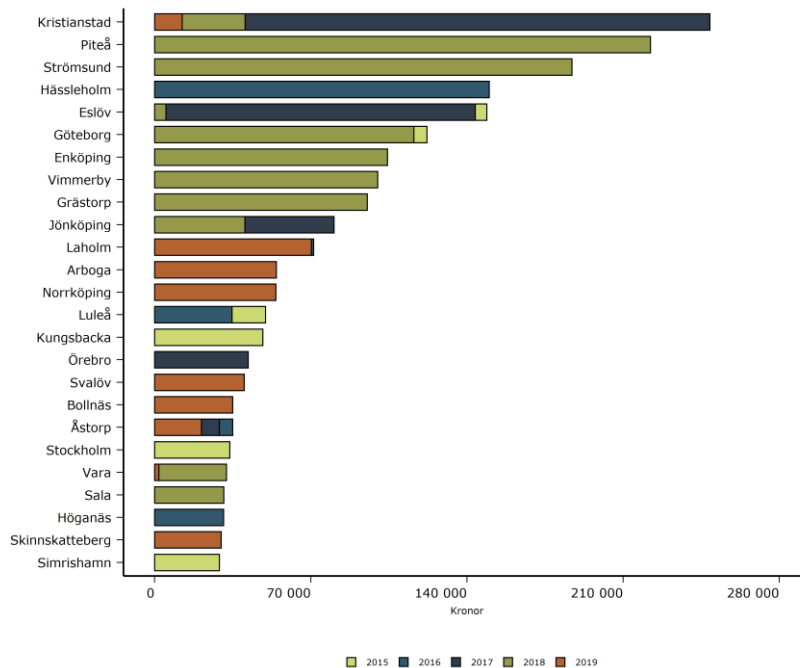
Figur 15 Skadebelopp i kronor för naturskada ras, skred, erosion per län 2015–2019.

Naturskador per kommun 2015–2019

Statistiken visar tydligt vilka kommuner som har drabbats av översvämningar under perioden 2015–2019. Figur 16 visar de kommuner med högst skadebelopp. Skadekostnader kan kopplats till specifika händelser vid en specifik tidpunkt och plats. Fem skyfallshändelser som orsakade större materiella skador syns tydligt, Hallsberg/Kumla (2015), Bjuv (2016), Partille/Göteborg (2017), Uppsala (2018) och Kungsbacka (2019).



Figur 16 Skadebelopp i kronor per kommun för *naturskada vatten* 2015–2019.



Figur 17 Skadebelopp i kronor per kommun för ras, skred och erosion 2015–2019.

Statistiken för ras, skred och erosion består av färre händelser med betydligt mindre skadebelopp. Ett antal händelser saknas i redovisningen då det inte har varit möjligt för alla försäkringsbolag att ta fram en mer finfördelad statistik. Figur 17 visar de kommuner med högst skadebelopp. Inga händelser med större skadebelopp har rapporterats men i redovisningen syns flera kommuner med kända ras-, skred- och erosionsproblem både i södra och norra delar av landet.

Behov av nationellt system för skadehändelser

Svensk Försäkrings skadestatistik har varit en värdefull informationskälla för att kunna precisera och kvantifiera skador som kan uppstå till följd av olika naturhändelser.

De skadebelopp som redovisas är höga. Skadekostnader är som förväntat högst i områden med större koncentrationer av boende och bebyggelse. Skadekostnader varierar dock kraftigt från år till år och händelser har slagit till på flera olika, ibland oväntade, platser. En stor händelse kan innebära stora kostnader för den enskilda fastighetsägaren, kommunen, eller för den delen försäkringsbolaget.

Svensk Försäkrings sammanställning har gjort det möjligt att identifiera flera allvarliga händelser som har lett till större skador på privat egendom. Utifrån den korta tidsserien och begränsad mängd tillgängliga data är det dock svårt att i dagsläget utläsa några tydliga trender eller noggrant peka ut områden med upprepade händelser. Svensk Försäkrings statistik är också en av flera informationskällor och ger inte en fullständig bild av skadekostnader. Information kring skadekostnader är idag begränsad och det finns flera luckor i det statistiska underlaget.

Skadekostnader för statlig och kommunal egendom samt infrastruktur har inte kunnat sammanställas inom ramen för uppdraget. Många kommuner försäkrar kommunal egendom genom sina egna bolag och organisationer till exempel Stockholmsregionens Försäkring AB eller Kommunassurans Syd Försäkrings AB (KSFAB) och statistik kring naturolyckor sammanställs inte på samma systematiska sätt.

Förordning (1995:1300) om statliga myndigheters riskhantering styr riskfinansiering och skadereglering för statlig egendom. Myndigheter får träffa överenskommelse med Kammarkollegiet, och endast undantagsvis teckna försäkring för statens egendom hos ett enskilt försäkringsföretag. Återigen finns det ingen statistisk sammanställning över naturolyckor och skadekostnader. Flera statliga myndigheter, exempelvis Trafikverket, Statens fastighetsverk och Naturvårdsverket har däremot i sina handlingsplaner för klimatanpassning uttryckt ambitionen att samla in data och information eller utveckla metoder för att beräkna skadekostnader.

Statistiskt underlag över naturskador utgör alltså ett historiskt underlag. Den nu insamlade statistiken kan ge indikationer för de närmaste decennierna men osäkerheter om framtida klimateffekter gör det svårt att använda dagens statistik för att bedöma riskerna på längre sikt. Här behöver statistiken kompletteras med andra beräkningsgrunder och bedömningsmetoder.

Det finns ett tydligt behov att förbättra insamling, sammanställning och analys av data för naturolyckor. Tillförlitlig statistik med långa tidsserier ger bättre underlag för

försäkringsbranschens riskbedömningar, bättre underlag för myndigheters och kommuners planer och program, och bättre underlag för att kunna identifiera, bedöma och vidta viktiga klimatanpassningsåtgärder.

Ett nationellt system för insamling och uppföljning av skadedata från både offentliga och privata aktörer behövs för att kunna följa upp konsekvenserna av naturhändelser.

3 Metoder

SGI, MSB och SGU arbetar löpande med att kartlägga hotade områden för ras, skred, erosion och översvämning. Uppdraget har använt befintliga nationellt täckande underlag från karteringar för att identifiera riskområden. I den här delen av rapporten redovisas vilket dataunderlag för hotade områden och verksamheter som använts för att identifiera nationella riskområden. Metoder och analyser som genomförts för att avgränsa och rangordna riskområdena beskrivs.

Förutsättningarna för att bedöma framtida risker för översvämning jämfört med ras, skred och erosion är olika. För framtida översvämningsrisker finns framtagna scenarier. Motsvarande scenarier som visar hur förutsättningarna för ras, skred och erosion kommer öka eller minska i procentuella tal som en följd av klimatförändringens effekter saknas fortfarande. Trots forskning inom området finns ännu inga modeller för att bedöma hur klimatförändringarnas effekter i reella tal kommer påverka ras, skred och erosion⁹. Olikheter och osäkerheter i underlagen vad gäller klimataspekter har beaktats i analyserna och beskrivs nedan och i anslutning till redovisade resultat.

Av uppdraget framgår att arbetet med förordning (2009:956) om översvämningsrisker ska utgöra en grund för arbetet. Förordningen syftar till att minska ogynnsamma följder av översvämningar för människors hälsa, miljön, kulturarvet och ekonomisk verksamhet. För att likrikta arbetet i det här uppdraget med förordningen (2009:956) om översvämningsrisker, har analyserna inriktats på konsekvenser inom samma verksamhetskategorier. Även samma kartunderlag har använts i analyserna av översvämning vid kust, sjöar och vattendrag.

3.1 Kartunderlag

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

Mer information om använda kartunderlag finns i SGI:s kartvisningstjänst för ras, skred och erosion¹⁰ samt i MSB:s översvämningsportal¹¹. Kartvisningstjänsten för ras, skred och erosion redovisar även översvämningskartor från MSB och framtida havsnivåer från SMHI.

3.1.1 Ras

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för ras och slamströmmar har *Översiktlig stabilitetskartering i morän och grova jordar*¹² använts. Underlaget har tagits fram av SGI på uppdrag av MSB. Kartunderlaget omfattar flertalet kommuner där förutsättningar för ras och slamströmmar finns men är inte nationellt heltäckande och begränsas också av att de bara finns för utvalda bebyggda områden samt gäller vid

⁹ Gariano and Guzzetti (2016) Landslides in a changing climate, Earth-Science Reviews 162 (2016) 227–252

¹⁰ SGI webbsida: <https://gis.swedgeo.se/rasskrederosion/>

¹¹ MSB webbsida: <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/enkel-karta.html>

¹² MSB webbsida: <https://www.msb.se/sv/verktyg--tjanster/oversiktlig-stabilitetskartering-i-moran-och-grova-jordar/>

tidpunkten då de togs fram. Notera att kartunderlaget inte visar sannolikheten för ras utan enbart där det finns förutsättningar för att ras kan inträffa.

Även underlaget *Områden där skogsbruk och exploatering kan orsaka erosion, ras och slamströmmar*¹³ som tagits fram av Skogsstyrelsen i samverkan med SGI och SGU har 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 skikt¹⁴. För områden där jordartskartans upplösning är grövre än 1:250 000 ingår inte jordartsinformation i analysen. Underlaget täcker hela Sveriges yta utom fjällområdet.

Produkten visar vilka sluttningar som har förutsättningar att erodera eller rasa och i vilka bäckar som slamströmmar kan uppkomma. Däremot visar kartan inte att erosion eller ras kommer att ske eller att slamströmmar kommer att inträffa.

3.1.2 Skred

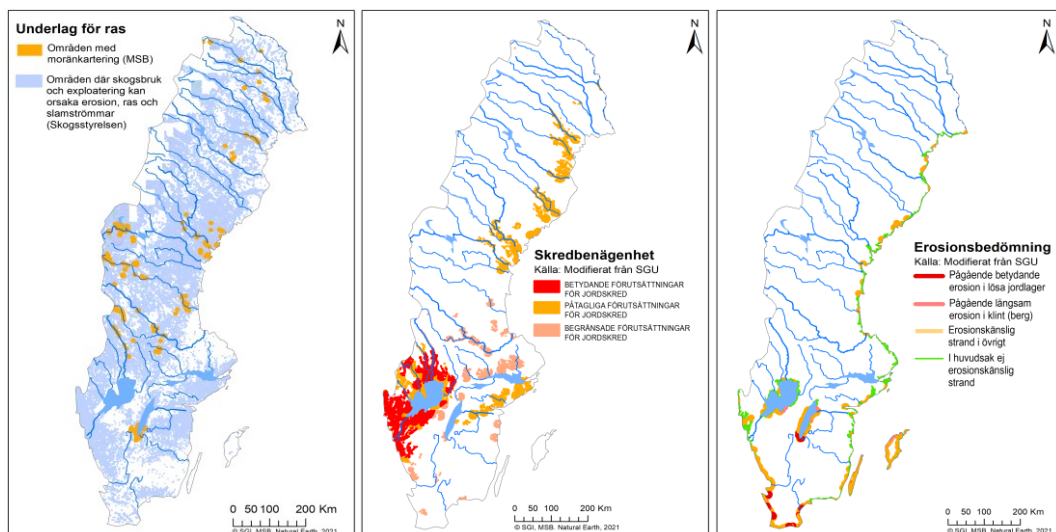
Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för skred har SGU:s underlag *Riksöversikt finkorniga jordarters skredbenägenhet* använts. Kartunderlaget är avsett för översiktliga bedömningar och ger en bild av de regionala skillnaderna i de finkorniga jordarternas skredbenägenhet och sannolikheten för att ett skred inträffar.

Kartunderlaget visar skredbenägenhet indelat i fem olika klasser. I analysen för att identifiera riskområden har de tre klasser med störst skredbenägenhet använts. För att det i GIS-analyserna (se vidare nedan) ska gå att urskilja vilka områden som är mer eller mindre skredbenägna har de olika klasserna betydande benägenhet, påtaglig benägenhet och viss benägenhet för jordskred tilldelats faktorerna 3, 2 respektive 1.

Notera att kartunderlaget inte visar sannolikheten för skred utan enbart där det finns förutsättningar för att skred kan inträffa. För att bedöma sannolikheten för skred krävs en fördjupad utredning av stabiliteten i ett område genom bland annat provtagning på plats samt beräkningar av säkerhetsfaktorer. Kartunderlag för sannolikhet kombinerat med konsekvenser till en skredrisk finns idag för Göta älv, Norsälven, Sävån och kommer senare under 2021 även finnas tillgängligt för Ångermanälven. Skred i havet ingår inte i analysen.

¹³ SGI webbsida: <https://gis.swedgeo.se/rasskrederosion/>

¹⁴ Skogsstyrelsen 2016: Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering. Rapport 2016:10.



Figur 18 Kartor som visar underlag med förutsättningar för ras (vänster), riksöversikt för benägenhet för jordskred (mitten) och riksöversikt för stranderosion (höger). Riksöversikten för stranderosion visar vilka stränder i Sverige som är utsatta för erosion samt vilka stränder där förutsättningar finns för erosion. Underlagen som visar förutsättningar för ras och jordskred gäller i dagens klimat.

3.1.3 Kusterosion

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för erosion har SGU:s underlag *Riksöversikt stranderosion*¹⁵ använts. Kartunderlaget ger en översiktlig bild av erosionsförhållandena runt Sveriges kust. Den 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.

Kartunderlaget visar förutsättningar och pågående erosion indelat i tre olika klasser. I analysen för att identifiera riskområden har hänsyn tagits till olika kusttyper (sandstränder, klintkuster av jord respektive berg) och hur bred strandzonen som kan påverkas av erosion. För att det i de GIS-analyser som tillämpats (se vidare nedan) ska gå att urskilja vilka områden som är mer eller mindre erosionskänsliga har de tre olika klasserna *pågående betydande erosion*, *erosionskänslig strand i övrigt* och *pågående långsam erosion i klint (berg)* tilldelats faktorerna 5, 3 respektive 1. Klassningen av erosion längs Sveriges kust och typen samt bredden på strandzonen som bedöms kunna påverkas, har gemensamt utgjort underlag för faktorerna och framgår av tabellerna nedan.

¹⁵ SGU webbsida: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/stranderosion/oversikt-stranderosion-sverige/>

Tabell 2 Klassindelning av erosionstyper och den faktor som använts vid överlagringsanalysen.

Erosionstyp	Benämning i analys	Buffertzoon	Faktor
Pågående betydande erosion i lösa jordlager	Erosion kust A	200 m	5
Erosionskänslig strand i övrigt	Erosion kust C	150 m	3
Pågående långsam erosion i klint (berg)	Erosion kust B	25 m	1

Tabell 3 Indelning av olika kusttyper samt uppskattad bredd på strandzon som kan påverkas av erosion och den faktor som använts vid klassindelningen av erosionstyper.

Län	Buffertzoner	Faktor
Halland, Skåne, Kalmar	Kust A: 200 m Kust B (Klintkust): 25 m Kust C: 150 m	5
Gotland, Blekinge	Kust A: 100 m Kust B (Klintkust): 25 m Kust C: 75 m	3
Runt Vättern	50 m	2
Övriga län	0 m	1

3.1.4 Översvämning vid kusten

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för översvämning vid kusten har MSB:s underlag i översvämningssportalen¹⁶ använts. Nio utbredningsskikt finns för hela Sveriges kust för en vattenståndsnivå från 1 m till 5 m i RH2000 (Rikets höjdsystem).

SMHI har väglett vilka av de nio nivåerna som ska användas för en statistisk 100-årsnivå i slutet av seklet. SMHI har även bidragit med bedömning av hur kusten kan delas in i olika sträckor där analys kan ske i ett sammanhang vid en statistisk 100-års återkomsttid i slutet av seklet. Effekten av landhöjning är inkluderad, men inte effekten av vågor eftersom våghöjden varierar lokalt beroende på vågförhållanden och bottenpografi. Vid kartläggningen av ett framtida klimat har medianen för RCP4.5¹⁷ använts för en 100-årsnivå. I analysen har IPCC AR5 (2013)¹⁸ använts, vilket ska ses som en ögonblicksbild. Ny information om framtida medelvattenstånd kommer fortlöpande och uppdateras när ny information om klimatförändringen blir tillgänglig.

Kartan i Figur 19 visar vilka nivåer längs kusten som använts i analyser av en 100-års nivå i slutet av seklet.¹⁹ Beräkningar av översvämningar från havet har inbyggda osäkerheter som gör att resultatet bör ses som riktvärden, inte som exakta beräkningar. Beräknad högsta nivå ska inte förknippas med någon sannolikhet och det inte är ett mått på den högsta möjliga extremnivån som någonsin skulle kunna inträffa.

Detaljerade analyser av lokala förhållanden skulle kunna ge en förbättrad bild av nivåer. Data för översvämning från kusten är baserad på beräkningar från platser där längre mätdataserier finns tillgängliga och enbart översiktligt skattad för resterande kuststräcka,

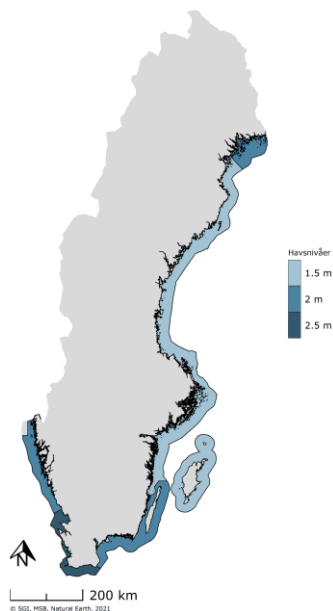
¹⁶ MSB webbsida: <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/kustoversvamnning.html>

¹⁷ Representative Concentration Pathways (RCP) är scenarier över hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden. Det benämns strålningsdrivning och uttrycks som watt per kvadratmeter (W/m²). RCP-scenarierna benämns med den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100; 2,6, 4,5, 6,0 eller 8,5 W/m².

¹⁸ Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2013

¹⁹ Översyn av områden med betydande översvämningssrisk. MSB 1152 – januari 2018. [Översyn av områden med betydande översvämningssrisk. MSB 1152 – januari 2018 Sid 18.](#)

baserat på hur vattenståndet samvarierar generellt och i stort. Det är troligt att det finns platser där lokala effekter kan medföra att nivåerna blir både högre eller lägre men sådana fördjupade analyser har inte genomförts här.



Figur 19. Kartan visar vilka nivåer längs kusten som använts i analyser av en 100-års återkomsttid i slutet av seklet.

3.1.5 Översvämning vid vattendrag

Som underlag till analyserna för att identifiera riskområden för översvämning vid vattendrag har MSB:s översvämningsskarteringar använts.²⁰ 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.

²⁰ MSB webbsida: <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/oversvamningskartering.html>



Figur 20 Vattendrag där det finns framtagna översvämningskarteringar i Sverige.

Beräkning av 100-årsflöden

SMHI förvaltar ett rikstäckande observationsnät med hydrologiska stationer för vilka historiska flödes- och vattenståndsserier har tagits fram. Flöden med en återkomsttid på 100 år har tagits fram med individuella beräkningar för varje plats och bygger på frekvensanalys av vattenföringsserierna från stationsnätet. I vissa karteringar baseras beräkningarna på stationer i närbelägna vattendrag i likartade områden eftersom vissa vattendrag ibland saknar vattenföringsstationer. Det är av stor vikt att dessa stationer väljs utifrån att de liknar beräkningspunkten, speciellt ifråga om avrinningsyta och sjöprocent. Det är också viktigt att stationen har en tillräckligt lång tidsserie för att resultatet som erhålls från frekvensanalysen ska vara statistiskt säkert. En tumregel är att den beräknade återkomsttiden bör baseras på en minst hälften så lång tidsserie. Detta mål är emellertid inte alltid helt lätt att uppnå i verkligheten.

Beräknat högsta flöde

Beräknat högsta flöde (BHF) motsvarar en situation där alla naturliga faktorer som bidrar till ett högt flöde i ett vattendrag samverkar, till exempel snösmältning, nederbörd, vattenmättad mark med mera. Detta motsvarar ett teoretiskt värsta scenario. Det beräknade högsta flödet bedöms grovt motsvara ett flöde med minst 10 000 års återkomsttid.

Klimatkompenserade flöden

100-årsflödet har klimatanpassats för att motsvara förväntat flöde med samma återkomsttid år 2098. Klimatpåverkan har beräknats enligt en metodik beskriven av

Andréasson m.fl.²¹. Beräkningarna har gjorts med 16 regionala klimatscenarier för perioden fram till 2050 och 12 motsvarande scenarier fram till 2098. Översvämningsskarteringar som nyproducerats från 2016 och framåt har klimatanpassats med klimatscenarier som bygger på strålningsbalans. Här har scenariot med 8,5 W/m² (RCP 8,5) i strålningsbalans använts vilket kortfattat innebär att utsläppsutvecklingen fortsätter ungefär som den gjort historiskt.

En klimatafaktor tas fram med hjälp av övre percentilen inom ensemblen. Klimatafaktorn representerar den procentuella skillnaden mellan 100-årsflödet i dagens klimat och framtidens. När flödet enligt dagens förutsättningar multipliceras med klimatafaktorn fås ett värde på flödet med den teoretiska återkomsttiden 100 år i framtiden.

De hydrologiska beräkningarna har gjorts med en nationellt täckande och regionalt kalibrerad hydrologisk modell bestående av delområden där förändringar av flöden mellan valda tidsperioder beräknats. Resultaten för det delavrinningsområde som bedömts som mest representativt för den aktuella punkten har sedan redovisats och rapporterats.

I MSB:s översvämningssportal²² finns alla skarteringar samt rapporter som beskriver skarteringarna tillgängliga. I varje rapport finns en tabell som visar data för flöden för dagens klimat och ett klimat för 2098 vid olika platser efter vattendraget, samt med vilken metodik som 100-årsflödet har klimatanpassats.

3.1.6 Översvämning vid sjöar

För de stora sjöarna Mälaren, Vänern och Vättern har plana ytor använts i analyserna. Samtliga nivåer är exklusive vindpåverkan. Samma nivåer har använts som tillämpades i arbetet med förordningen om översvämningssrisker. En beskrivning av metodiken, samt vilka nivåer som använts finns beskriven i rapporten Översyn av områden med betydande översvämningssrisk²³.

²¹ Andréasson m.fl. 2011. Dammsäkerhet. Dimensionerande flöden för dammanläggningar för ett klimat i förändring – metodutveckling och scenarier. Elforsk rapport 11:25

²² MSB webbsida: <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/oversvamningskartering.html>

²³ Översyn av områden med betydande översvämningssrisk. MSB 1152-januari 2018. Sidan 15.

3.2 Analyserade verksamheter och områden

I analysen har öppen tillgänglig data använts för att analysera potentiella konsekvenser av ras, skred, erosion 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 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 4. Ingående data redovisas mer i detalj i Bilaga 3. Befolkningsstatistiken för boende och anställda avser befolkning fördelad på hundrameterstora rutor (natt- och dagbefolkning) år 2019²⁴.

Tabell 4 Ingående data för att bedöma potentiella samhällskonsekvenser av ras, skred, erosion och översvämning.

Människors hälsa	Miljö - skyddade områden	Miljö - anläggning	Ekonomisk verksamhet	Kulturarv
Antal boende Sjukhus Vårdcentraler Brandstationer SOS- Alarmcentraler Master Polisstationer Riksintresse väg Vattenverk Skolor Förskolor Sveriges Radio SVT	Nationalparker Naturresevat Naturminnen Natura 2000-områden Naturvårdsområden Vattenskyddsområden	Miljöfarliga verksamheter Förorenade områden Seveso-verksamheter Reningsverk	Antal anställda Byggnader Riksintresse järnväg Riksintresse järnvägsstation Riksintresse flygplats Riksintresse hamn Transformatorstationer Distributionsbyggnad Vattenkraftverk Värmeverk Dammar Jordbruksmark Produktionsplatser för djur	Världsarv Kulturresevat Riksintresse kulturmiljövård Byggnadsminnen Statliga byggnadsminnen Riksarkiv Fornminnen Kyrkor Museer

Verksamheterna och områdena som analyserats har olika stor påverkan på samhället om de skadas vid en händelse. Verksamheter som upprätthåller och säkerställer viktiga samhällsfunktioner har getts särskild uppmärksamhet i analyserna för att identifiera riskområden. Samtliga verksamheter och områden har bedömts inbördes (viktats mot varandra) utifrån vilka potentiella konsekvenser på ekonomiska, sociala och ekologiska värden vid ras, skred, erosion eller översvämning som kan uppstå om de skadas.

Varje verksamhet och område har bedömts utifrån sin påverkan på ekonomiskt, socialt och ekologiskt värde. Bedömningen har gjorts oberoende av vilket hot som påverkar verksamheten eller området. Bedömningen utgår från att verksamheten eller området skadas så att de inte kan upprätthålla sin funktion eller riskera att förorena andra områden. Verksamheterna har tilldelats poäng (1-4) efter skalan som beskrivs i Tabell 5.

²⁴ SCB (2019) dag- och nattbefolkning per 100m-rutor.

Den totala poängen som varje verksamhet har tilldelats har sedan använts för att gruppera verksamheterna i tre viktningsskärningsklasser. Resultatet redovisas i Tabell 6.

Tabell 5 Bedömningsunderlag för att ta fram viktning av verksamheter.

Påverkan	Ekonomisk	Social	Ekologisk	Poäng
Liten	Kostnader som kan hanteras inom befintliga kostnadsramar för verksamheten.	Störningar som påverkar några personer.	Liten och tillfällig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga.	1
Medel	Kostnader som kräver omprioriteringar för verksamheten.	Hälsoeffekter för människor eller djur eller allvarliga störningar som påverkar fler personer	Måttlig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga.	2
Hög	Kostnader som är svåra för verksamheten att bära.	Stora hälsoeffekter för människor eller djur eller allvarliga störningar som påverkar många personer.	Allvarlig och långsiktig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga eller skada på riksintressen.	3
Mycket hög	Kostnader som är svåra för samhället att bära.	Fara för människors liv och hälsa eller omfattande skada på samhällsviktig verksamhet.	Allvarlig och irreversibel skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga eller omfattande skada på riksintressen.	4

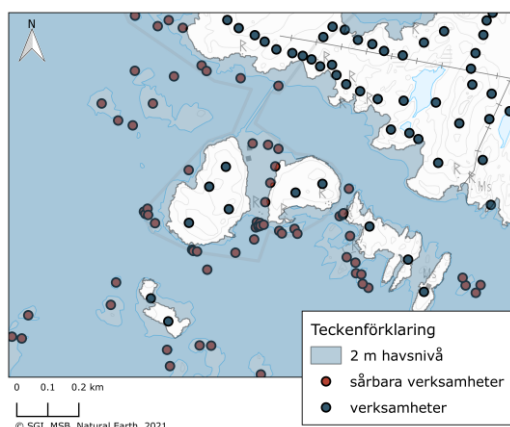
Tabell 6 Resultat efter viktning av verksamheter

Människors hälsa	Miljö - skyddade områden	Miljö - anläggning	Ekonomisk verksamhet	Kulturarv	Viktningsskärnings poäng
Boende Sjukhus Vattenverk Brandstation	Vattenskyddsområde	Seveso-verksamheter Miljöfarliga verksamheter Reningsverk Förorenade områden	Anställda Vattenkraftverk Dammar Byggnader	Världsbild	3
Riksintresse väg Polisstation Vårdcentral Skolor Förskolor SOS- Alarmcentraler	Nationalpark Natura 2000-område Naturresevat		Värmeverk Riksintresse hamn Riksintresse järnväg Riksintresse flygplats Riksintresse järnvägsstation Produktionsplatser för djur Jordbruksmark	Riksarkiv Kulturresevat Riksintresse kulturmiljövärd Museer	2
Master Sveriges Radio SVT	Naturvårdsområde Naturminne		Transformatorstation Distributionsbyggnad	Kyrkor Statliga byggnadsminnen Byggnadsminnen Fornminnen	1

3.3 Överlagringsanalyser

Analyserna för att identifiera riskområdena utgår från överlagringsanalyser med hjälp av GIS. Det 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 4.

Att 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. Lokala förhållandena har inte analyserats inom uppdraget.



Figur 21. Exempel på område som kan hotas av en översvämning och sårbara verksamheter inom området.

3.3.1 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 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 verksamheter per hot, gjordes en aggregering (sökradie) både mot ett 4x4 km rutnät, samt mot ett 1x1 km rutnät. Samtliga punktobjekt summerades inom varje ruta och linjer (till exempel väg och järnväg) gjordes om till ytor genom att buffra varje linje med en 25 meters radie runt objektet. Tillsammans med resterande ytor analyserades koncentrationen av hotade verksamheter mot rutnätet. Metodiken beskrivs mer utförligt i bilaga 4.

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 4x4 km har använts. Valet av 4x4 km-rutor baseras dels på SMHI:s användning av 4x4 km-rutor för klimatscenarier, dels på balansering mellan prestanda, resurs- och visualiseringskrav. Utförda tester visar att högre upplösning (1x1 km-rutor) kräver stora resurser (beräknings- och tidsmässigt) i förhållande till nytta för visualisering. Vid lägre upplösning (10x10 km-rutor) 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 (GIS-analys) 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.

3.3.2 Kommun och länsanalyser

För att uppdraget ska ge ett mervärde, särskilt till Sveriges kommuner vid arbetet med att beskriva klimatrelaterade risker för ras, skred, erosion och översvämning men även för andra organisationer, har överlagringsanalyser gjorts utifrån kommun och länsgränser samt huvudavrinningsområden. Resultaten redovisas i kapitel 4.5.

Risken för ras, skred erosion och översvämning påverkar Sveriges kommuner i olika utsträckning. I vissa kommuner finns stora områden som kan hotas i andra kommuner finns det mindre områden. Inom områdena varierar det också med vilka verksamheter och områden som drabbas eller hur stor befolkning/bebyggelse som kan påverkas. För att kunna göra en jämförelse mellan Sveriges kommuner så har en analys gjorts som för varje kommun visar hur många 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 200 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 en lågt antal verksamheter har tilldelats 1 poäng. Poängsättningen redovisas i Bilaga 5.

Varje verksamhet har också tilldelats en viktningspoäng enligt fördelningen i Tabell 6. Denna används för att beräkna den totala poängen per verksamhet per kommun.

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

Kommun	Antal naturreservat inom hotat område	Poäng utifrån antal naturreservat (1-3)	Viktningspoäng för naturreservat (1-3)	Antal naturvårdsområden inom hotat område	Poäng utifrån antal naturvårdsområden (1-3)	Viktningspoäng för naturvårdsområden (1-3)	Total poäng
A	1	1	2	41	3	1	$1 \times 2 + 3 \times 1 = 5$
B	3	1	2	22	2	1	$1 \times 2 + 2 \times 1 = 4$
C	11	3	2	12	1	1	$3 \times 2 + 1 \times 1 = 7$

Figur 22 Exempel på poängberäkning för kommuner. Här visas exempelpoäng för naturreservat och naturvårdsområde. Poäng räknas fram för alla ingående verksamheter och områden. En total poäng räknas sedan ut för varje kommun.

3.4 Samhällsekonomisk konsekvensanalys

Den samhällsekonomiska riskkostnaden, det vill säga de ekonomiska konsekvenser som kan förväntas i samhället till följd av skadehändelserna ras, skred, erosion och översvämning, fortsättningsvis förenklat kallade skadehändelser, har beräknats översiktligt. Riskkostnaden definieras i uppdraget som sannolikheten att en skadehändelse ska inträffa multiplicerat med dess samhällsekonomiska konsekvens. Skadehändelsernas samlade ekonomiska riskkostnader beräknas översiktligt för hotade riskområden i Sverige fram till slutet av seklet (år 2100). Observera att endast direkta skadekostnader har kunnat inkluderas i de samhällsekonomiska konsekvensanalyserna, och inte heller alla sådana. Resultatet ska möjliggöra en grov rangordning med avseende på hur stora de ekonomiska riskerna är för de olika skadehändelserna. I samband med ras och skred kan det också uppstå slamströmmar, dessa skadehändelser tillsammans förkortas RSS.

3.4.1 Avgränsningar

I uppdraget har följande avgränsningar gjorts:

- Samhällsekonomiska konsekvenser har i denna utredning begränsats till att endast innefatta direkta skadekostnader.
- Skyfall och kraftig nederbörd har inte beaktats och därmed inbegriper skadehändelsen översvämning enbart riskkostnader för översvämningar orsakade av havet och vattendrag.
- Erosion i vattendrag har inte beaktats. I skadehändelsen erosion ingår erosion vid kusten samt på stränder vid Väner och Vättern.

- Vissa direkta skadekostnader vid skadehändelserna har inte kunnat värderas exempelvis;
 - samhällsviktiga funktioner såsom sjukhus, vattenverk, reningsverk, kraftförsörjning etc.
 - kulturminnen och kulturhistoriskt viktiga byggnader
 - produktionsmark (jordbruks- och skogsmark)
- Indirekta kostnader som orsakas av skadehändelserna har inte varit möjligt att värdera. Med indirekta kostnader avses till exempel förseningskostnader i trafik och kostnader för avbrott i industriproduktion och utebliven försäljning i handel.
- Endast befintlig bebyggelse har ingått i modellerna och någon beräkning av skador på framtida bebyggelse har inte skett.
- Inga åtgärder har identifierats eller kostnadssatts. Den förväntade nyttan av åtgärder kan dock beräknas utifrån den uppskattade riskkostnaden.
- I utredningen har fokus varit på att beräkna den samhällsekonomiska riskkostnaden. Någon kostnads-nyttoanalys av olika åtgärder för att reducera risken har inte genomförts.
- Endast riskkostnader till och med år 2100 har beräknats.
- Underlagsdata varierar för de olika skadehändelserna. Exempelvis har olika klimatscenarier för beräkning av riskkostnader varit tillgängliga för erosion (RCP 8.5) respektive översvämning (RCP 4.5).

3.4.2 Metodik

För att uppskatta de samhällsekonomiska riskkostnaderna för skadehändelserna har följande metodik använts:

1. Återkomsttider och frekvenser uppskattas för skadehändelser. Det innebär en beskrivning av hur ofta ras, skred och översvämning förväntas inträffa. Erosion är ett långsamt och ständigt pågående förlopp och beskrivs därför på ett annat sätt.
2. Konsekvenser av skadehändelserna uppskattas.
3. Skadekostnader för de olika skadehändelsernas konsekvenser uppskattas. Skadekostnader är exempelvis kostnader för återställning av byggnader och infrastruktur, det vill säga vägar och järnvägar som skadas vid en skadehändelse.
4. Genom att väga ihop återkomsttid, det vill säga hur ofta skadehändelserna förväntas ske, och skadekostnader för skadehändelserna erhålls en årlig samhällskostnad för respektive skadehändelse.
5. Den årliga samhällskostnaden beräknas för varje år under den aktuella tidshorisonten (2021–2100) med hänsyn till en klimatfaktor.
6. De årliga samhällskostnaderna diskonteras till nuvärdet och summeras till en samhällskostnad per skadehändelse under den valda tidshorisonten från år 2021 till år 2100.

Samhällsekonomiska konsekvenser har i denna utredning begränsats till att endast innefatta direkta skadekostnader. Övriga typer av samhällsekonomiska kostnader har inte varit möjligt att inkludera inom ramen för denna utredning.

Beräkningarna av skadehändelsernas samhällsekonomiska riskkostnader utförs på olika sätt, eftersom förutsättningarna skiljer sig åt beroende på hur händelserna inträffar och hur de påverkar sin omgivning. De ingående delmomenten beskrivs kortfattat i Tabell 7.

Tabell 7 Ingående delmoment i den samhällsekonomiska bedömningen. Skillnader mellan beräkningarna per skadehändelse.

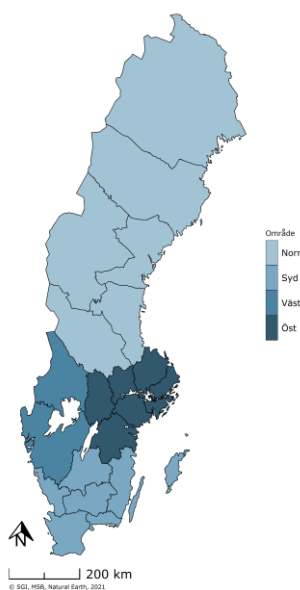
Delmoment	Hantering av delmomentet per skadehändelse		
	Ras, skred och slamström	Erosion	Översvämning
1. Återkomsttider och frekvenser	Frekvenser uppskattas utifrån insatsstatistik justerat med expertbedömning	Antas vara ett kontinuerligt förlopp	Utifrån återkomsttider för dimensionerande händelser
2. Konsekvenser	RSS storlek på yta som berörs justerat med expertbedömning	Uppskattning av årlig erosionshastighet	Modellerat utbredningsområde och utsökning av drabbade objekt
3. Skadekostnader	Genomsnittliga skadekostnader (baserat på byggkostnader) per kvadratmeter	Genomsnittligt markvärde per kvadratmeter	Schablonskadekostnader för drabbade objekt
4. Klimatförändringar	RSS-händelser antas öka med 20 % i Nord och Väst till år 2100.	Uppskattning av erosion utifrån havsnivåförändringar till år 2100	Beräknade förändringar i havsnivå och nederbörds-förhållanden till 2100

I det underlagsmaterial som funnits tillgängligt har särskilda riskområden pekats ut genom GIS-analyser och utsökning av värdefulla objekt i Sveriges kommuner. Dessa riskområden har värderats och rangordnats kvalitativt.

I de beräkningsmodeller som används i utredningen har riskkostnader beräknats utifrån uppgifter om drabbade objekt för respektive kommun i Sverige. I rapporten redovisas resultaten i samlad form för fyra större områden; Norr, Öst, Syd och Väst samt nationellt, se Figur 23.

Indelningen i områden har skett utifrån en bedömning av förutsättningarna för olika skadehändelser inom olika delområden. Något förenklat och översiktligt är ras, skred, slamströmmar mer betydande i de län som återfinns i de Västra och Norra områdena. Erosion sker mestadels i södra området och mer likartat i de övriga områdena. Översvämningar sker i hela landet och med stigande havsnivåer kopplat till landsänkning respektive landhöjning kommer skillnaderna mellan länen att öka i framtiden.

Det ligger i samhällets intresse att utforma effektiva strategier och åtgärder för att förhindra och mildra konsekvenserna av skadehändelserna ras, skred erosion och översvämningar. Resurserna är dock begränsade och prioriteringar av åtgärder måste därför göras.



Figur 23 Karta över Sveriges län och indelning i fyra områden Nord, Öst, Väst och Syd för vilka samhällsekonomiska riskkostnader för ras, skred, erosion och översvämning har beräknats.

Ett viktigt underlag för prioritering, är samhällsekonomiska bedömningar av potentiella åtgärder. Syftet är då att undersöka om en viss insats är samhällsekonomiskt lönsam och helst även analysera vilka insatser som är mer lönsamma än andra. Som verktyg för samhällsekonomisk konsekvensanalys används vanligen kostnads-nyttoanalys. Den uppskattning av samhällsekonomisk risk som presenteras här kan användas i en sådan analys när möjliga åtgärdslösningar beskrivits och när dessa åtgärders förmåga att minska riskerna i samhället uppskattats. Presenterade riskkostnader bedöms dock vara i underkant eftersom det inom ramen för denna utredning inte funnits möjlighet att värdera alla konsekvenser till följd av de studerade skadehändelserna. Detta innebär att riskkostnadsanalysen behöver kompletteras för att inte åtgärder ska framstå som mindre samhällsekonomiskt lönsamma än de faktiskt är.

I analysen har så kallad riskvärdering *ex post* tillämpats och konsekvenserna har värderats genom att uppskatta kostnader i samhället för att återställa skador till följd av inträffade skadehändelser som om de redan inträffat. Exempel på sådana kostnader är reparation av byggnader, återställande av skadade väg- och järnvägsanläggningar, förlorade markvärden och det samhällsekonomiska värdet av förlorade människoliv. Kostnadsuppskattningarna har baserats på tillgänglig information från exempelvis försäkringsbolag, SCB, Trafikverkets ASEK-arbete²⁵ och expertbedömningar av Sweco Environment. Betalningsviljestudier för att kunna värdera risker *ex ante* har inte varit möjliga att genomföra inom ramen för denna utredning. Riskvärderingen tar därmed inte hänsyn till människors riskpreferenser och ger således inte en värdering av människors fulla betalningsvilja att hindra de här studerade skadehändelserna från att inträffa.

Det finns många och betydande osäkerheter i beräkningarna, dessa kan delas upp i parameterosäkerheter och modellosäkerheter. Naturliga variationer ger upphov till stora

²⁵ Trafikverket. (2020). ASEK 7.0. Trafikverket.

osäkerheter i riskkostnaderna. Exempel på parameterosäkerheter kan vara exempelvis hur stort värdet är för en byggnad eller hur stor sannolikheten är för att ett skred skall inträffa. Osäkerheter finns också vad gäller de modeller som används och dess förmåga att representera verkligheten. Det kan exempelvis vara osäkerheter kring vilken statistisk fördelningsmodell som är lämplig att använda för att beskriva en variabels osäkerhet, vilken modell som är mest lämplig för att beräkna antalet skadeobjekt för ett visst ras-, skred- eller översvämningsscenario eller vilken diskonteringsränta som bör väljas. Osäkerheter i ingångsvärden till beräkningar har representerats av osäkerhetsintervall men det har inte inom ramen för denna studie varit möjligt att göra fullständiga osäkerhetsanalyser med hänsyn till det stora antalet modellval som varit nödvändiga för att genomföra beräkningarna.

Diskontering är ett begrepp som används vid alla samhällsekonomiska beräkningar. Det innebär en omräkning med hjälp av en räntesats för att ta hänsyn till att nyttor och kostnader inträffar vid skilda tidpunkter och därför inte kan jämföras direkt med varandra. En diskonteringsränta används för att räkna om alla nyttor och kostnader till ett nuvärde. I detta arbete har inte någon fast räntesats valts, eftersom detta slutligen är upp till beslutsfattaren att avgöra. I modellerna har räntesatserna 3,5 procent och 1,4 procent valts, baserat på Trafikverkets ASEK-värden²⁶ respektive Stern-rapporten²⁷. En låg diskonteringsränta såsom 1,4 procent innebär att större hänsyn tas till framtida generationer och den stora osäkerheten om framtida konsekvenser jämfört med en högre räntesats på 3,5 procent. Tidshorisonten är också av stor betydelse, i denna rapport har tidshorisonten satts till år 2100 i enlighet med regeringsuppdragets formulering.

Förutsättningarna för att beräkna riskkostnader skiljer sig åt för de olika skadehändelserna ras, skred, erosion och översvämning. Metoderna för att beräkna riskkostnader har anpassats till förutsättningarna och befintliga underlag. Det bör här noteras att flera av underlagen har baserats på översiktliga bedömningar eller varit ofullständiga vilket medför att resultaten som helhet bör betraktas som osäkra och som en första uppskattning av dessa skadehändelser.

De riskkostnader som grovt beräknats utgörs till största del av direkta kostnader exempelvis för skadade byggnader eller vägar men inkluderar inte de indirekta kostnaderna som många gånger kan vara större än de direkta kostnaderna. Exempel på indirekta kostnader kan vara att en industri inte längre kan tillverka varor, utebliven försäljning för handel, att transporter behöver ledas om under tiden en väg repareras eller att tillgången på olika ekosystemtjänster minskar. I beräkningarna har inte heller eventuella nyttor med dessa naturliga förlopp inkluderats. Sammantaget bedöms de redovisade riskkostnaderna sannolikt vara kraftigt underskattade.

Resultat presenteras i kapitel 5.

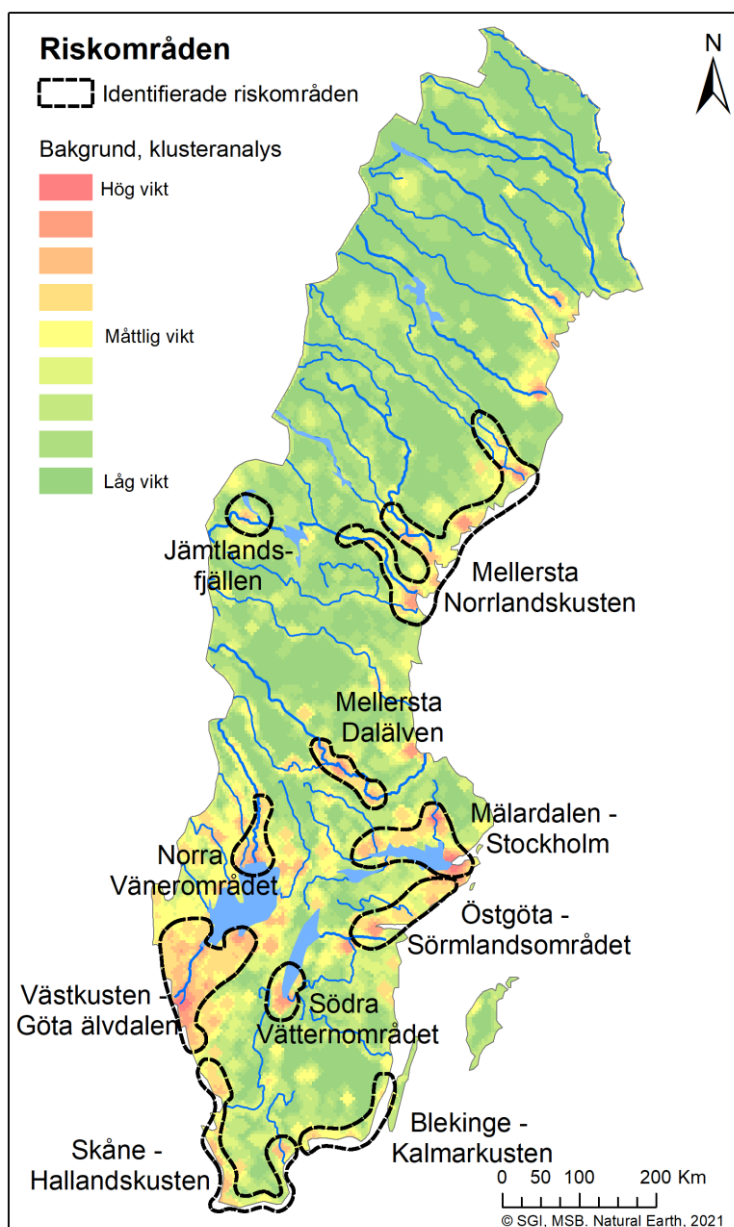
²⁶ Trafikverket. (2020). ASEK 7.0. Trafikverket.

²⁷ Stern. (2006). *The Economics of Climate Change - the Stern Review*. Cambridge University press, Cambridge: Cabinet Office, HM Treasury.

4 Identifierade riskområden

4.1 Nationella riskområden

Uppdraget har identifierat tio nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning. Resultatet är baserat på geografiska områden där det finns klimatrelaterade risker som kan drabba många aktörer och många olika verksamheter. I samtliga områden finns gränsöverskridande frågor mellan olika administrativa enheter, komplexa risker eller brist på tekniska lösningar för åtgärder och modeller för finansiering.



Figur 24. Identifierade nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning (kust och vattendrag).

De nationella riskområden som identifierats är utan inbördes rangordning

- Jämtlandsfjällen (ras)
- Mellersta Norrlandskusten (skred)
- Mellersta Dalälven (skred)
- Norra Vänerområdet (skred och översvämning)
- Mälardalen – Stockholm (översvämning)
- Östgöta-Sörmlandsområdet (skred)
- Västkusten - Göta älvdalen (skred och översvämning)
- Södra Vätternområdet (ras och erosion)
- Blekinge-Kalmarkusten (översvämning)
- Skåne-Hallandskusten (erosion och översvämning)

Riskområdena beskrivs översiktligt i kapitel 4.1.

Riskområdena utgör en indikation på att det finns förutsättningar för att ogynnsamma konsekvenser för människors hälsa, miljön, kulturarvet eller ekonomisk verksamhet kan uppstå vid ras, skred, erosion eller översvämning. Notera att genomförda analyser och riskbedömningar är översiktliga och även baserade på översiktliga kartunderlag med avsikt att identifiera större regionöverskridande riskområden där komplexa problem finns. Resultaten belyser områden där enskilda markägare, kommuner eller andra myndigheter inte på egen hand kan vidta åtgärder. Riskområdenas avgränsningar är inte skarpa. Lokala riskområden kan därmed också finnas utanför de tio nationella riskområdena liksom att lokala variationer och avvikelser även förekommer inom de identifierade riskområdena.

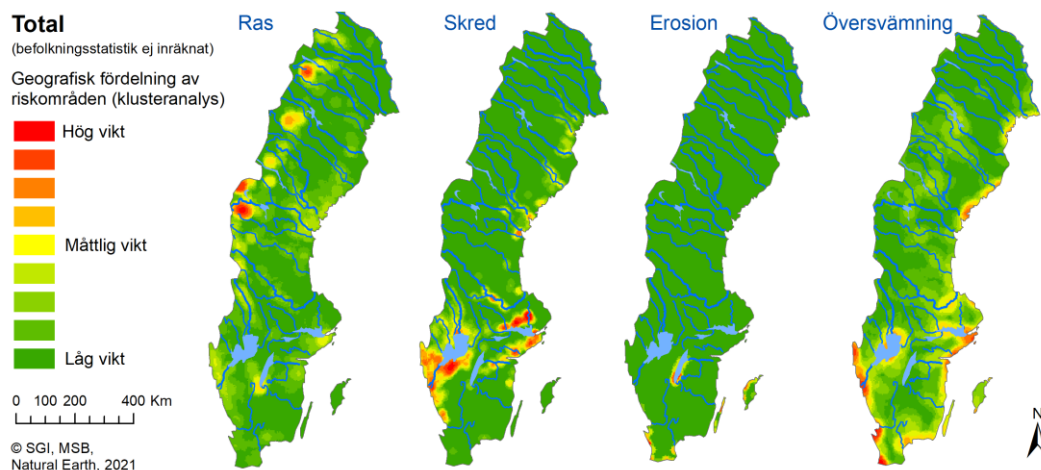
Riskområdena har avgränsats utifrån en kombinerad bedömning av de områden som fallit ut med och utan befolkning i analyserna. Antalet boende och antalet anställda är högt jämfört med antalet av andra verksamheter som ingår i analysen. Befolkningen slår därför igenom i analyserna för människors hälsa och ekonomisk verksamhet men också totalt i analysen med att identifiera riskområden (jämför Figur 25 och Figur 26). Antalet fornminnen och förorenade områden har en liknande men ändå svagare effekt för utfallet av områden med konsekvenser för kulturarvet och miljön.

Resultaten är relativa för respektive ras, skred, erosion och översvämning. Det betyder att graden av risk för ras till exempel inte kan jämföras med graden av risk för kustöversvämning. Den metod som använts för att identifiera riskområdena visar inte om risken är låg eller hög i direkta tal utan visar de områden som har signifikant fler verksamheter (99 procents konfidensintervall) jämfört med andra områden i Sverige som kan påverkas av ras, skred, erosion eller översvämning.

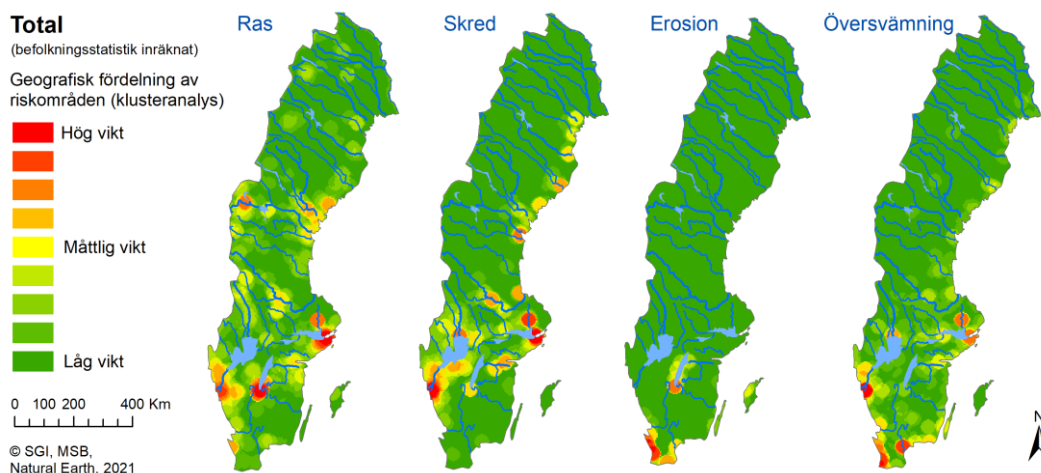
Värt att notera är att den totalt analyserade landytan med förutsättningar för skred är betydligt mer yttäckande jämfört med områden där det finns förutsättningar för ras, erosion och översvämning. Det förklarar, att generellt genomgående i resultaten så finns en högre andel verksamheter inom områden med förutsättningar för skred jämfört med ras, erosion och översvämning i Sverige. Omkring fem procent av Sveriges landyta utgörs

av ler- och siltjordar.²⁸ En fjärdedel av den ytan bedöms utgöra områden där det potentiellt finns förutsättningar för skred.

Vid utredningar inför lokala klimatanpassningsåtgärder är det viktigt att ta hänsyn till ett större spektrum av risker och mer detaljerade underlag så att åtgärderna blir hållbara över tiden och för att säkerställa att olika åtgärder inte motverkar varandra. Se vidare kapitel 7.



Figur 25 Geografisk fördelning av riskområden vid analys av samtliga verksamheter *exklusive antal boende och anställda* där det finns signifikant ökad risk jämfört med andra områden i Sverige med förutsättningar för ras, skred, erosion respektive översvämning (kust och vattendrag). Notera att resultaten är relativa per respektive hot.



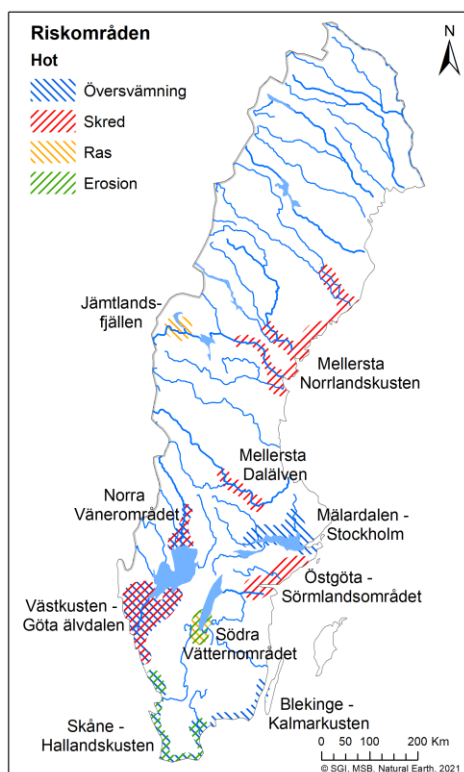
Figur 26 Geografisk fördelning av riskområden vid analys av samtliga verksamheter *inklusive antal boende och anställda* där det finns förutsättningar för ras, skred, erosion respektive översvämning (kust och vattendrag). Notera att resultaten är relativa per respektive hot.

²⁸ SGU webbsida: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/skred-och-ras/>

4.1.1 Områden med kombinerade risker

Områden där det finns kombinerade risker med både förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning är särskilt utsatta. Förändrade vattenflöden i mark och vattendrag samt en stigande havsnivå ökar sannolikheten för erosion, ras och skred.²⁹ Flertalet landskapsprocesser som erosion, ras, skred och slamströmmar är länkade till varandra. Erosion längs ett vattendrag kan vara en bidragande orsak bakom skred och ras i moränslänter kan påverka omfattningen av en slamström.

För flera av de identifierade riskområdena finns förutsättningar för kombinerade risker och därmed också potentiellt mer allvarliga konsekvenser i form av till exempel kaskadeffekter.



Vid till exempel ett skred i förorenade jordmassor längs ett vattendrag, kan direkta konsekvenser uppstå vid skredplatsen men också miljökonsekvenser nedströms till följd av suspenderat material och förorenings-spridning. Ett annat exempel är att markens stabilitet kan försämrats som följd av en översvämning och utlösa skred. Vid kustöversvämning sker också en gradvis förlust av mark med påföljande konsekvenser för de verksamheter som finns strandnära. I områden hotade av översvämning från vattendrag som mynnar vid sjö eller kust ökar riskerna.

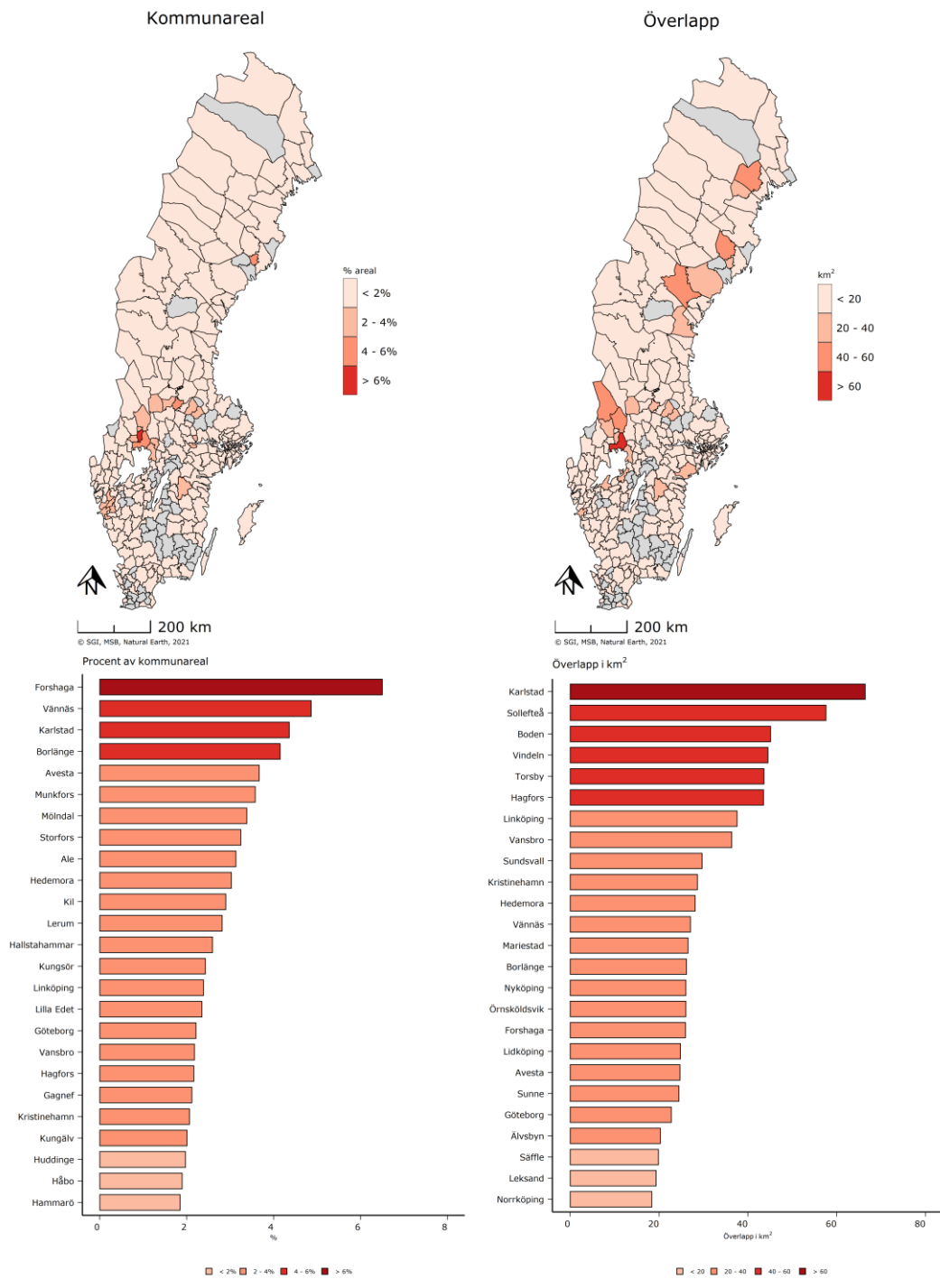
Av de identifierade riskområdena finns förutsättningar för samverkande risker särskilt i Norra Vänerområdet, Södra Vätterområdet, området Västkusten - Göta älvdalen och längs Skåne-Hallandskusten (Figur 27).

Figur 27 Kartan visar identifierade riskområden med rasterydd efter huvudsaklig påverkan av ras, skred, erosion eller översvämning. Dubbel rasterydd redovisar kombinerade risker.

En kompletterande analys har gjorts av vilka kommuner i Sverige som har stor andel områden med en kombination med förutsättningar för översvämning och ras- och skred. Genom en överlagringsanalys har områden inom beräknat högsta flöde (BHF) för vattendrag kombinerats med områden med förutsättningar för ras och skred.

Analysen visar de kommuner som har hög andel områden där det finns förutsättningar för ras och skred i kombination med översvämning. Här utmärks Norra Vänerområdet som ett område där kombinerade risker är särskilt tydlig. Se Figur 28.

²⁹ SGI (2018). Klimatlasters effekt på naturlig mark och geokonstruktioner.



Figur 28 Kommuner med hög andel områden med förutsättningar för ras och skred i kombination med översvämning (BHF). Till vänster: andel (%) med kombinerad risk per kommunareal. Till höger: antalet km² per kommun med kombinerade risker (överlapp i km²).

4.2 Nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning

De tio nationella riskområden som identifierats har olika riskbilder beroende på hot och vilka verksamheter som dominerar. Här ges en översiktlig beskrivning av respektive riskområde utan inbördes rangordning.

4.2.1 Jämtlandsfjällen

Jämtlandsfjällen har identifierats som ett riskområde med anledning av förutsättningar för ras och slamströmmar som kan leda till konsekvenser för människors hälsa, miljön, ekonomiska verksamhet och kulturarvet. Det är särskilt runt Åre som analyserna visar ett tydligt riskområde. Höga kulturvärden och ekonomisk verksamhet som är uppbyggd runt höga natur- och friluftsvärden är koncentrerad nära samhället.

Åre samhälle ligger på avlagringar av grus och sand från ett stort antal slamströmmar som inträffat sedan istiden längs Mörviksåns ravin. Vid långa slänter eller i raviner kan ras strömma vidare längs slänten som en slamström. Slamströmmar har varit ett återkommande problem i området på grund av kombinationen branta slänter och hög nederbörd. I bebyggda trakter kan ras och efterföljande slamströmmar orsaka skador såväl inom själva rasområdet som längs den efterföljande slamströmmens väg nedför slänten och i området i dalen nedanför där rasmassorna ansamlas.

Särskilt sedan den statliga satsningen inleddes under 1970-talet på vinterturism i Jämtlandsfjällen har stora områden avskogats för att anlägga skidbackar. Tillväxten fortsätter och det har byggts många bostäder samt vägar som riskerar att hamna i vägen för slamströmmar. Dessutom bedrivs ett intensivt skogsbruk i området med flera stora föryngringsytor (kalhyggen) där återväxten går långsamt. Det betyder att stora sammanhängande områden blir utan skyddande och bindande vegetation vilket kan medföra en ökad risk för ras och slamströmmar.

Besöksnäringen har fått en allt större ekonomisk betydelse och i Sverige ökar både den inhemska och utländska turismen stadigt. I Jämtland uppgick antalet gästnätter till ca 700 000 övernattningar på hotell, stugor och vandrarhem under 2019 (SCB, 2019). Besöksnäringen förväntas fortsätta att öka och en fortsatt exploatering pågår. Besöksnäringen i området gör att betydligt fler än antalet boende och anställda drabbas vid en skada som uppstår genom ett ras eller slamström. Med de risker för ras och slamströmmar som finns längs fjällbranterna, ställer det särskilda krav på lämplig lokalisering och markberedning inför byggnation. Att relatera olika detaljplaner till varandra för att bedöma helhetsbilden med potentiella kumulativa effekter är nödvändigt med den riskbild för ras och slamströmmar som föreligger inom området.

Med förväntat fortsatt ökad nederbörd, avrinning och intensiva regn i ett förändrat klimat är det sannolikt att förutsättningarna för ras, skred och slamströmmar ökar. I en vattenmättad mark minskar den inre hållfastheten och förutsättningarna för olika markrörelser ökar. Den förväntat fortsatta exploateringen och det intensiva skogsbruket i området i kombination med förutsättningarna för en ökad frekvens av ras och slamströmmar i samband med klimatförändringarna motiverar att området identifierats som ett nationellt riskområde. Förutsättningar för fortsatta ras i Jämtlandsfjällens branta

slänter i grov jord efter intensiv nederbörd gäller inte enbart i området runt Åre utan även för andra fjällområden som exploateras och där intensivt skogsbruk bedrivs både i Jämtlandsfjällen men också till exempel i Dalarna.

I Jämtlandsfjällen finns flera naturreservat bildade utifrån höga natur- och kulturvärden. Ras, skred och slamströmmar är naturliga landskapsprocesser som under lång tid format och skapat förutsättningar för dagens ekosystem och den renskötsel som bedrivs i området. Ras och slamströmmar kan med andra ord även skapa förutsättningar för vissa ekosystem och uppskattade värden. Konsekvenserna av en den förväntat ökade frekvensen av ras och slamströmmar i ett förändrat klimat kommer dock sannolikt bli övervägande negativa. Fler ras och slamströmmar i ett landskap som idag är exploaterat och där intensivt skogsbruk bedrivs medför risker för både människors hälsa, ekonomisk verksamhet och natur- och kulturvärden.

4.2.2 Mellersta Norrlandskusten

Mellersta Norrlandskusten har identifierats som ett riskområde med anledning av i huvudsak förutsättningar för skred men även översvämning från vattendrag bedöms kunna ge konsekvenser för samhället. I området finns höga kulturvärden och ekonomisk verksamhet samt vattenkraftsindustri som kan påverkas av skred. En stor del av älvarna i området är reglerade och den vattenkraft som produceras står för ca 20 procent av landets totala elproduktion. Området karaktäriseras av ett storkuperat landskap där jordlagren närmast kusten utgörs av mäktiga skredbenägna jordlager bestående av sand och silt längs älvarnas höga, branta slänter (nipor).

Området runt Sundsvall har fallit ut längs Mellersta Norrlandskusten med särskilt hög koncentration av verksamheter som kan påverkas av skred. Det gäller alla kategorier av verksamheter, det vill säga ekonomisk verksamhet, människors hälsa, miljön och kulturarvet. De förväntade mycket kraftiga minskningarna av såväl snödjup som antal dagar med olika snömängd³⁰ kan leda till ökade förutsättningar för skred i området.

Att likartade förutsättningar för skred och översvämning råder längs flera vattendrag längs Mellersta Norrlandskusten mellan Sundsvall och Umeå, och att den förväntade klimateffekten blir kraftigare norrut i landet, motiverar identifieringen av riskområdet.

4.2.3 Mellersta Dalälven

Mellersta Dalälven har i huvudsak identifierats som ett riskområde med anledning av förutsättningar för skred, men även översvämning finns längs älven. Längs Dalälven finns förutsättningar för skred främst vid Österdalälvens utlopp i Siljan och längs älven nedströms Siljan. Nedströms Siljan är det dessutom vanligt med raviner. Inom området finns även flera områden med förorenad mark, som kan innebära risk för förorenings spridning.

Dalälven är en av de stora kraftverksälvarna i landet. I Dalälvens huvudflöde finns ett dussintal större regleringsmagasin som styr Dalälvens årsflödesdynamik. Det medför att flödena i dessa områden är högre vintertid än vad som är normalt samtidigt som varflödena är lägre och kortvarigare. Många strandbrinkar är erosionskänsliga. Skred

³⁰ Länsstyrelserna (2021). Snö i framtida klimat

förekommer i anslutning till både älven och sidoraviner. Erosionskänsliga och skredbenägna jordarter finns på i stort sett hela sträckan mellan Leksand och Avesta. Sträckan mellan Hedemora och Avesta karaktäriseras av branta siltslänter med förutsättningar för erosion som kan leda till ras och skred. Historiskt har det förekommit skred med stora samhällskonsekvenser i området och även i sanddynsområdena i Mora.

Erosion, ras- och skredrisker längs Dalälven är ofta kopplade till erosion vid höga vattenflöden. Vattenkraftens årsreglering minskar generellt frekvensen och varaktigheten av höga flöden, vilket då även bör minska risken för erosion och skred. Vattenkraftens flödesregleringar kan ändå endast i marginell utsträckning begränsa de allra kraftigaste översvämningarna vilket gör att den samlade risken för ras och skred blir relativt oförändrad.³¹

Förutsättningarna för skred i området kan ge konsekvenser för ekonomisk verksamhet särskilt i området runt Borlänge vid Dalälvens stränder. Detta i kombination med en översvämningrisk vid höga flöden i Dalälven, har motiverat att Mellersta Dalälven identifierats som ett riskområde. Falun har även identifierats ha en betydande översvämningrisk i arbetet enligt förordningen (2009:956) om översvämningrisker.

4.2.4 Norra Vänerområdet

Norra Vänerområdet har identifierats som ett riskområde med anledning av förutsättningar för skred och översvämning. Längs Norsälven och Klarälven finns förutsättningar för jordskred som kan ge konsekvenser för människors hälsa, miljön, kulturarvet och ekonomisk verksamhet. Högsensitiv lera (kvicklera) finns i området.

Klarälven, som har sitt källflöde i Hedmark i Norge och mynnar i Karlstad, är cirka 460 km lång. Avrinningsområdet utgörs av ett sprickdalssystem som domineras av skogs- och fjällmark. På flera ställen rinner älven i ett meandrande förlopp med erosion längs strandbrinkarna och sedimentation i lugnområden. De öppna sandytorna som bildas utgör livsmiljö för många värdefulla arter. Där Klarälven mynnar ut i Vänern har ett delta bildats.

Klarälven är känslig för vattennivåökningar framför allt i den nedre delen av älven. I Klarälvsdeltat förekommer finkorniga sediment som kan leda till att vatten tränger upp genom sedimenten till närliggande sjöar utan att en direkt ytvattenförbindelse finns. Det beräknas även bli vanligare med både höga och låga nivåer i Vänern, vilket kan medföra en ökad översvämningrisk och ökade problem för ekosystemet, vattenkvalité, jordbruket och sjöfarten.

Karlstad som ligger i ett deltaområde vid mynningen av Klarälven, är ett identifierat område med betydande översvämningrisk enligt arbetet med förordningen (2009:956) om översvämningrisker. Området Skåre-Grava och vissa delar av Karlstad är särskilt känsliga. Det kan bli mycket allvarliga regionala problem för flera samhällsfunktioner samt för boende vid höga flöden i Klarälven eller vid mycket höga nivåer i Vänern. Karlstad har flera stora översvämningar i sitt minne som har orsakat både dödsfall och

³¹ Länsstyrelsen Dalarna (2018). Dalälvens korttidsreglering – Miljöeffekter och potentiell effektutbyggnad, Rapport 2018:2

stora materiella skador. En utmaning för åtgärdsarbetet i Norra Vänerområdet är att hantera flera intresseområden.

4.2.5 Mälardalen-Stockholm

Mälardalen-Stockholm har identifierats som ett riskområde med anledning av översvämningsrisker. Området runt Mälaren är tätt befolkat och där finns mycket infrastruktur samlad vid sjöns utlopp genom Stockholm. Mälaren är också Sveriges största vattentäkt och försörjer cirka 2 miljoner människor med dricksvatten. Inom området finns även flera områden med förorenad mark, som kan innebära risk för föroreningsspridning. En förorening av vattnet till följd av en översvämning skulle kunna medföra stora konsekvenser för vattenförsörjningen i området. Den ekonomiska verksamheten i Mälardalen-Stockholm är omfattande vilket motiverar att området hanteras som ett nationellt riskområde. I området finns även höga kulturvärden.

Idag finns en stor risk för översvämningar runt Mälaren³². Risken kommer att minska betydligt, när Slussen som byggs om i Stockholm är färdig och ger en ökad tappningskapacitet. Den utbyggda avtappningskapaciteten av Mälaren i Slussen kommer under tidsperspektivet 50–100 år att minska risken för översvämningar.

Ombyggnaden av Slussen i Stockholm minskar alltså översvämningsriskerna som finns runt sjön, men i ett långsiktigt perspektiv, bortom det här seklet, kommer havsnivåhöjningen påverka nivåerna i sjön. Mälaren som ligger i medeltal 70 cm över Saltsjöns vattenyta kommer på lång sikt att påverkas av den stigande havsnivån eftersom det då blir svårare att tappa vatten från sjön. Stigande vattennivåer i Mälaren kan på längre sikt påverka vattenkvaliteten i sjön med stora konsekvenser och stora kostnader för bebyggelse, infrastruktur, jordbruk, naturmiljö och dricksvattenproduktion.

Inom området är förutsättningarna för översvämning störst i Uppsala, Eskilstuna och Västerås. Stockholm och Uppsala har även identifierats ha betydande översvämningsrisk i arbetet enligt förordningen om översvämningsrisker.

4.2.6 Östgöta-Sörmlandsområdet

Östgöta-Sörmlandsområdet har identifierats som ett riskområde med anledning av i huvudsak förutsättningar för skred men även översvämning från vattendrag bedöms kunna ge konsekvenser för samhället. I området finns lösa och mäktiga lerlager som är skredbenägna. Lerorna är i huvudsak postglaciala och avsatta i tidigare brackvattenstadier av Östersjön. Utförda rutinförsök från vissa utredningar i området har visat att leran kan vara högsensitiv och att det kan förekomma kvicklera. En lera som är högsensitiv kan förlora sin hållfasthet vid störning, så som vibrationer eller markarbeten³³. Området är känt för flera tidigare skred som till exempel i Vagnhärad (Sörmland) och Getå (Östergötland). Likartade förutsättningar råder i östra Södermanlands och Östergötlands län vilket motiverar riskområdets avgränsning.

³² Konsekvenser av en översvämning i Mälaren: redovisning av regeringsuppdrag Fö2010/560/SSK. Publikationsnummer MSB406.

³³ SGI Publikation 46.

Inom området är Linköping och Norrköping också särskilt utsatta vid höga flöden i vattendrag. Norrköping har även identifierats ha betydande översvämningsrisk i arbetet enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker.

Området är utsatt för ett högt exploateringsstryck med relativt sett många förorenade områden vilket föranleder att området nationellt betraktas som ett riskområde. Området är tätbefolkat med omfattande ekonomisk verksamhet och har höga kulturvärden. All bebyggelse och exploatering i närhet till vattendrag och pågående ravinbildning, eller annan markanvändning som förändrar dagens förhållanden medför generellt ett behov av detaljerade utredningar för att visa på tillfredsställande säkerhet mot skred och översvämning.

4.2.7 Området Västkusten - Göta älvdalen

Området Västkusten - Göta Älvdalen har identifierats som ett riskområde med anledning av förutsättningar för skred, översvämning från vattendrag och kustöversvämning (stigande havsnivå) som kan ge konsekvenser för många verksamheter och samhällsviktiga funktioner. Särskilt i området runt Göteborg finns omfattande ekonomisk verksamhet, höga kultur- och naturvärden och miljöfarliga verksamheter som tillsammans med tät befolkning gör att området identifierats som ett riskområde. En påtaglig utmaning för området är förutsättningarna för skred som kommer att öka i framtiden. Kopplat till skredriskerna finns också översvämningsrisker särskilt runt Väneren och utmed Göta älv men även utmed andra vattendrag samt i kustområdet. Göteborg har även identifierats ha betydande översvämningsrisk i arbetet enligt förordningen om (2009:956) översvämningsrisker på grund av översvämningsriskerna utmed vattendrag och kusten.

Antalet insatser av räddningstjänsten och skador rapporterade till försäkringsbolag vid inträffade översvämnningar, ras och skred ligger högt för området i relation till andra delar av Sverige.

Ett småbrutet sprickdalslandskap strålar in från Göta älvs mynning där bebyggelse och infrastruktur expanderat. I dalgångarna finns gamla finsediment och kraftigt meandrande åar som ger likartade förutsättningar för både översvämning och skred som längs Göta älvdalen, vilket motiverat riskområdets avgränsning.

Området längs Göta älv hanteras redan som ett riskområde för skred och översvämning. Göta älvdalen är ett av de mest skredkänsliga områdena i Sverige. Längs Göta älv bedöms klimatförändringen innebära att ca 25 procent av redan skredriskkarterade områden kommer få en högre risknivå fram till år 2100, om åtgärder inte vidtas. Ett skred i ett förorenat område längs Göta Älv kan till exempel få katastrofala följder för vattenförsörjningen eftersom Göta älv också är dricksvattentäkt för ca 700 000 människor i Västra Götalandsregionen.

Ras, skred och översvämnningar kan också påverka bebyggelse och samhällsviktiga verksamheter som vägar, järnvägar, farleder, vattenverk och elförsörjning. Även en stigande havsnivå längs områdets kust kan påverka bebyggelse och infrastruktur. På samma sätt som vid ett eventuellt skred eller översvämmat vattendrag, kan

kustöversvämning leda till konsekvenser för olika typer av verksamheter och viktiga samhällsfunktioner.

Vattennivåerna i Vänern beräknas öka under vintern som följd av ökad nederbörd, och därmed kommer även behovet av tappning från sjön att öka. Samtidigt sker en havsnivåhöjning, vilket gör att flödet i Göta älv kommer att möta större mothåll med följd att riskerna för översvämning kan öka. Läs gärna mer om området Västkusten - Göta älvdalen förutsättningar och utmaningar hos Länsstyrelsen Västra Götaland.³⁴

4.2.8 Södra Vätternområdet

Södra Vätternområdet har identifierats som ett riskområde med anledning av förutsättningarna för både ras och erosion som bedöms kunna ge konsekvenser för samhället. Dessutom föreligger en betydande översvämningrisk från Tabergsåån vid höga flöden. Stränderna i Jönköpings, Habo och Hjo kommuner, har en betydande pågående erosion även om den är inte är lika påtaglig och ger samma konsekvenser som vid den svenska sydkusten. Erosionen längs Vätterns stränder är också tydligare kopplad till ras längs Vätterns branta stränder jämfört med stranderosionen vid kusten.

Med anledning av att landhöjningen är högre i de norra delarna av Vättern kommer vattenytan i de södra delarna vid seklets slut ligga ca 11 cm högre än dagens nivå. Utloppet som ligger vid Motala har en snabbare landhöjning (ca 2.7 mm/år) än Jönköping vid Vätterns sydspets (ca 1.3 mm/år). Sjöns strandlinje vid utloppet påverkas inte av landhöjningen men däremot sker en tippning av sjön mot söder.³⁵

Det medför att Vätterns nivå vid Jönköping stiger ungefär 1.4 mm per år (skillnaden i landhöjning mellan Motala och Jönköping). Det har medfört att Jönköpings kommun redan idag får problem med översvämmade vägar och fyllda dagvattensystem under höglödessituationer. Samtidigt beräknas medelvattennivån i Vättern minska med ca en till två decimeter till slutet av seklet. I framtiden beräknas de extrema nivåerna i Vättern bli oförändrade.

Södra Vätternområdet är ett område med förhållandevis påtagligt stora förutsättningar för ras i morän och slamströmmar. Förutsättningar för ras finns längs branterna på både Vätterns västra och östra sida vilka kan ge konsekvenser för både ekonomisk verksamhet, miljön och människors hälsa. Östra Vätternbranterna har dessutom höga natur- och kulturvärden. Unesco utsåg Östra Vätternbranterna till ett biosfärområde 2012 och i området bedrivs hållbar turism och friluftsliv. I området finns ett relativt högt antal förorenade områden och miljöfarliga verksamheter belägna, där det finns förutsättningar för ras, erosion och översvämning vilket är särskilt allvarligt eftersom Vättern är en vattentäkt. Tidigare utredningar har kartlagt vilka anläggningar som är sårbara³⁶.

Runt Jönköping finns också flera områden med befintliga raviner med branta slänter där ras kan uppstå. Det konstaterades redan i samband med Jönköpings kommuns utbyggnadsstrategi 2009 att risken för ravintillväxt, slamströmmar och stranderosion

³⁴ Västra Götaland i ett förändrat klimat: [Storymap](#)

³⁵ SMHI webbsida 2021: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/fakta-om-vattern-1.4730>

³⁶ Länsstyrelsen Jönköping 2017: Klimatpåverkan på förorenade områden och miljöfarlig verksamhet i Jönköpings län

behöver beaktas för exploateringsområden där bebyggelse planeras i närheten av raviner och Vätterstranden³⁷. Förutsättningar för bergras har inte analyserats inom uppdraget men det finns förutsättningar även för bergras längs Södra Vätternområdets branter. Koncentrationen av sårbara verksamheter och en samverkande riskbild med förutsättningar för både ras, slamströmmar, erosion och översvämning motiverar att Södra Vätternområdet identifieras som ett nationellt riskområde.

4.2.9 Skåne-Hallandskusten

Skåne-Hallandskusten har identifierats som ett riskområde med anledning av förutsättningar för kustöversvämning (stigande havsnivå), betydande kusterosion samt översvämning från vattendrag som kan ge konsekvenser för många verksamheter samt natur- och kulturmiljön. En stor del av den sydsvenska kusten i Skåne och Halland är erosionskänslig och många verksamheter har ett kustnära läge som gradvis kan bli än mer påverkade av både erosion och översvämning om inte förebyggande åtgärder vidtas.

En stigande havsnivå och mer frekventa översvämningar samt ökad kusterosion är nära sammankopplade och behöver hanteras som en helhet. En i huvudsak låglänt kust med relativt tät befolkning och höga natur- och kulturvärden gör området särskilt sårbart för klimatförändringarnas effekter. Att Skåne-Hallandskusten är sårbar redan för dagens väderhändelser gör det extra angeläget att arbeta för att minska riskerna med ett framtida förändrat klimat.

Konsekvenserna kan bli allvarliga för många verksamheter som till exempel miljöfarlig verksamhet samt för förorenade områden som riskerar att drabbas än hårdare av översvämningar och erosion i ett framtida klimat. Skadorna på natur- och kulturvärden riskerar att bli irreversibla.

Flera kustkommuner i området påverkas mer eller mindre av erosion redan idag. Erosion är en naturlig process där sand försvinner i vissa områden och det sker påbyggnad av sand på andra platser. Ett kustavsnitt utan någon större påverkan från mänsklig aktivitet läker sig själv och hittar jämvikt. Det är när människan byggt in värden i form av till exempel byggnader och infrastruktur som det uppstår problem och på enskilda platser kan erosionen som sker därför anses medföra negativa risker. I vissa områden sker en nettoerosion idag även av naturliga skäl till exempel som följd av ras och skred i kustklintar. Ett förändrat klimat med stigande havsnivåer kommer att påverka erosionen längs områdets kust och förvärra problematiken på vissa platser.

En höjning av den globala havsnivån betyder att det gradvis blir ett högre medelvattenstånd längs Sveriges kuster. Den pågående landhöjningen kompenserar under en tid för den stigande globala havsnivån särskilt i de norra delarna av landet. I söder kommer den stigande havsnivån tidigare ge konsekvenser genom att låglänta kustområden kan komma att sättas under vatten. Den stigande havsnivån kommer också att påverka frekvensen av översvämningar från havet. Under en storm kan vattennivåerna stiga snabbt till nivåer som ligger 1-1,5 m eller mer över normala vattennivåer och därmed orsaka svåra skador på exempelvis bebyggelse. Redan i dag finns områden i Skåne och Halland där en storm kan ge stor påverkan på befintlig bebyggelse. Konsekvenserna i ett

³⁷ Statens geotekniska institut 2009: Risker för naturolyckor – översiktlig inventering i Jönköpings kommun.

framtida klimat kan här bli betydande. Eftersom medelvattennivån kommer att stå högre i framtiden så kan även mildare oväder ge samma vattennivåer som idag kan ge besvärliga översvämningar.³⁸ I området mynnar också många vattendrag där bebyggelse har koncentrerats vid mynningarna. Detta skapar särskilt problematiska förhållande om en kombination av höga flöden från vattendrag efter exempelvis intensiv vårflod kombineras med storm och högt vattenstånd som pressar upp vattennivån i Öresund och trycker tillbaka vattnet vid mynningen. Orter utefter kusten som är särskilt påverkade är Kristianstad, Malmö och Vellinge.

Även om kusten i Skåne har en mer betydande pågående erosion som ger konsekvenser så föreligger motsvarande utmaning/risk att hantera inom Hallands kustområde. Ingen eller försumbar landhöjning i kombination med en stigande havsnivå ger konsekvenser i erosions- och översvämningss känsliga områden längs hela sydsvenska kusten vilket motiverar att även kustområdet i Hallands län inkluderas i riskområdet. Ett redan pågående gränsöverskridande samarbete för att hantera de ökande riskerna med kusterosion och översvämning (Regional kustsamverkan Skåne-Halland³⁹) motiverar också till att även fortsatt hantera Skåne-Hallandskusten som ett gemensamt riskområde.

4.2.10 Blekinge-Kalmarkusten

Blekinge-Kalmarkusten har identifierats som ett riskområde med anledning av förutsättningar för kustöversvämning som kan ge konsekvenser för många verksamheter samt natur- och kulturmiljön. Vissa delar av kusten i området är även erosionskänslig.

Blekinge-Kalmarkusten är låglänt där flera städer i området även är lokaliserade vid mynningen av större vattendrag där höga flöden väntas bli allt vanligare till följd av klimatförändringarna (Karlskrona, Karlshamn, Ronneby). De här områdena blir särskilt utsatta för översvämning på grund av den kombinerade risken med höga flöden i vattendrag samtidigt som havsnivån stiger.

I området är även landhöjningen försumbar. Det gör att medelhavsnivån kommer att stiga kraftigt i framtiden på grund av ett förändrat klimat. Översvämningssriskerna kommer därmed att öka i framtiden.

Tätorterna Kalmar, Karlshamn och Karlskrona har även identifierats ha betydande översvämningssrisk i arbetet enligt förordningen (2009:956) om översvämningssrisker.

Höga kultur- och naturvärden samt en hög andel ekonomisk verksamhet, framförallt hög andel byggnader, i det kustnära området gör att området påverkas av översvämningar både i dagens klimat och än mer i ett framtida klimat om inte förebyggande åtgärder vidtas.

4.3 Riskområden för olika verksamhetskategorier

För att få en tydligare uppfattning om, och i så fall var i Sverige det finns särskilt utsatta verksamheter i områden med förutsättningar för ras, skred, erosion eller översvämning har separata analyser för fyra olika verksamhetskategorier genomförts. Rubriceringarna

³⁸ Stigande havsnivåer och ökad översvämningssrisk - hur påverkar klimatförändringen Sveriges kuster? MSB1243 - juni 2018

³⁹ Regional kustsamverkan Skåne och Halland, SGI webbsida: <http://projects.swedgeo.se/RKS-SH/>

för de fyra analyserade verksamhetskategorierna människors hälsa, miljön, ekonomisk verksamhet och kulturarvet är hämtade från arbetet enligt förordning (2009:956) om översvämningsrisker. Motsvarande verksamheter som analyserats i arbetet enligt förordningen om översvämningsrisker⁴⁰ har analyserats inom det här uppdraget för att kunna bedöma konsekvenserna även av ras, skred och erosion på motsvarande sätt som för översvämningar.

Enligt förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete ska åtgärder för klimatanpassning syfta till att skydda miljön, människors liv och hälsa samt egendom genom att samhället anpassas till de konsekvenser som ett förändrat klimat kan medföra. Indelningen i de fyra verksamhetskategorierna stämmer därmed även relativt väl ihop med det svenska klimatanpassningsarbetet.

Resultaten presenteras i avsnitt 4.3.1 – 4.3.4.

4.3.1 Människors hälsa

Folkhälsomyndigheten har gjort en kunskapssammanställning och en risk- och sårbarhetsanalys när det gäller de hälsorisker som klimatförändringen medför i Sverige⁴¹. Riskerna som har identifierats förväntas ge direkta eller indirekta hälsoeffekter i varierande grad. Flera av de identifierade riskerna är miljöfaktorer som påverkas av klimatförändringens effekter på temperatur och nederbörd som ras, skred och översvämning.

Inom det här uppdraget har 12 verksamheter analyserats inom kategorien *människors hälsa* för att få en uppfattning om hur ras, skred, erosion och översvämning kan påverka människans hälsa. Med människors hälsa i det här sammanhanget menas inte sjukdomar eller andra hälsotillstånd utan omfattar verksamheter i samhället som behövs för att människor ska ha möjlighet att upprätthålla en god hälsa. Det som ingått i analysen är verksamheterna sjukhus, vårdcentraler, brandstationer, SOS-Alarmcentraler, riksintresse väg, master, polisstationer, vattenverk, skolor, förskolor, Sveriges Radio och SVT, samt antal boende. Tillsammans indikerar resultaten på indirekta effekter på människors hälsa som ras, skred, erosion och översvämning kan leda till.

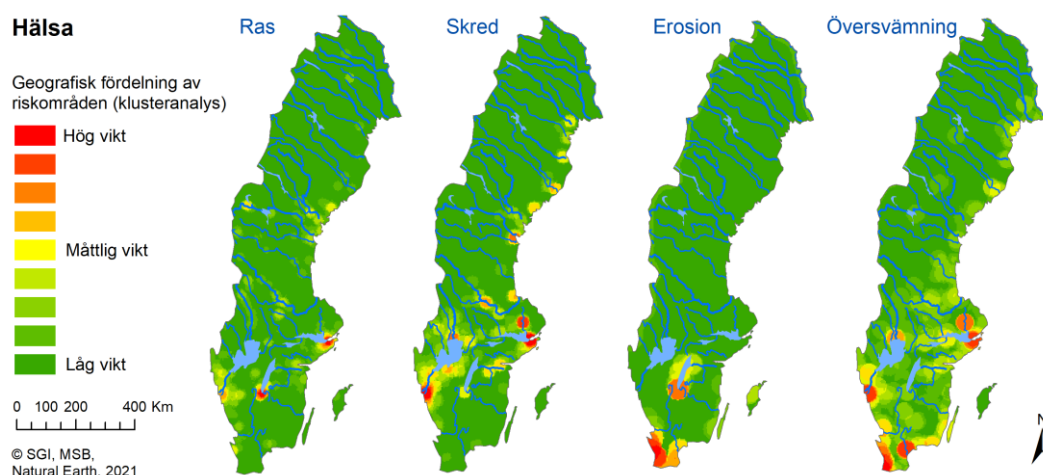
Risker som kan uppstå för människors hälsa som följd av att förorenade områden påverkas av ras, skred, erosion och översvämning, hanteras inom kategorin *miljö*. Även andra verksamheter som till exempel elförsörjning är centralt för att upprätthålla människors liv och hälsa men har i det här uppdraget förenklat enbart hanterats som *ekonomisk verksamhet*. Värt att notera är dock att riksintresse väg ingår som parameter i kategorin *människors hälsa* med motiveringen att framkomligheten på väg är central för sjuktransporter och räddningstjänst. Övrig transportinfrastruktur har analyserats som *ekonomisk verksamhet*.

Resultaten visar att verksamheter som upprätthåller människors hälsa belägna inom områden med förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning av naturliga skäl

⁴⁰ MSB 2018: Översyn av områden med betydande översvämningsrisk. Enligt förordning (2009:956) om översvämningsrisker.

⁴¹ Folkhälsomyndigheten 2021: Folkhälsa i ett förändrat klimat. Folkhälsomyndighetens mål och handlingsplan för klimatanpassning 2021–2024.

är knuta till tätorter. All byggnation föregås av markutredningar och markberedningar som säkerställer byggnaders och anläggningars stabilitet utifrån rådande markförutsättningar. Att verksamheterna är belägna i områden med förutsättningar för ras, skred, erosion eller översvämning innebär därmed inte en fara för människors hälsa men det ger en indikation på att en utredning kan behöva utföras i området för att säkerställa att byggnaden eller anläggningen kan upprätthålla sin funktion i ett klimat som förändras. Vid planläggning av äldre bebyggelse kan kunskap ha saknats om till exempel risker med översvämning eller markens stabilitet (ras- eller skredrisker). Att ompröva beslutade detaljplaner är svårt även om kunskapen om riskerna idag finns.



Figur 29 Geografiska områden där det finns signifikant fler verksamheter som behövs för att upprätthålla människors hälsa än i andra områden i Sverige med förutsättningar för ras, skred, erosion respektive översvämning (kust och vattendrag). Notera att resultaten är relativa per respektive hot (ras, skred, erosion och översvämning) och graden av risk kan inte jämföras mellan hoten.

Förutom direkta översvämningsskador kan även markens bärighet ändras som följd av översvämningar, men också av erosion.

I ett klimat som förändras och i de områden där det finns förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning, kan markens bärighet förändras och försämrats över tid. Det behöver inte nödvändigtvis leda till ras och skred men kan leda till sättningsskador. I de flesta fall beror sättningen på förändrade förhållanden i jorden under markytan. Vanliga orsaker är att byggnadens grund står på svag lerjord eller att en vattenskada har försvagat marken och husgrunden. Sättningar kan även uppstå på grund av ökad belastning. Marksättning är ett problem som behöver åtgärdas så snart som möjligt eftersom konsekvenserna kan förvärras med tiden och leda till konsekvenser för de verksamheter som upprätthåller människors liv och hälsa. Verksamheter belägna inom områden med översvämningssrisker behöver inte enbart säkerställa att förebyggande åtgärder för vattenskador genomförs utan också vara uppmärksamma på att skador kan uppstå som följd av ändrade markförhållanden.

Effekterna ökad nederbörd och fler översvämningar kan innebära att vattenverk inte klarar av de nya förutsättningarna. Exempelvis kan kvalitén på både yt- och grundvatten

förändras och förekomsten av virus och parasiter öka. För att undvika att säkerställa människors hälsa kan reningsprocesserna behöva ändras. Risken för avbrott och förorening av dricksvattnet på grund av översvämningar, ras och skred kommer att öka. En större skada på en viktig vattenledning kan exempelvis leda till att stora delar av samhället är utan vatten i flera dagar. Det kan medföra konsekvenser för människors hälsa, men leder också till höga kostnader och risk för föroreningar i ledningssystemen.

I de områden som fallit ut i analyserna med signifikant hög andel verksamhet som kan påverkas av ras, skred, erosion och översvämning, behöver verksamheternas lokala förutsättningar och utsatthet uppmärksammas. Att vidta förebyggande åtgärder för till exempel förstärkt råvattenskydd kan bli nödvändigt.

4.3.2 Miljö

Ett förändrat klimat ger ökade förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning och kan påverka och förstärka miljö- och hälsoriskerna. Allvarliga konsekvenser kan uppstå om miljöfarliga verksamheter eller förorenade områden som är belägna i utsatta områden påverkas. En gradvis stigande havsnivå tillsammans med påföljande ökad sannolikhet för stranderosion kan ge irreversibla skador på strandnära ekosystem. För vissa värdefulla naturområden är dock återkommande ras, skred, erosion och översvämningar en förutsättning för väl fungerande ekosystem. Det finns därför behov av att identifiera vad som är i fara och analysera på vilket sätt. Det är totalt 10 verksamheter som analyserats inom verksamhetskategorin *miljö* för att få en uppfattning om hur ras, skred, erosion och översvämning kan påverka dels skyddad natur (benämns *miljö - skyddade områden*) och dels påverka potentiellt förorenande verksamheter eller områden (benämns *miljö - anläggning*).

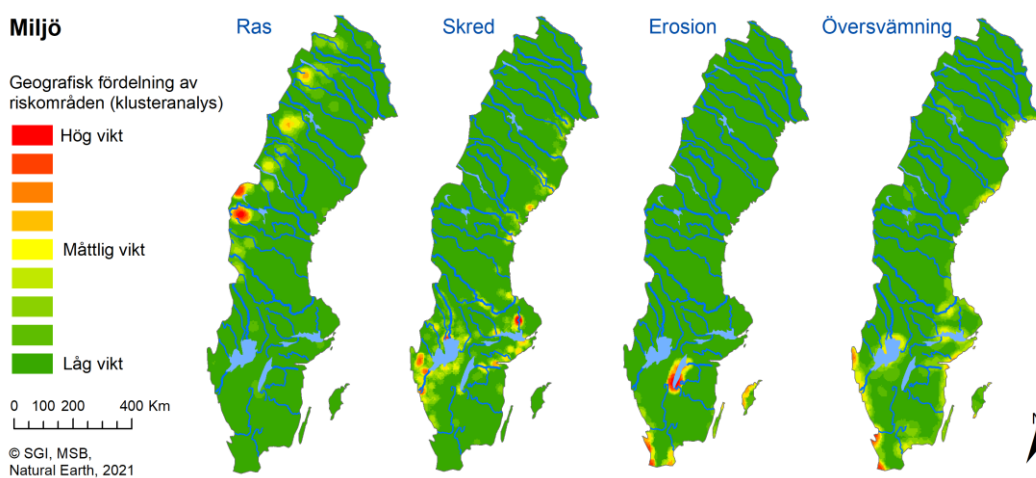
De verksamheter som ingått i analysen inom *miljö - anläggning* är miljöfarliga verksamheter, förorenade områden, Sevesoverksamheter och reningsverk. De verksamheter som ingått i analysen för *miljö - skyddade områden* är nationalparker, naturreservat, naturminnen, Natura 2000-områden, naturvårdsområden och vattenskyddsområden. Notera att ras, skred, erosion och översvämning även kan ha en upprätthållande funktion på vissa ekosystem.

Resultaten för verksamhetskategorin *Miljö – anläggning* det vill säga verksamheter eller områden som kan ge en miljö- eller hälsostörande effekt är starkt dominerade av antalet förorenade områden. I likhet med till exempel befolkning och kulturminnen är de relativt sett många i antal jämfört med andra miljöstörande verksamheter som analyserats och ger ett tydligt utslag i analysen. Det gör att de områden som framträder som mest riskutsatta för påverkan av skred, erosion och översvämning i Figur 30 till stor del visar på hög koncentration av just förorenade områden. Områdena som framträder på kartan som visar störst möjlig påverkan av ras, indikerar istället att det finns många skyddsvärda naturområden (se vidare nedan).

Av industrihistoriska skäl är många förorenade områden lokaliserade intill sjöar, vattendrag och kust. Det innebär i sin tur att de kan finnas på platser som är sårbara för ras, skred, erosion och översvämningar vilket medför ökad risk för förorenings-spridning om inga åtgärder vidtas. Ändrade strömförhållanden kan också öka riskerna för spridning

av förorenade sediment. Risken för föroreningsspridning är stor redan i dagens klimat men ökar i ett förändrat klimat. Konsekvenserna kan ge hälsoeffekter för människor och djur samt ge allvarliga och långsiktiga skador på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga.

De områden där det finns signifikant mer skyddad natur jämfört med andra områden i Sverige, är i huvudsak belägna där det finns förutsättningar för ras i fjällkedjan (Figur 30). Rasbranter karakteriseras ofta av en mosaik av olika livsmiljöer. Ras, skred erosion och översvämning är naturliga landskapsprocesser. De skyddade naturområdena i det svenska fjällområdet är exempel på hur jorden har utvecklats framför allt geologiskt och skapat förutsättningar för dagens ekosystem och de arter som har sin livsmiljö där. Fortsatta ras kan därför också ge förutsättningar för att vissa av fjällens naturvärden ska bestå.



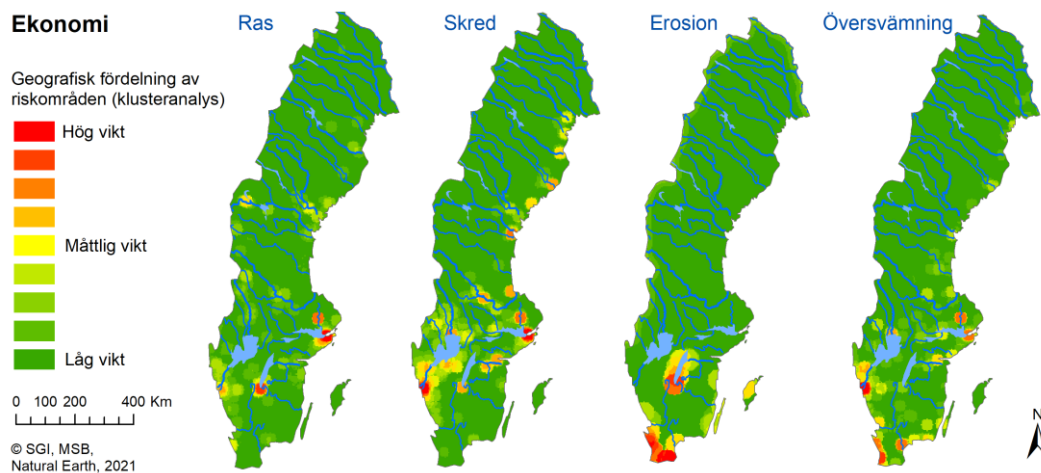
Figur 30 Geografiska områden där det finns signifikant fler verksamheter inom *miljö - anläggning* och *miljö - skyddade områden* än i andra områden i Sverige med förutsättningar för ras, skred, erosion respektive översvämning (kust och vattendrag). Notera att resultaten är relativa per respektive hot (ras, skred, erosion och översvämning) och graden av risk kan inte jämföras mellan hoten.

4.3.3 Ekonomisk verksamhet

De verksamheter som ingått i analysen för att indikera riskerna för *ekonomisk verksamhet* är förutom antalet anställda, byggnader, riksintresse järnväg, riksintresse järnvägsstation, riksintresse flygplats, riksintresse hamn, transformatorstationer, distributionsbyggnader, vattenkraftverk, värmeverk, dammar, jordbruksmark och produktionsplatser för djur. De här 12 verksamheterna utgör tillsammans med antalet anställda ett omfattande underlag för att identifiera vilka områden i Sverige som har en särskilt hög koncentration av ekonomisk verksamhet som kan bli påverkade av ras, skred, erosion och översvämning.

De geografiska områden där det finns signifikant fler ekonomiska verksamheter än i andra områden i Sverige med förutsättningar för ras, skred, erosion respektive översvämning (kust och vattendrag) redovisas i Figur 31. Områdena är i huvudsak förenliga med de områden som faller ut i den totala analysen av samtliga verksamhetskategori (Figur 26). Det kan finnas en ökad risk för att byggnader och

anläggningar utsätts för skador eller gradvis blir allt mer olämpliga för nuvarande användning i de här områdena. Förutom till exempel väg- och järnvägar, kan därmed fabriksbyggnader, lagerlokaler, skogs- och jordbruksmark samt produktionsplatser för djur komma att påverkas.



Figur 31 Geografiska områden där det finns signifikant fler ekonomiska verksamheter än i andra områden i Sverige med förutsättningar för ras, skred, erosion respektive översvämning (kust och vattendrag). Notera att resultaten är relativa per respektive hot (ras, skred, erosion och översvämning) och graden av risk kan inte jämföras mellan hoten.

Att ras, skred, erosion och översvämning kan leda till stora skadekostnader för ekonomisk verksamhet framgår av kapitel 5. Försäkringskostnader och investeringar kan komma att påverkas. I dag erbjuds svenska företag ett omfattande försäkringsskydd mot klimatrelaterade skador vilket är relativt unikt.

Ekonomisk verksamhet och beroenden av energi- och transportinfrastruktur

Särskilt sårbara delar på vägar och järnvägar är broar och trummor under höga väg- och järnvägsbankar. En skada på en sådan anläggning kan leda till mycket stora störningar i trafiken med till exempel försenade varutransporter och avsevärda reparationskostnader⁴². Väg- och järnvägstunnlar är speciellt utsatta om dräneringssystem och pumpar inte räcker till vid höga flöden. I första hand påverkas anläggningarnas underkonstruktion dit vattnet rinner först men med stigande vattennivå behöver trafiken stängas av. En analys som SGI i samverkan med Trafikverket genomfört på inträffade skadehändelser på väg- och järnvägsnätet orsakat av markrörelser visar att det största problemet utgörs av sättningar och eventuellt spårlägesfel på grund av vatten i underbyggnaden⁴³. Även problem med trumkonstruktioner och avvattningssystem utgör ett stort problem, vilket i sin tur är kopplat till vatten i underbyggnad. Skred och ras utgör den tredje problemgruppen vilken är allvarigare eftersom det kan leda till stora skador och olyckstillbud.

Energiförsörjningen påverkas av väder och kan påverkas av ras, skred samt översvämning, vilket kan ge störningar i energiförsörjningen och därmed ge långtgående effekter för ekonomisk verksamhet. Erosion, ras och skred utgör främst ett hot mot

⁴² Trafikverket 2018: Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete. Publikation 2018:195.

⁴³ Statens geotekniska institut 2019: Markunderbyggnaders egenskapsförändringar med klimatlast

ledningsbundna system, medan översvämning även kan påverka elproduktionen. Ledningsburna system är generellt utsatta för en större risk, kopplat till klimatförändringens effekter. Ledningar dras långa sträckor, även genom/över områden där marken har sämre bärighet, för att nå fram till anläggningar och bebyggelse. Energimyndigheten anser att det måste byggas upp ytterligare kunskap kring klimatförändringens effekter på energisystemet och en ökad samverkan måste ske mellan lokala, regionala och nationella myndigheter samt marknadsaktörer⁴⁴.

Läs mer om möjlig påverkan på energiförsörjningen och transporterna under avsnitt 4.4 om Samhällsviktig verksamhet.

Areella näringar

De ökande förutsättningarna för ras, skred, erosion och översvämning kommer påverka de areella näringarna. Särskilt översvämning bedöms kunna ge allvarliga konsekvenser för jordbrukssektorn och trädgårdsnäringen. Jordbruksverket har tagit fram en serie rapporter om risker och effekter på jordbruks-, växthusodlings- och vattenbruksföretag när det gäller översvämningar⁴⁵⁴⁶⁴⁷. Gradvis med en stigande havsnivå och ökad kusterosion särskilt i södra Sverige, kommer sannolikt även konsekvenser i form av markförlust bli allt mer påtagligt för lantbruket.

Översvämningar kan innebära en stor ekonomisk skada för jordbruksföretagen eftersom det bland annat kan leda till sämre avkastning, markskador samt ökade arbets- och produktionskostnader. De flesta grödor klarar att stå under vatten maximalt en till tre dagar. Packningsskador till följd av körning på blöt mark efter översvämning påverkar skörden negativt under mycket lång tid och gör det i en del fall omöjligt att odla vissa grödor. Djurföretag kan tvingas ersätta skadat egenproducerat foder med inköpt foder. De betesgående djuren kan påverkas direkt av översvämning. Stall, lagrat foder och elektriska maskiner skadas sällan men konsekvenserna blir stora om de påverkas. Om evakuering av djur blir nödvändigt är det en stor utmaning för de flesta djurföretagare.

Ökad frekvens av kraftiga regn och översvämningar kan förutom förstörda betesmarker och foderodlingar resultera i ökad spridning av smittämnen⁴⁸. Ett exempel på en sjukdom som kan spridas är mjältbrand (antrax), en allvarlig zoonos där smittämnet kan överleva mycket länge i marken. Genom sprickbildningar, ras och skred till följd av exempelvis torka eller kraftiga regn kan mjältbrandssporer från tidigare utbrott frigöras och smitta djur på bete eller via vatten som förorenats av mjältbrandssporer. Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) gjorde 2012 en kartläggning av var djur som dött i mjältbrand grävts ned under åren 1916-1961⁴⁹. Sjukdomsutbrott av mjältbrand har varit få under senare delen av 1900-talet men blivit något fler igen under 2000-talet, till exempel skedde ett relativt stort utbrott 2016 på Omberg i Östergötland.

⁴⁴ Energimyndigheten 2018: Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan dnr 2018-926

⁴⁵ Jordbruksverket 2016: Jordbruket och väderrelaterade störningar - Konsekvenser av översvämningar för växtodling och djurhållning.

⁴⁶ Jordbruksverket 2015: Trädgårdsnäringen och väderrelaterade störningar. Konsekvenser av översvämningar för växthusodling.

⁴⁷ Jordbruksverket 2015: Vattenbruk och väderrelaterade störningar. Konsekvenser av översvämningar för landbaserade fiskodlingar.

⁴⁸ Statens veterinärmedicinska anstalt 2021: [Mark och miljö i ett förändrat klimat](#)

⁴⁹ Statens veterinärmedicinska anstalt 2012: [Kartläggning av gårdar spärrade på grund av mjältbrand 1916-1961](#)

Skogsnäringen som är en av landets viktigaste näringar kan i ökad omfattning bli påverkad av särskilt ras eller slamströmmar i ett klimat som förändras. Framkomligheten inom skogsbruket via skogsbilvägar har stor betydelse för företagsekonomi. Det är viktigt att skogsbilvägar anläggs så att de får genomtänkta placeringar i terrängen och en funktionsriktig konstruktion för att minska riskerna för påverkan av särskilt ras som kan ge hindrad framkomlighet⁵⁰.

Den förväntat ökade frekvensen och omfattningen av ras och slamströmmar kan påverkas av skogsbruket genom förebyggande åtgärder för att undvika en rad kostsamma effekter för både markägare och samhället. Skogsstyrelsen har tagit fram förslag till anpassningsåtgärder som kan utveckla planeringen av transporter och transportvägar inom skogsbruket så att skador på miljö och andra samhällsvärden inte ökar över tid⁵¹. Fortsatta lokala utredningar behövs för att kartlägga var risken för kraftig markerosion, ras och slamströmmar är störst inom riskområden tillsammans med en analys av hur den kunskapen ska användas i det praktiska bruket. Utvecklad teknik för vägbyggnad och terrängkörning kan bidra till att motverka riskerna.

Resultaten indikerar att behovet av säkert markutnyttjande och lokalisering av byggnader och anläggningar för ekonomisk verksamhet blir allt viktigare. Befintliga anläggningar och byggnader kan behöva uppgraderas eller skyddas för att motstå framtida klimateffekter under sin resterande livslängd.

4.3.4 Kulturarv

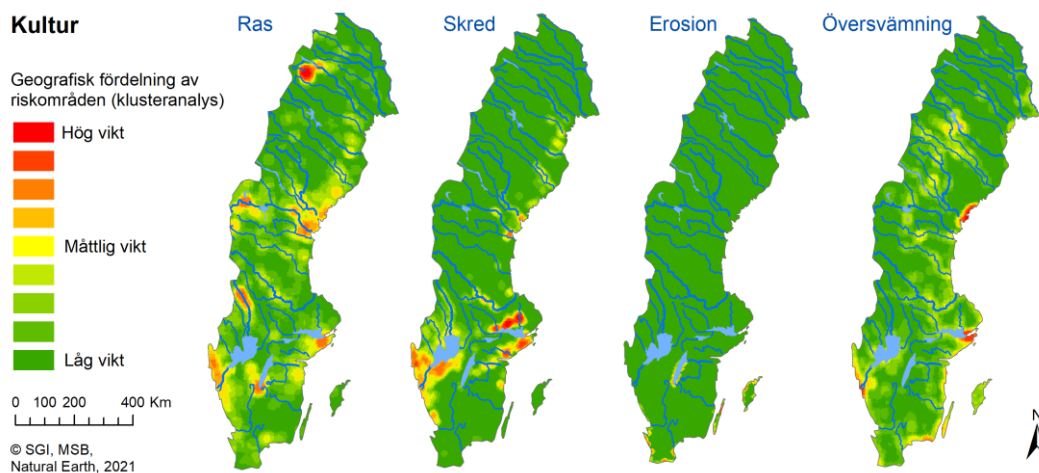
Kulturarvet berättar om gångna tiders levnadssätt och är en betydelsefull del av det svenska landskapet. Det är en stor mängd kulturhistoriskt värdefull bebyggelse och omfattande arealer kulturlandskap som på olika sätt är skyddade och utpekade av kulturmiljövården som kan påverkas av ras, skred, erosion eller översvämning. Figur 30 visar riskområden för kulturarvet där signifikant fler värden jämfört med andra områden i Sverige där det finns förutsättningar för påverkan av ras, skred, erosion eller översvämning. Många av de skyddade objekten är unika och kräver särskild hänsyn och i många fall individuella lösningar för att värdena ska kunna bibehållas⁵².

Det finns ofta anläggningar för friluftsliv eller annan infrastruktur som är uppbyggd kring kulturarvet som också kan påverkas. Det betyder att det dessutom kommer krävas utökat underhåll av till exempel leder och spångar för att garantera tillgängligheten och säkerheten för besökare till olika kulturarv i ett förändrat klimat. Den stigande havsnivån med markförlust som följd kommer även medföra en permanent förlust av kulturarv i kustområden om inte förebyggande åtgärder vidtas. Det finns därför ett tydligt behov av att fortsätta arbetet som bland andra Riksantikvarieämbetet bedriver med att identifiera vad som är i fara och göra bedömningar samt prioriteringar mellan olika kulturarv och mellan åtgärder. Det finns anledning att förstärka arbetet med förebyggande åtgärder så att fler värden kan skyddas.

⁵⁰ Skogsstyrelsen 2021: [Anläggning av vägar](#)

⁵¹ Skogsstyrelsen 2020: Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23.

⁵² Riksantikvarieämbetet 2014: Klimat- och miljöeffekters påverkan på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse, delrapport 2. Vilken påverkan får klimatförändringarna?



Figur 32 Geografiska områden där det finns signifikant fler värden för kulturarvet än i andra områden i Sverige med förutsättningar för ras, skred, erosion respektive översvämning (kust och vattendrag). Notera att resultaten är relativa per respektive hot (ras, skred, erosion och översvämning) och att graden av risk inte kan jämföras mellan hoten.

Det är åtta verksamheter som analyserats inom kategorien *kulturarv* för att få en uppfattning om hur ras, skred, erosion och översvämning kan påverka det svenska kulturarvet. De verksamheter som ingått i analysen för att indikera riskerna är världsarv, kulturresevat, byggnadsminnen, statliga byggnadsminnen, riksarkiv, fornminnen, kyrkor och museer.

Underlagen om värdefulla kulturobjekt är tydligt präglade av var inventeringar gjorts. Det ger en viss förskjutning i resultaten till områden där exploatering skett. Det stora antalet fornminnen särskilt i vissa delar av Sverige har också fått genomslag i resultaten. Riskområden för kulturarv som framträder längs Norrlandskusten men även i de inre delarna av Norrland längs älvarna (Figur 32) utgörs till exempel av en hög koncentration av fornminnen. Områden vid Mälaren men också till exempel Lapponia i Lappland och Höga Kusten, är starkt framträdande bland annat med anledning av flera av våra världsarv.

Med förändrat klimat kommer många av våra skyddade byggnader sannolikt att utsättas för mer påfrestande, yttre påverkan, som på sikt kan skada och negativt påverka de värden som en gång skyddades. Även åtgärder och anpassningar, utifrån klimatförändringarna, som inte görs på rätt sätt ur ett kulturhistoriskt perspektiv, hotar att skada bebyggelsen. Värden som förstörs är oftast oåterkalleligt försvunna. Att ha en god vetskap om var den skyddade bebyggelsen ligger och vilka förutsättningar som råder på platsen är av central betydelse i det fortsatta åtgärdsarbetet.

Skador på kulturarvet kan ha snabba eller långsamma förlopp. Översvämningar och jordskred ger ofta skador som är tydliga och plötsliga. De långsamma förloppen, som kan komma av exempelvis ökad fuktbelastning under lång tid genom återkommande översvämningar eller ökad markfuktighet, kan vara svårare att identifiera och kan kräva systematisk övervakning för att upptäcka och analysera. Många äldre byggnader är robusta mot skador som kan uppstå vid översvämning, eftersom de har byggts med mer beständiga material som bättre står emot och har lättare att återhämta sig efter en

översvämning. Oftast är det istället ytskikt och inventarier som tar skada samt sentida installationer och tillägg. Skulle däremot vatten dröja sig kvar kan det leda till stora skador, bland annat röta. Även sättningsskador som följd av skred eller sekundära effekter av översvämningar förväntas bli vanligare i ett förändrat klima^{53t}.

Riksantikvarieämbetet har fördjupad information om hur risken för förlust av kulturvärden kan minimeras och för att tillvarata kulturarvet i samhällsplaneringen⁵⁴.

4.4 Risker för samhällsviktig verksamhet

Samhället måste fungera även vid samhällsstörningar, det vill säga vid olyckor, kriser eller krig. För att kunna upprätthålla samhällets funktionalitet oavsett störning är vissa verksamheter viktigare än andra, de är samhällsviktiga.

Med samhällsviktig verksamhet avses verksamhet, tjänst eller infrastruktur som upprätthåller eller säkerställer samhällsfunktioner som är nödvändiga för samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet.

I uppdraget har förekomsten av ett antal samhällsviktiga verksamheter inom hotade områden undersökts. Vad som anses som samhällsviktig verksamhet kan variera för kommunal och regional nivå. De samhällsviktiga verksamheterna som analyserats i detta uppdrag finns inom sektorerna energiförsörjning, transporter, kommunalteknisk försörjning, hälso- och sjukvård, samt skydd och säkerhet.

För att undersöka om en verksamhet kommer att påverkas vid en översvämning, eller om förutsättningarna för ras, skred och erosion kan påverka verksamheten behöver en lokal utredning göras. Det har inte kunnat genomföras inom uppdraget. Resultatet ger ändå en indikation på hur många verksamheter som skulle kunna påverkas i Sverige och där mer detaljerade undersökningar behöver genomföras.

I analysen undersöks endast om verksamheterna fysiskt ligger inom ett område med risk för ras, skred, erosion och översvämning. Det ingår inte en bedömning av eventuella beroenden en verksamhet kan ha av andra verksamheter. Det vill säga att verksamheten kan ligga utanför ett riskområde men anläggningens elförsörjning ligger inom det hotade området. Utredningar av risker för ras, skred, erosion och översvämning för samhällsviktiga verksamheter behöver alltid genomföras på lokal nivå.

4.4.1 Energiförsörjning

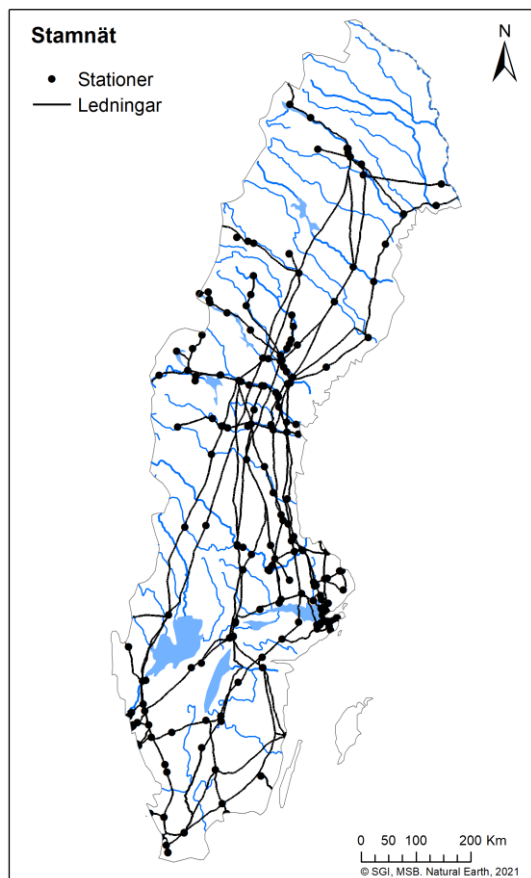
Mer än 85 procent av avbrotten i elförsörjningen beror idag på väderrelaterade händelser⁵⁵. Störningar i energiförsörjningen kan ge långtgående effekter i samhället. Genom klimatförändringen kommer det svenska energisystemet att utsättas för större påfrestningar i form av väder- och klimatpåverkan. I delar av landet och på nya platser där hotet inte funnits tidigare. Det förändrade normalläget leder också till ett ökat slitage

⁵³ Riksantikvarieämbetet 2014: Klimat- och miljöeffekters påverkan på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. Delrapport 4. Långsamma skadeförlopp – god förvaltning för att förebygga fukt- och andra klimatrelaterade skador i byggnader.

⁵⁴ Riksantikvarieämbetet 2021: [Riskhantering och katastrofberedskap](#)

⁵⁵ Energimarknadsinspektionen 2018, Tillsyn avseende leveranssäkerheten i elnäten. Ei R2018:09

på produktionsanläggningar och energinfrastruktur, och det påverkar och förändrar förutsättningarna för tillförsel och användning av energi.⁵⁶



Inom sektorn energiförsörjning har vattenkraftverk, transformatorstationer, byggnader i distributionsnätet för gas, värme, elektricitet eller vatten (distributionsbyggnader), dammar och värmeverk ingått i analysen i detta uppdrag.

Att transformatorstationer och distributionsbyggnader för elektricitet fungerar är ofta en förutsättning för att samhällsviktiga verksamheter ska kunna fungera. Om exempelvis en mindre transformator-station slås ut, kan det medverka till att flera andra samhällsviktiga funktioner påverkas.

Det finns elnätstationer i lokalnät och regionnät som ligger i utsatt läge vid åar och sjöar. Lokalt och regionalt kan höga flöden och översvämmade stationer medföra besvärliga elavbrott.

Figur 33 Det svenska transmissionsnätet för el består av cirka 17 000 km kraftledningar, drygt 200 transformator- och kopplingsstationer samt utlandsförbindelser med både växel- och likström. Källa Svenska Kraftnät, 2021.

Totalt sett är det troligen inte något stort problem, framför allt inte på de högre systemnivåerna. I olyckliga fall kan konsekvenserna bli svåra, om flera händelser sammanfaller med varandra. Varje bortfall av anläggning försvagar elnätets robusthet mot ytterligare händelser.⁵⁷

Ett driftstopp i ett värmeverk eller vattenkraftverk kan även det påverka ett stort antal personer.

En vattenkraftdamm som dämmer upp en stor vattenvolym högt upp i en älv, kan vid ett haveri förorsaka stora översvämningar som sträcker sig längs hela vattendraget ned till havet. Högt upp i de stora kraftverksälvarna finns totalt ca 25 dammanläggningar som skulle kunna förorsaka särskilt stora konsekvenser, med dominobrott och förstörelse längs en stor del av en älvdal. Ett dammhaveri i en sådan damm skulle förorsaka omfattande översvämningar och skador på exempelvis bebyggelse, vattenkraftstationer, vägar, kraftledningar, ställverk, telenät och påverkan på natur och ekosystem längs hela

⁵⁶ Energimyndigheten 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

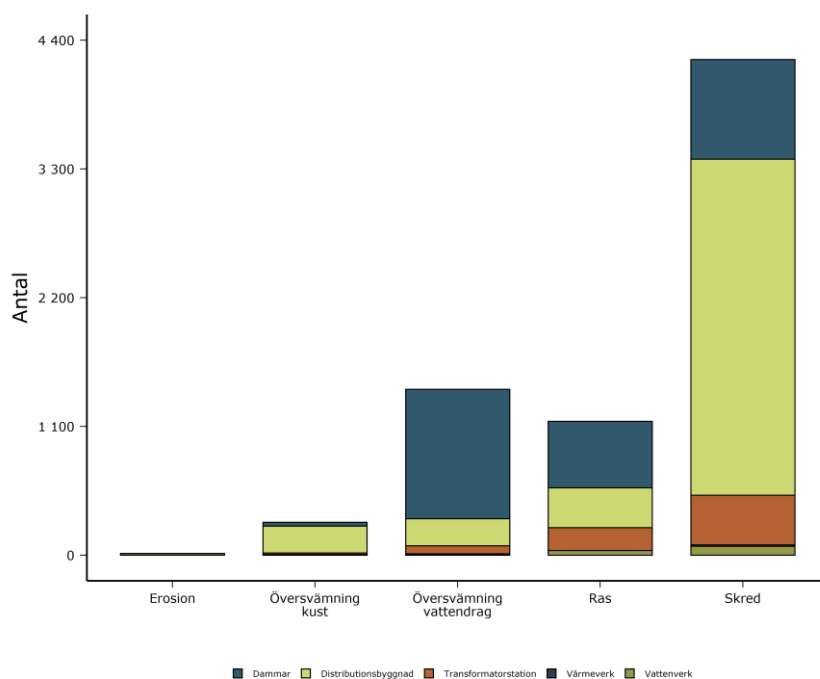
⁵⁷ Energimyndigheten 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

älvsträckan ned till kusten. Det skulle kunna medföra allvarliga störningar bland annat i stamnätets funktion och i annan samhällsviktig verksamhet.⁵⁸

Ledningsburna system är utsatta för en stor risk i samband med ras, skred och översvämningar. Ledningar dras långa sträckor, även genom områden där marken har sämre bärighet, för att nå fram till anläggningar och bebyggelse. Ledningsdragningar har inte analyserats i detta uppdrag.

Analysen visar att en hög andel verksamheter inom energiförsörjning ligger inom område med jordarter med förutsättningar för ras- och skred. Det behöver dock inte innebära att det faktiskt finns en risk att ett ras eller skred kan ske vid byggnaderna. Ras- och skredkänsligheten kan behöva undersökas ytterligare.

Verksamheter inom områden med risk för översvämning har analyserats för ett 100-årsflöde. Att en verksamhet ligger inom detta område visar att en möjlighet till påverkan på verksamheten kan finnas. Även här bör närmare studier göras för att verifiera påverkan.



Figur 34 Totalt antal verksamheter inom området energiförsörjning (vattenkraftverk transformatorstationer, distributionsbyggnader, dammar och värmeverk) inom hotade områden. Antalet verksamheter inom område med risk för översvämning gäller för 100-årsflödet/100-årsnivån.

4.4.2 Transporter

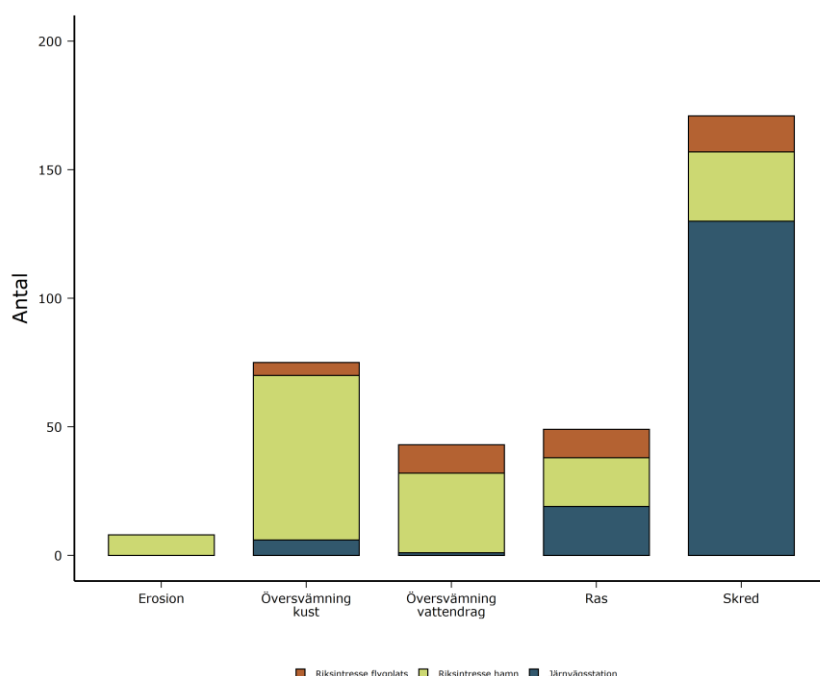
Transportsystemets avvattningsystem, bestående av trummor, brunnar, diken och dräneringsledningar påverkas av ökade nederbördsmängder och ökade flöden. Risker ökar för erosion, bortspolning, översvämningar, ras och skred. Vid slamströmmar kan broar och trummors genomströmningsarea sättas igen vilket kan leda till att hela

⁵⁸ Affärsverket svenska kraftnät 2018. Sammanfattning Risk och sårbarhetsanalys för år 2018.

vägbanken eller banvallen spolats bort. Särskilt sårbara delar på vägar och järnvägar är broar och trummor under höga väg- och järnvägsbankar. En skada på en sådan anläggning, till exempel bortspolning av banvallen på grund av ett skyfall, kan leda till mycket stora störningar i trafiken och avsevärda reparationskostnader.⁵⁹

Inom sektorn transporter har riksintresse flygplats, riksintresse hamn, riksintresse järnvägsstation, riksintresse järnväg och riksintresse väg⁶⁰ ingått i analysen inom uppdraget. Även andra samhällsviktiga verksamheter är i många fall beroende av transportinfrastrukturen för att kunna fungera.

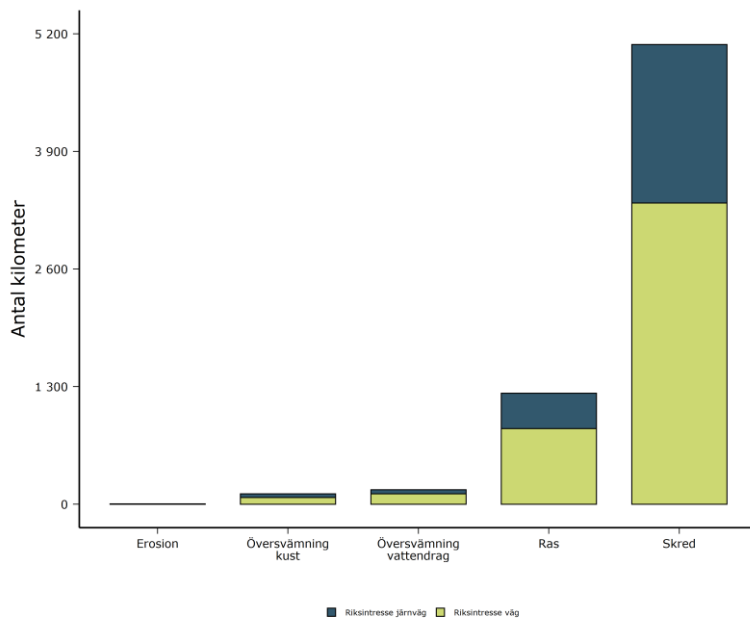
En hög andel järnvägsstationer ligger inom område med finkorniga jordarter med förutsättningar för skred. Det behöver dock inte innebära att det faktiskt finns en risk att ett skred kan ske vid dessa byggnader. Järnvägsstationer byggs på plan mark och då minskar skredrisken betydligt. Skredkänsligheten kan dock behöva undersökas ytterligare.



Figur 35 Antal järnvägsstationer, flygplatser och hamnar inom hotade områden. Antalet verksamheter inom område med risk för översvämnning gäller för 100-årsflödet/100-årsnivån.

⁵⁹ Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete. Trafikverket. Publikationsnummer 2018:195.

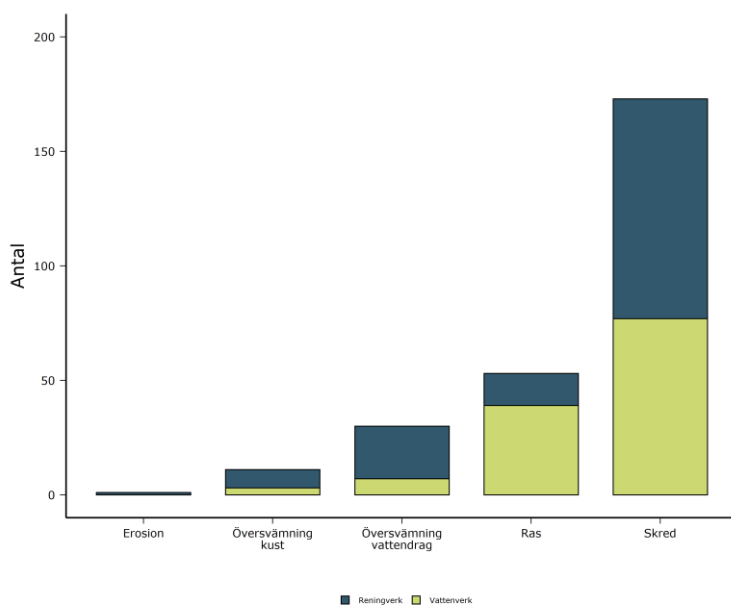
⁶⁰ <https://riksintressenkartor.trafikverket.se/>



Figur 36 Totalt antal km riksintresse väg och järnväg inom hotade områden. Antalet verksamheter inom område med risk för översvämning gäller för 100-årsflödet/100-årsnivån.

4.4.3 Kommunalteknisk försörjning

Inom sektorn kommunalteknisk försörjning har vattenverk och reningsverk analyserats. I de fall ett avloppsreningsverk slås ut vid en översvämning kan avloppsvattnet brädda, det vill säga gå ut orenat, till en sjö eller vattendrag. En hög andel reningsverk ligger inom område med finkorniga jordarter med förutsättningar för skred. Det behöver dock inte innebära att det faktiskt finns en risk att ett skred kan ske vid byggnaderna. Skredkänsligheten kan behöva undersökas ytterligare för att kunna säga något om risken.

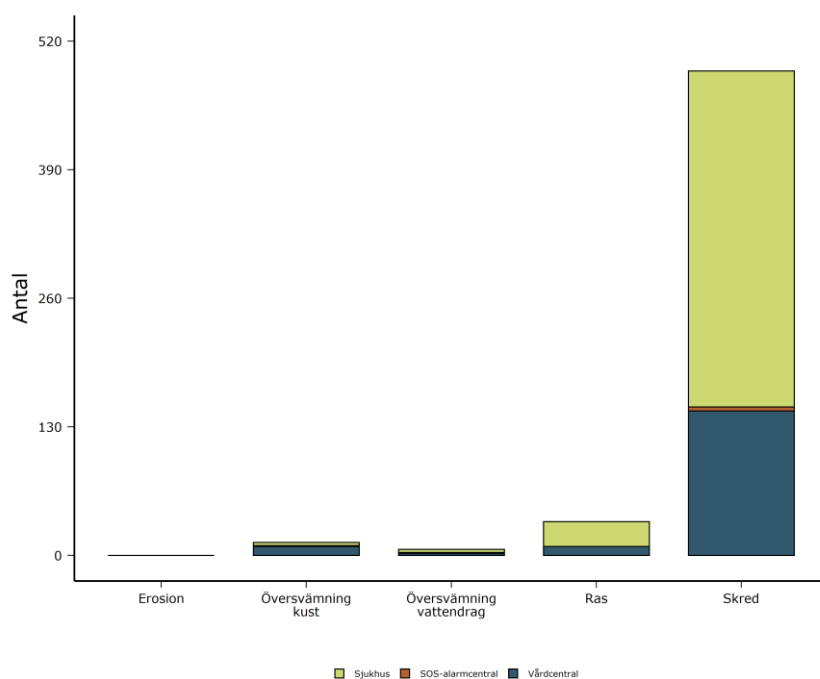


Figur 37 Totalt antal vattenverk och reningsverk inom hotade områden. Antalet verksamheter inom område med risk för översvämning gäller för 100-årsflödet/100-årsnivån.

4.4.4 Hälso- och sjukvård

Inom sektorn hälso- och sjukvård har sjukhus och vårdcentraler analyserats. En hög andel vårdcentraler ligger inom område med finkorniga jordarter med förutsättningar för skred. Det behöver dock inte innebära att det faktiskt finns en risk att ett skred kan ske vid byggnaderna. Skredkänsligheten kan behöva undersökas ytterligare.

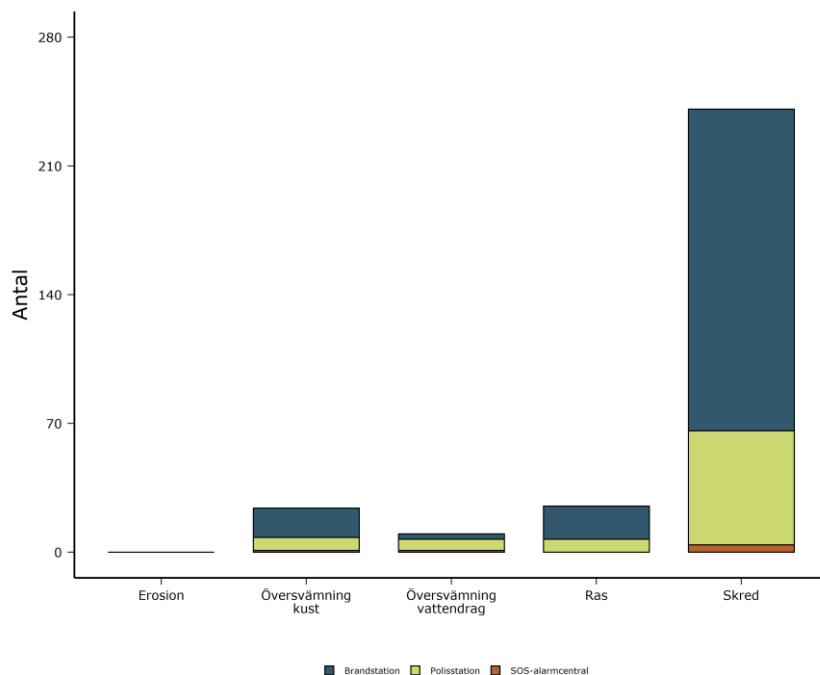
Verksamheter inom områden med risk för översvämning har analyserats för ett 100-årsflöde. Att en verksamhet ligger inom detta område visar att en möjlighet till påverkan på verksamheten kan finnas. Även här bör närmare studier göras för att verifiera påverkan, exempelvis om tillfartsvägar eller känslig verksamhet i byggnaderna riskerar att skadas.



Figur 38 Totalt antal sjukhusbyggnader och vårdcentraler inom hotade områden. Antalet verksamheter inom område med risk för översvämning gäller för 100-årsflödet/100-årsnivån.

4.4.5 Skydd och säkerhet

Inom sektorn skydd och säkerhet har brandstationer, polisstationer och SOS-alarcentraler analyserats. En hög andel brandstationer ligger inom område med finkorniga jordarter med förutsättningar för skred. Det behöver dock inte innebära att det faktiskt finns en risk att ett skred kan ske vid byggnaderna. Skredkänsligheten kan behöva undersökas ytterligare. Vid risk för översvämning i anslutning till en brandstation eller polisstation bör framförallt tillgängligheten till och från anläggningarna undersökas.



Figur 39 Totalt antal brandstationer och polisstationer inom hotade områden. Summan gäller antal byggnader. En brandstation/polisstation kan bestå av flera byggnader. Antalet verksamheter inom område med risk för översvämning gäller för 100-årsflödet/100-årsnivån.

4.5 Risker regionalt och lokalt

I uppdraget har en bedömning av risken för ras, skred, erosion och översvämning gjorts per kommun och län. Analyserna har gjorts utifrån beskrivningen i kapitel 3.

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 vardera naturhändelse. Högre poäng motsvarar en högre andel skyddsvärda verksamheter inom kommunen.

Förekomsten av sårbara verksamheter inom hela kommunens yta har analyserats. Som jämförelse kan nämnas att inom arbetet med förordningen (2009:956) om översvämningssrisker, analyseras enbart sårbara verksamheter inom tätorterna.

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 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 Sverige och där mer detaljerade undersökningar behöver genomföras.

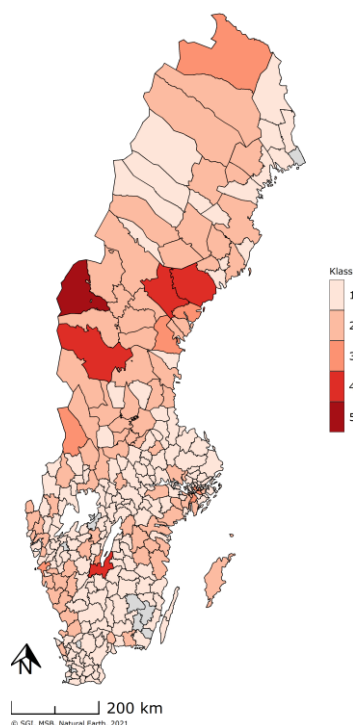
4.5.1 Ras

Västra Götalands, Stockholms och Dalarnas län är de områden där flest andel verksamheter finns inom område med förutsättningar för ras (grovkorniga jordarter).

De kommuner som har flest andel verksamheter är Åre, Örnsköldsvik och Jönköping.

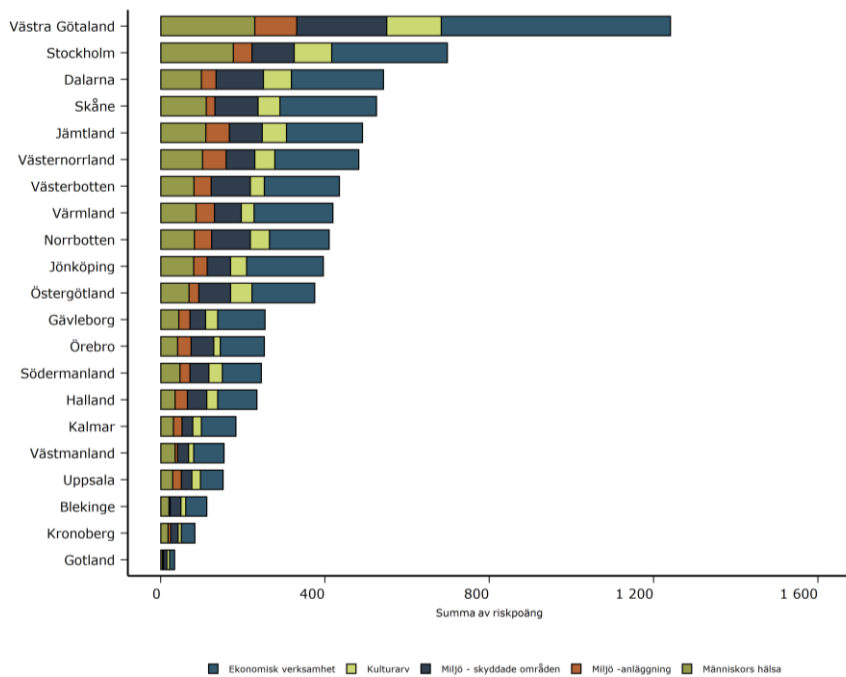
Jönköpings kommun har flest antal boende och anställda inom område med förutsättningar för ras. Åre kommun har flest antal byggnader inom område med förutsättningar för ras.

Åre och Jönköping framträder även i klusteranalysen som ligger till grund för identifieringen av de nationella riskområdena. I de kommuner som framträder i kartan bör man vara särskilt uppmärksam på riskerna för ras.

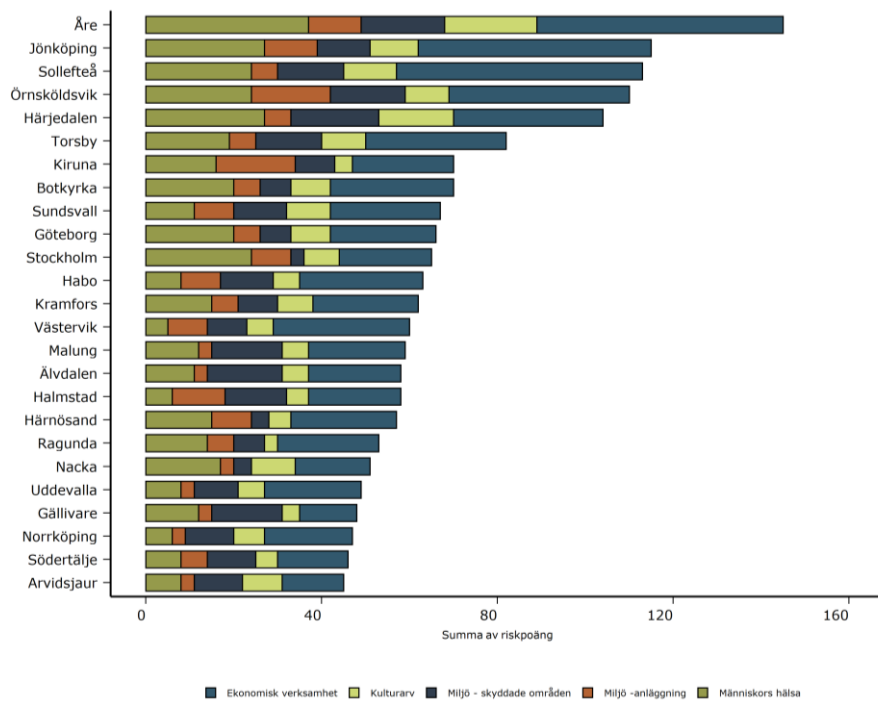


Figur 40 Fördelning av poäng per kommun inom område med förutsättningar för ras.

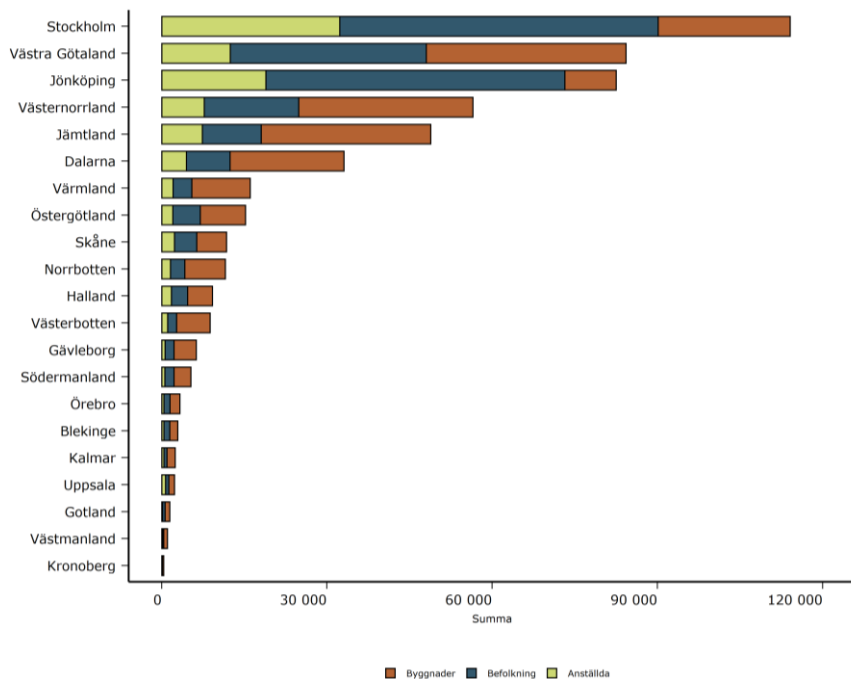
Totala antalet byggnader i Sverige belägna inom ett område med förutsättningar för ras är ca 209 000. Motsvarande antal boende i områden med förutsättningar för ras är omkring 211 000 och antalet anställda är cirka 97 000. Här ska man dock ha i beaktande att grundkartan endast visar på förutsättningar för ras. För att bedöma sannolikheten för att en verksamhet kommer påverkas behöver en kompletterande lokal utredning göras.



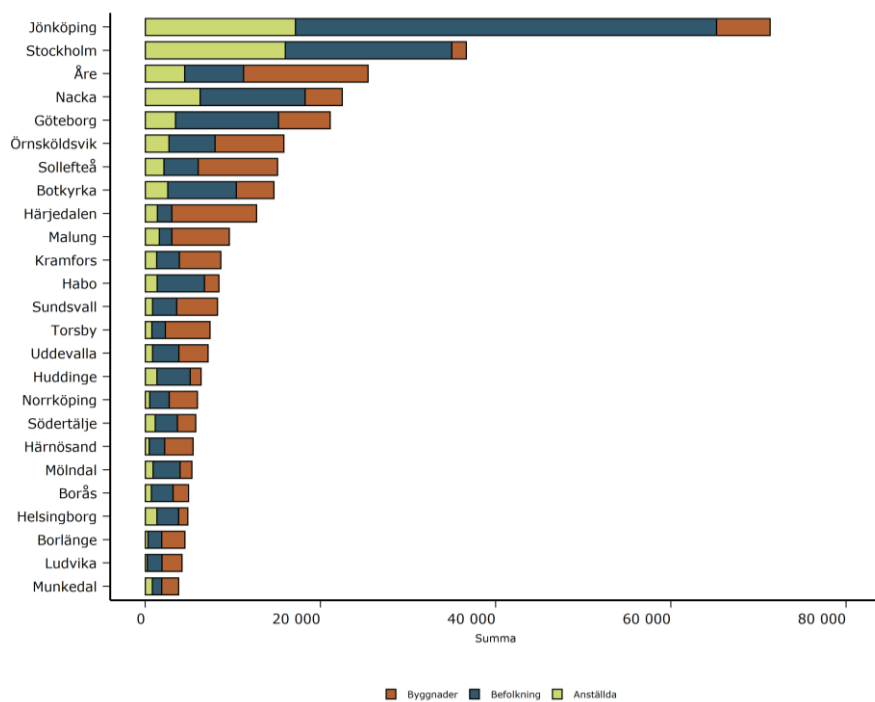
Figur 41 Total poäng per län inom område med förutsättningar för ras.



Figur 42 Total poäng per kommun inom område med förutsättningar för ras.



Figur 43 Antal boende, anställda och byggnader per län inom område med förutsättningar för ras.



Figur 44 Antal anställda, boende och byggnader per kommun inom område med förutsättningar för ras.

4.5.2 Skred

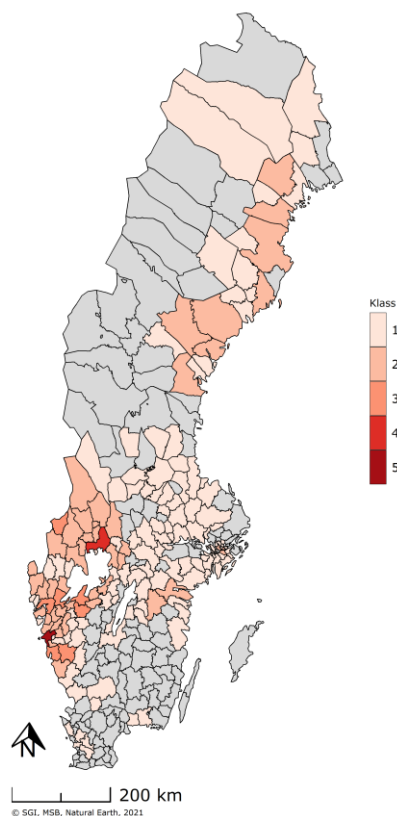
Västra Götalands och Värmlands län har högst andel verksamheter inom områden med förutsättningar för skred (finkorniga jordarter).

De kommuner som har högst andel verksamheter är Göteborg, Karlstad och Lidköping.

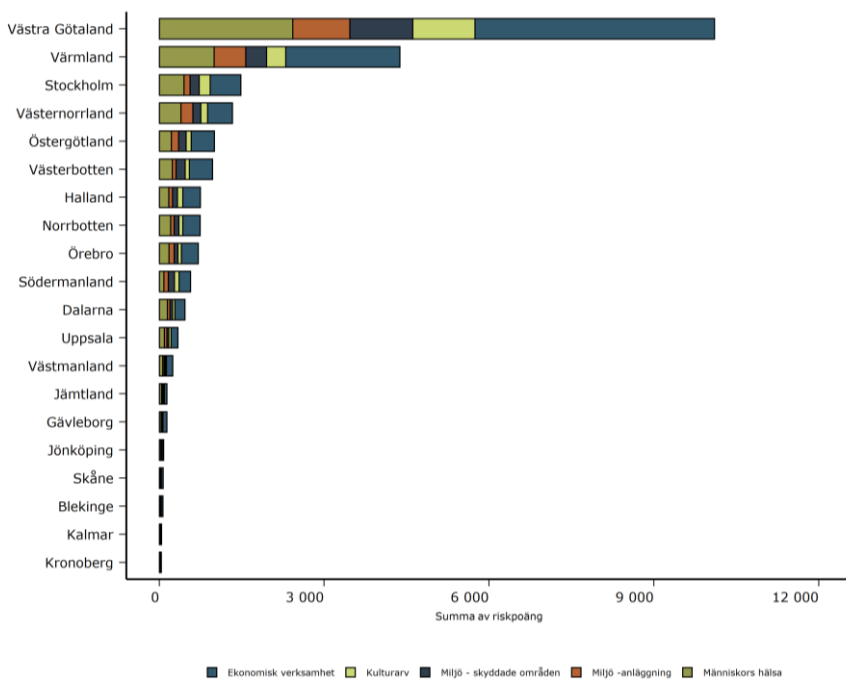
Stockholms har flest antal boende och anställda inom område med förutsättningar för skred. Göteborg har flest antal byggnader inom område med förutsättningar för skred.

Storstadsområdena dominerar denna bild, men man ska dock ha i åtanke att i tätorter har skredriskerna oftast beaktats när bebyggelsen har utvecklats.

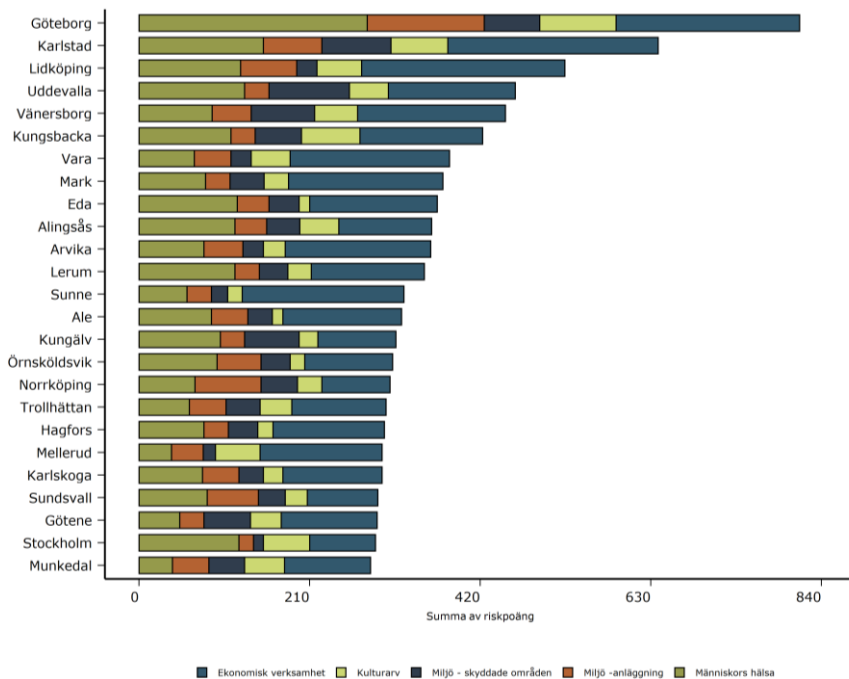
Totala antalet byggnader i Sverige som är byggda inom ett område med förutsättningar för skred är cirka 1,2 miljoner. Motsvarande antal boende är cirka 1,9 miljoner och antalet anställda är cirka 1,3 miljoner.



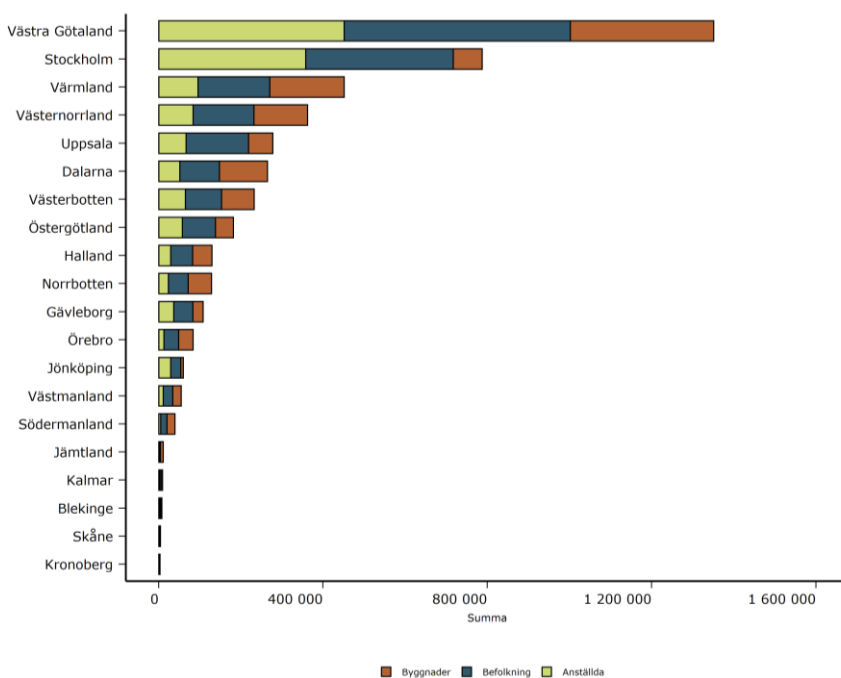
Figur 45 Fördelning av poäng per kommun inom område med förutsättningar för skred.



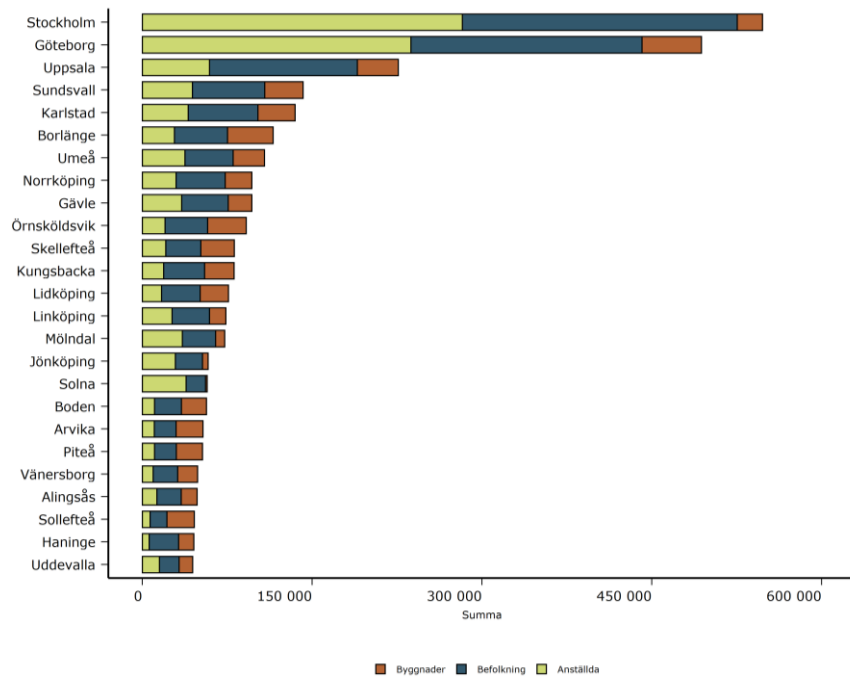
Figur 46 Total poäng per län inom område med förutsättningar för skred.



Figur 47 Total poäng per kommun inom område med förutsättningar för skred.



Figur 48 Antal boende, anställda och byggnader per län inom område med förutsättningar för skred.



Figur 49 Antal anställda, boende och byggnader per kommun inom område med förutsättningar för skred.

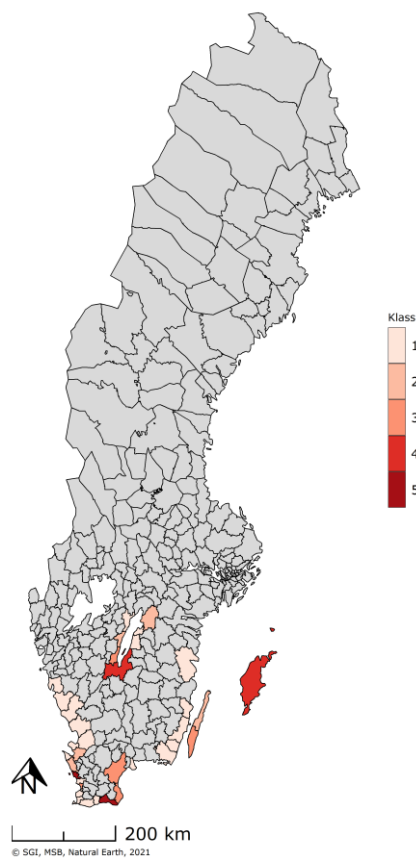
4.5.3 Erosion

Skåne, Jönköpings och Kalmar län har högst andel verksamheter inom område med förutsättningar för erosion.

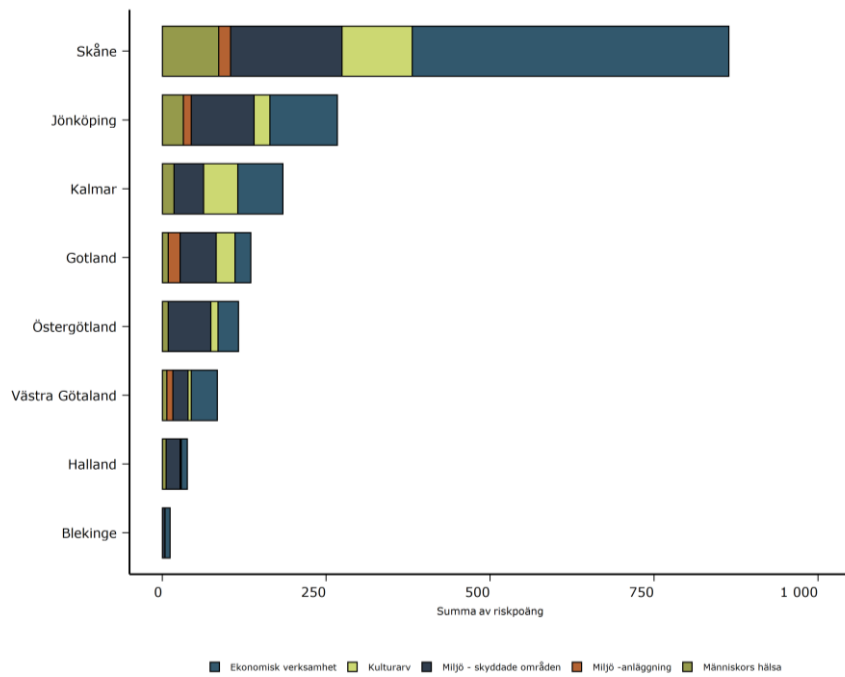
De kommuner som har högst andel verksamheter inom område med förutsättningar för erosion är Landskrona, Ystad och Jönköping.

Lomma kommun har flest antal boende inom område med förutsättningar för erosion. Ystad har flest antal anställda och Landskrona har flest antal byggnader inom område med förutsättningar för erosion.

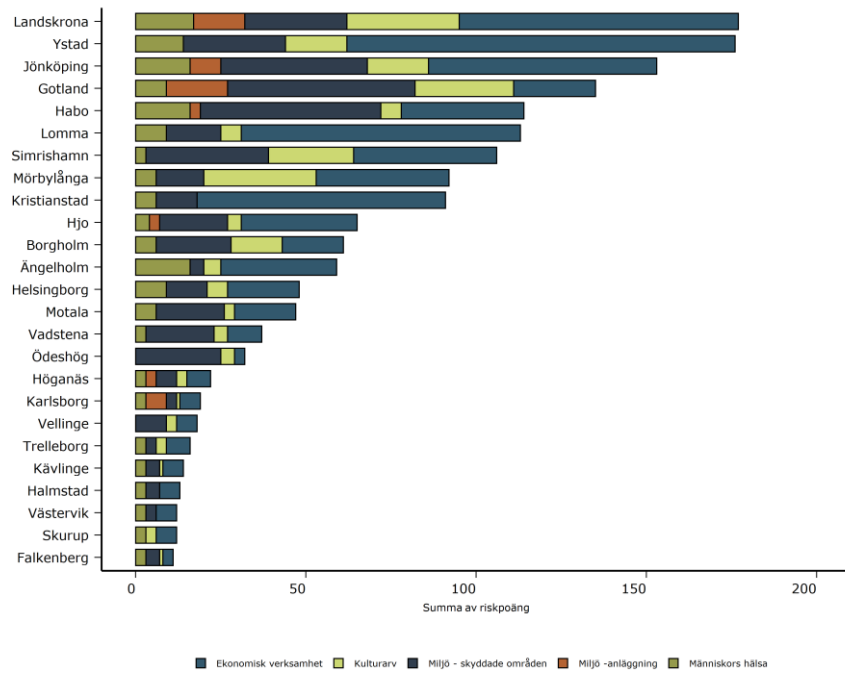
Totala antalet byggnader i Sverige som berörs av ett område med förutsättningar för erosion är ca 8 700. Antalet boende i Sverige inom område med förutsättningar för erosion är ca 2 500. Antalet anställda inom område med förutsättningar för erosion är ca 1 200.



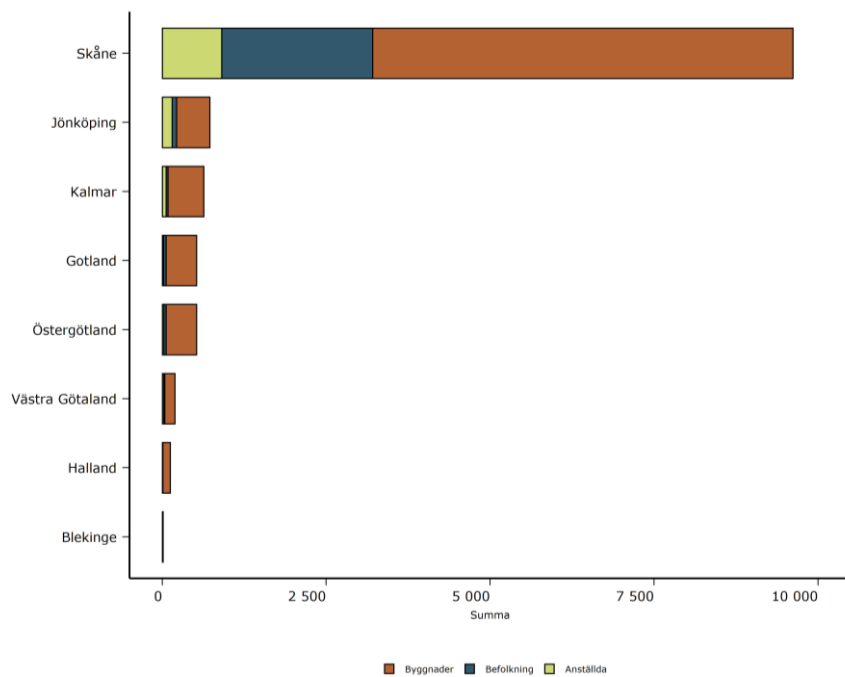
Figur 50 Fördelning av poäng per kommun inom område med förutsättningar för erosion.



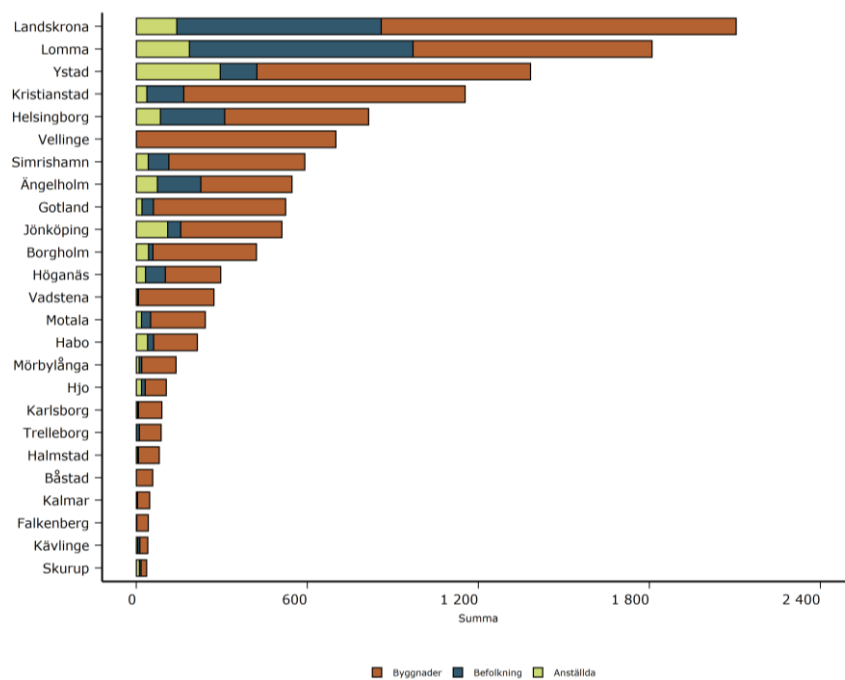
Figur 51 Total poäng per län inom område med förutsättningar för erosion.



Figur 52 Total poäng per kommun inom område med förutsättningar för erosion.



Figur 53 Antal anställda, boende och byggnader per län inom område med förutsättningar för erosion.



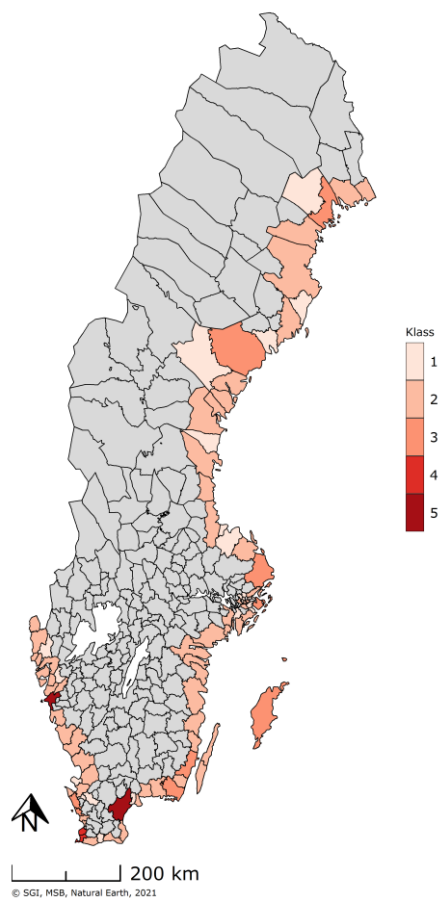
Figur 54 Antal anställda, boende och byggnader per kommun inom område med förutsättningar för erosion.

4.5.4 Översvämning vid kusten

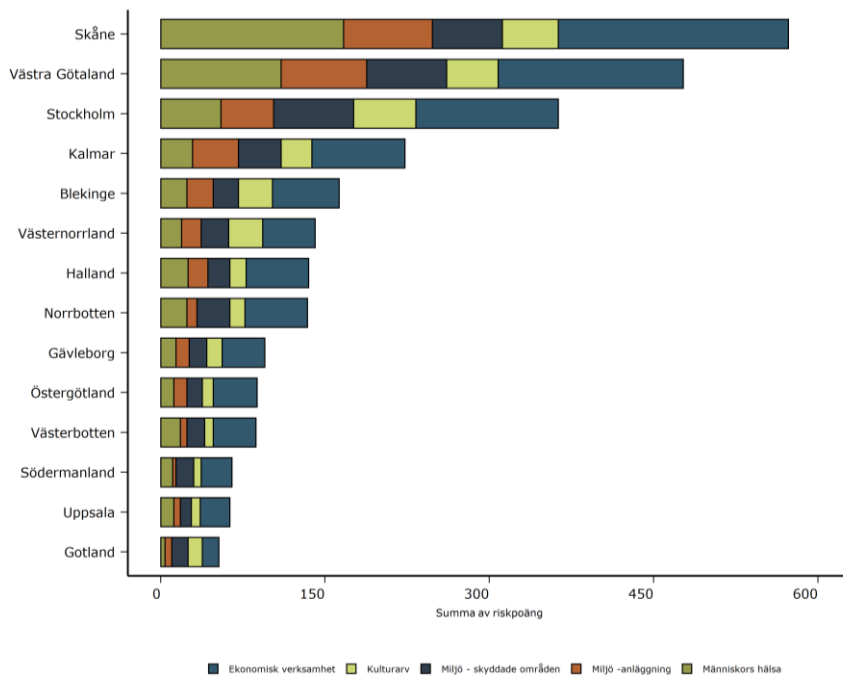
Skåne, Västra Götaland och Stockholms län är de län som har högst andel verksamheter inom område som kan påverkas vid en kustöversvämning (100-årsnivå, klimatanpassad nivå för slutet av seklet). De kommuner som påverkas mest av en kustöversvämning är Göteborg, Kristianstad och Malmö.

Kristianstads kommun har flest antal boende inom 100-årsnivån för kusten. Göteborg har flest antal anställda och Vellinge har flest antal byggnader inom 100-årsnivån för kustöversvämning.

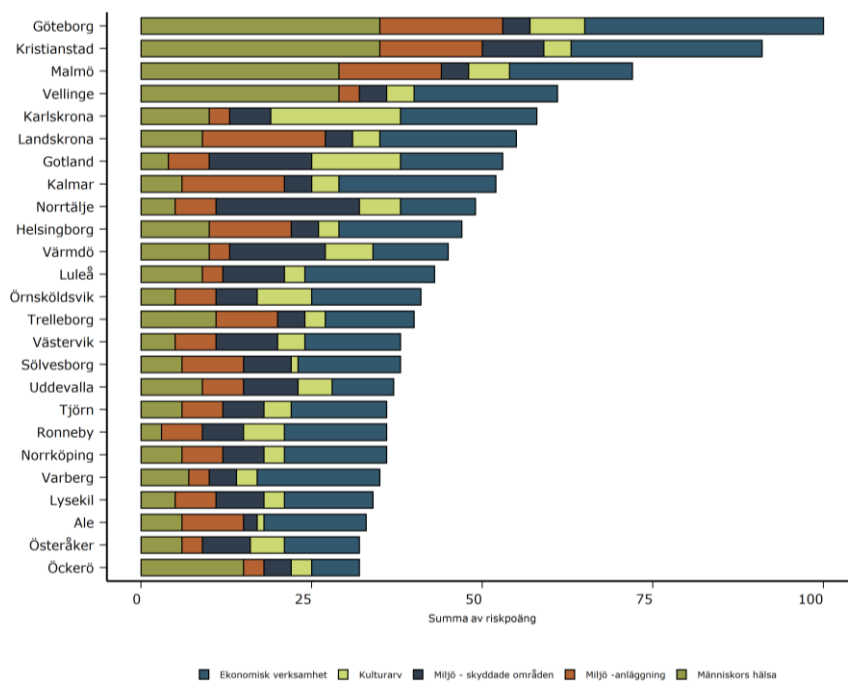
Totala antalet byggnader i Sverige som berörs av ett område med risk för kustöversvämning (100-årsnivån) är ca 122 000. Antalet boende i Sverige inom område med risk för kustöversvämning (100-årsnivån) är ca 57 000. Antalet anställda inom område med risk för kustöversvämning (100-årsnivån) är ca 63 000.



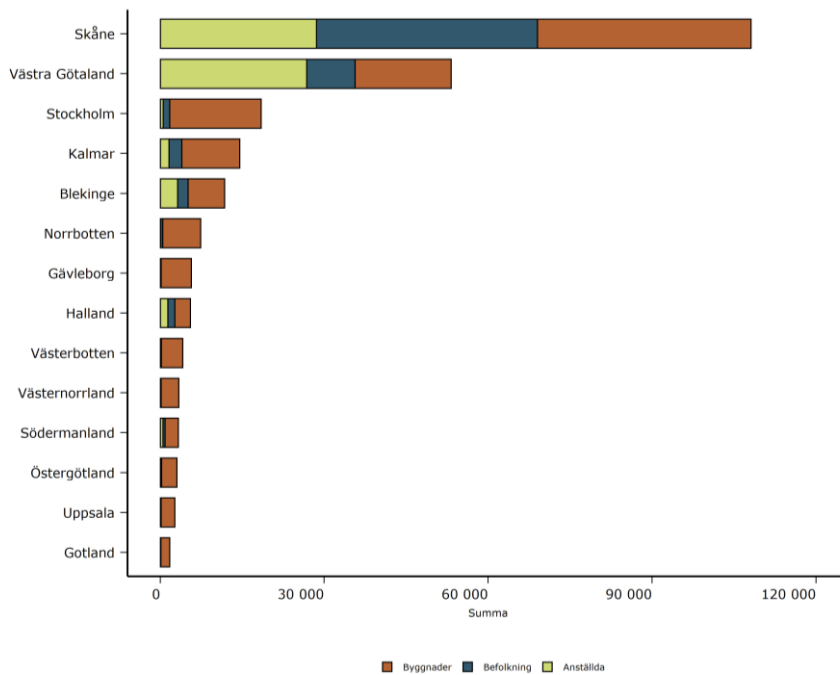
Figur 55 Fördelning av poäng per kommun inom 100-årsnivån för kustöversvämning.



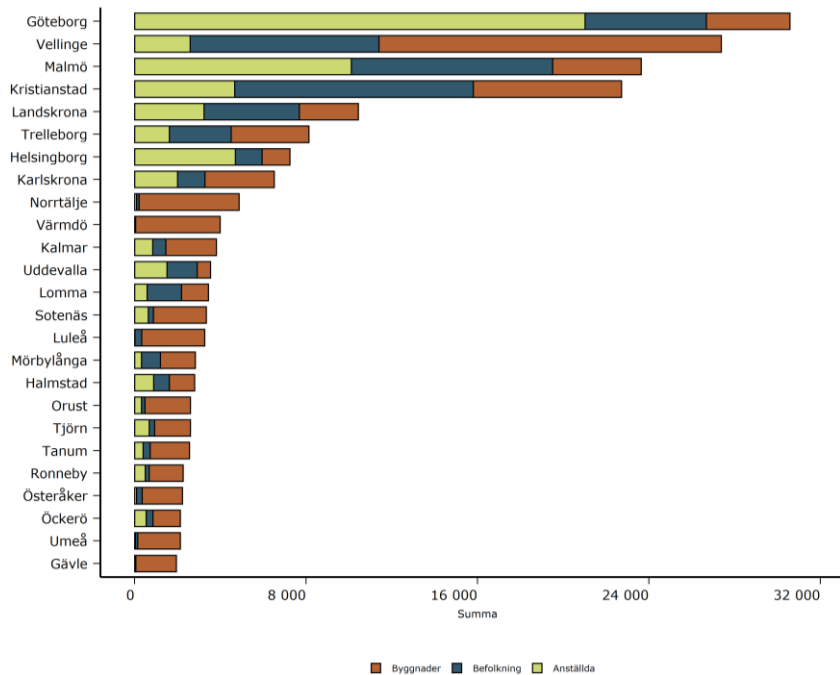
Figur 56 Total poäng per län inom 100-årsnivån för kustöversvämning.



Figur 57 Total poäng per kommun inom 100-årsnivån för kustöversvämning.



Figur 58 Antal anställda, boende och byggnader per län inom 100-årsnivån för kustöversvämning.



Figur 59 Antal anställda, boende och byggnader per kommun inom 100-årsnivån för kustöversvämning.

4.5.5 Översvämning vid sjöar och vattendrag

Översvämningens risker utmed sjöar och vattendrag har analyserats för två olika flöden, 100-årsflöde (klimatanpassat) respektive beräknat högsta flöde (dagens klimat).

Västra Götalands, Dalarnas och Skåne län har högst andel verksamheter inom område för ett 100-årsflöde vid sjö och vattendrag. De kommuner som påverkas mest av en översvämning utmed vattendrag vid ett 100-årsflöde är Kristianstad kommun, Göteborgs stad och Uppsala kommun.

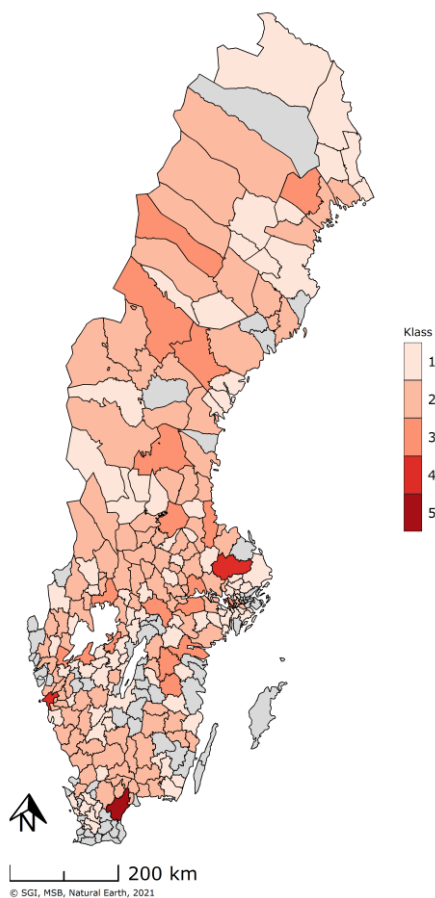
Örebro kommun har flest antal boende inom 100-årsflödet. Göteborgs stad har flest antal anställda och Karlstad kommun har flest antal byggnader inom 100-årsflödet.

Vid en jämförelse med hur ett beräknat högsta flöde påverkar en kommun så skiljer det sig relativt mycket jämfört med ett 100-årsflöde. Det beror framförallt på hur flackt ett område är.

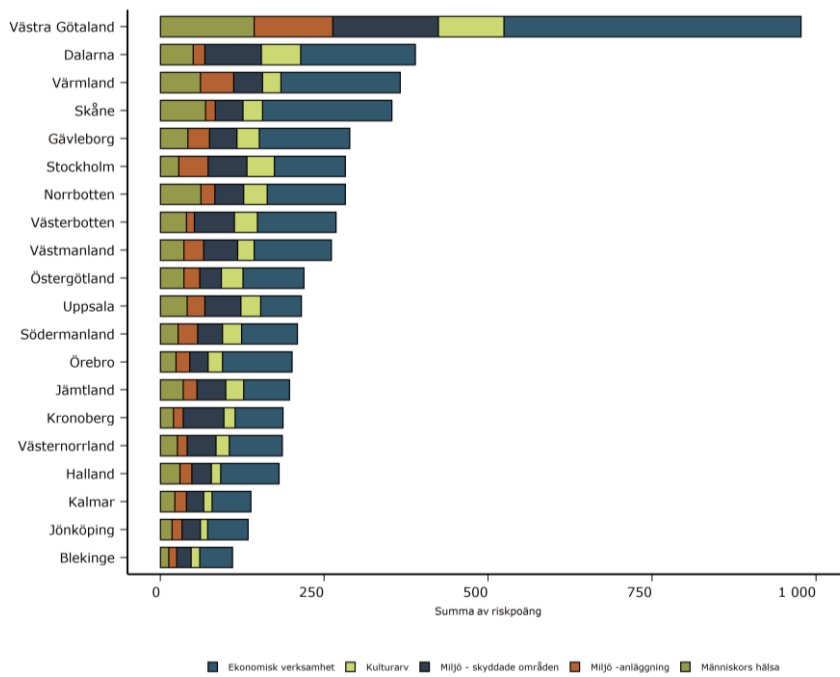
Inom beräknat högsta flöde är det Karlstad, Örebro och Linköpings kommuner som påverkas mest.

Totala antalet byggnader i Sverige som berörs av ett område med risk för översvämning (100-årsflöde) utmed vattendrag är ca 66 000. Antalet boende i Sverige inom område med risk för översvämning (100-årsflöde) utmed sjö och vattendrag är ca 26 000. Antalet anställda inom område med risk för översvämning (100-årsflöde) vid sjö och vattendrag är ca 47 000.

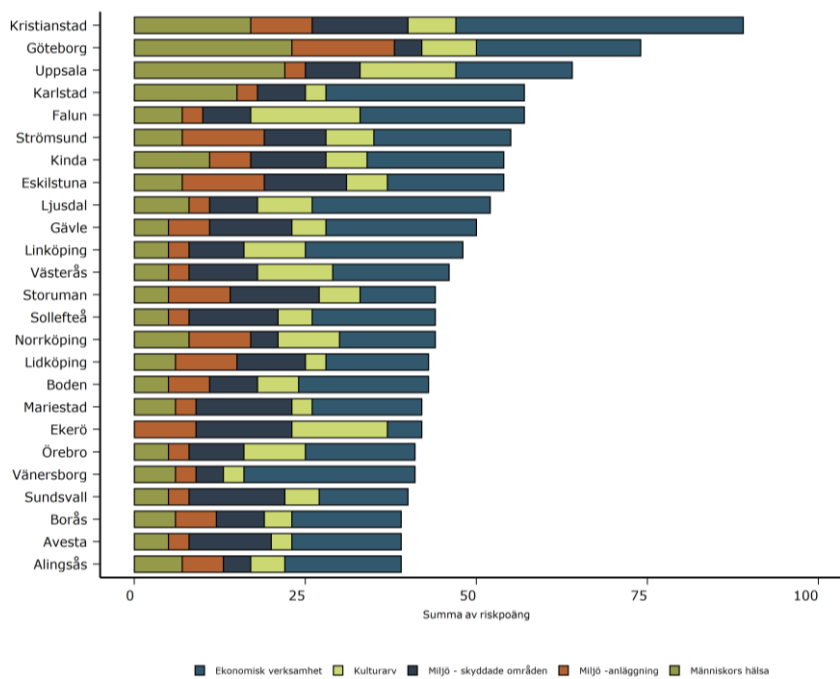
Totala antalet byggnader i Sverige som berörs av ett område med risk för översvämning (BHF) utmed sjö och vattendrag är ca 208 000. Antalet boende i Sverige inom område med risk för översvämning (BHF) utmed sjö och vattendrag är ca 188 000. Antalet anställda inom område med risk för översvämning (BHF) vid sjö och vattendrag är 220 000.



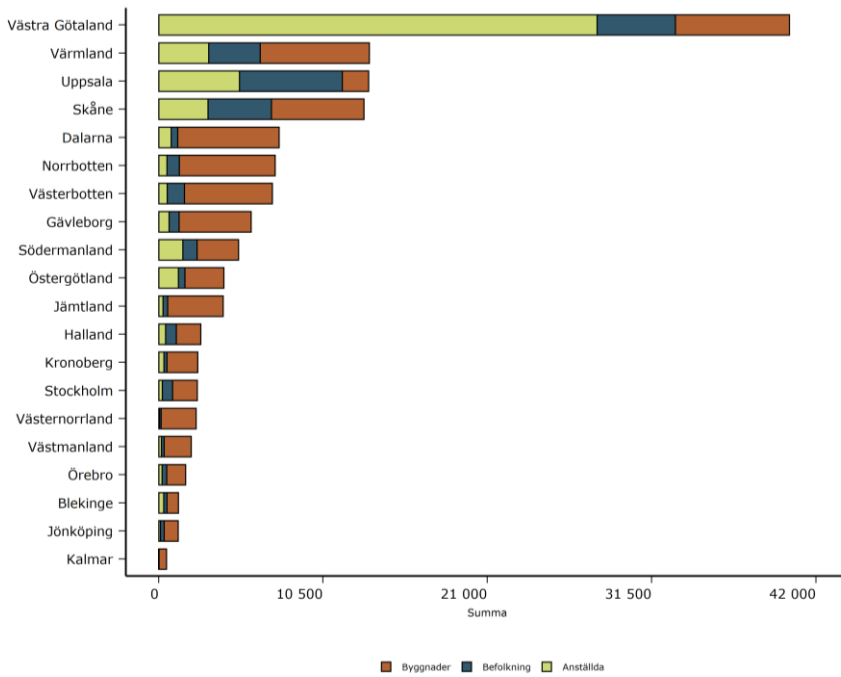
Figur 60 Fördelning av poäng per kommun inom 100-årsflöde för vattendrag.



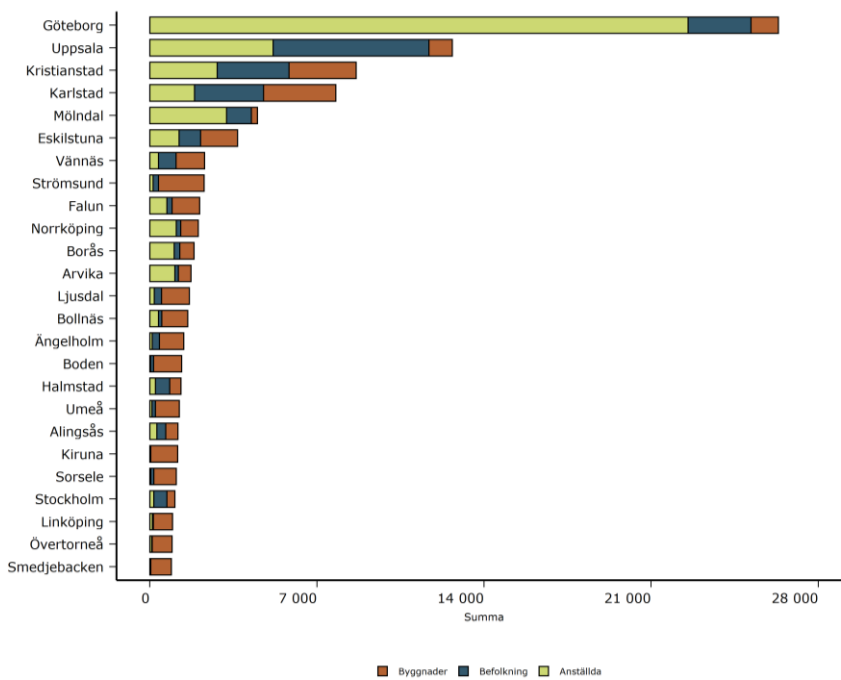
Figur 61 Total poäng per län inom 100-årsflöde för vattendrag och sjö.



Figur 62 Total poäng per kommun inom 100-årsflöde för vattendrag och sjö.



Figur 63 Antal boende, antal anställda och antal byggnader per län inom 100-årsflöde för vattendrag och sjö.



Figur 64 Antal boende, antal anställda och antal byggnader per kommun inom 100-årsflöde för vattendrag och sjö.

4.6 Risker med förorenade områden

En analys har gjorts av förekomsten av förorenade områden där det finns förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning.

Länsstyrelserna har mellan åren 1999 och 2015 på uppdrag av Naturvårdsverket inventerat potentiellt förorenade områden i Sverige och registrerat dem i länsstyrelsernas databas EBH-stödet⁶¹. Totalt sett har inventeringen resulterat i ca 85 000 registrerade objekt, som är misstänkt eller konstaterat förorenade områden. Att ett objekt är med i databasen behöver dock inte betyda att den är förorenad. Det anger endast att en bransch som kan ha gett upphov till föroreningar finns eller har funnits på fastigheten.

Länsstyrelserna har t.o.m. 2020 riskklassat 26 461 av dessa registrerade objekt.⁶² Många pågående verksamheter finns heller inte med i EBH-stödet, utan dessa finns enbart inlagda i kommunernas egna databaser. I EBH-stödet finns inte heller information från till exempel Trafikverkets eller försvarets förorenade områden.

Riskklassningen görs med MIFO-metodiken (metodik för inventering av förorenade områden), och ger en översiktlig bedömning av de risker för människors hälsa och miljö som det förorenade området kan innebära idag och i framtiden.⁶³

Det finns fyra olika riskklasser:

- riskklass 1, mycket stor risk,
- riskklass 2, stor risk,
- riskklass 3, måttlig risk och
- riskklass 4, liten risk.

Det är objekten i riskklass 1 och 2 som utgör den största risken, och som på olika sätt behöver åtgärdas för att preciseringen förorenade områden inom miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö ska kunna uppnås⁶⁴. Av de riskklassade objekten har 1 164 stycken tilldelats riskklass 1 och 7 965 stycken tilldelats riskklass 2⁶⁵.

Med hjälp av riskklassningen gör länsstyrelserna sedan en prioritering för hur områdena ska hanteras vidare. De objekt som prioriteras för att åtgärdas med hjälp av statligt bidrag är främst riskklass 1 och riskklass 2. Men även riskklass 3 tar vi in i vissa fall inom bidragshanteringen. Prioriteringslista över de mest prioriterade förorenade områdena i varje län finns publicerad på respektive länsstyrelses webbplats.

För de förorenade objekt som åtgärdas med hjälp av statligt bidrag (där ansvar saknas, enligt miljöbalkens kapitel 10) har Naturvårdsverket upprättat en nationell plan för avhjälpan av föroreningsskador. Planen utgör Naturvårdsverkets utgångspunkt vid den

⁶¹ Länsstyrelsens webbplats: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c>.

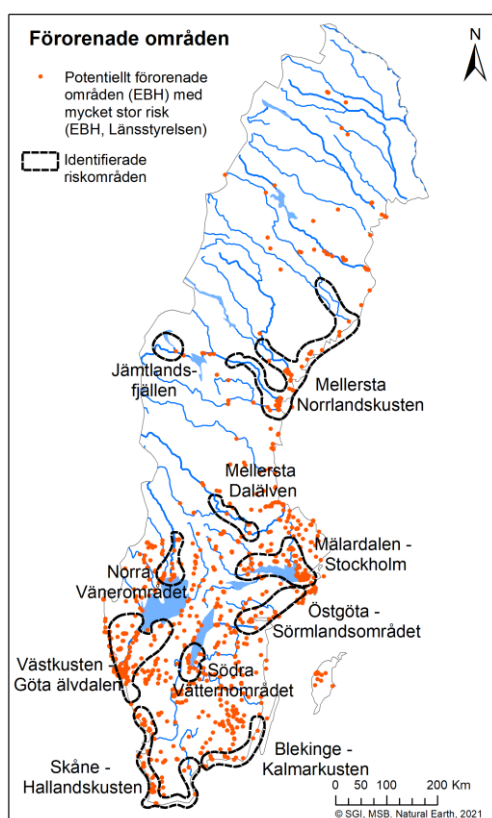
⁶² Senaste statistik ur Naturvårdsverkets årliga Lägesbeskrivning av arbetet med förorenade områden 2020: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Fororenade-omraden/Resultat/>

⁶³ Naturvårdsverkets webbplats: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Fororenade-omraden/Att-inventera-fororenade-omraden/>

⁶⁴ Förorenade områden är åtgärdade i så stor utsträckning att de inte utgör något hot mot människors hälsa eller miljö <https://sverigesmiljomal.se/miljomalen/giftfri-miljo/preciseringar-av-giftfri-miljo/>

⁶⁵ Senaste statistik ur Naturvårdsverkets årliga Lägesbeskrivning av arbetet med förorenade områden 2020: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Fororenade-omraden/Resultat/>

nationella prövningen av länsstyrelsernas ansökningar om bidrag från det statliga anslaget 1:4 ”Sanering och återställning av förorenade områden”. Planen anger prioriteringsordningen för prövning av ansökningar om bidrag för avhjälpan av förorenings-skador, så att statligt finansierade avhjälpanåtgärder genomförs vid de mest prioriterade förorenade områdena i landet. Som en vägledning inför beslut om bidrag finns i planen ett antal urvalskriterier. Ett av urvalskriterierna innebär att hänsyn tas för att minska de risker för förorenings-spridning som ett förändrat klimat kan leda till. Ett förändrat klimat med förändrade max- och minflöden i vattendrag, torka, extrema havsvattenstånd, frekventare och mer intensiva skyfall med en förhöjd risk för översvämning, ras, skred och erosion bidrar till en ökad föroreningsrisk på grund av en ökad spridning av sediment- eller markföroreningar framöver.⁶⁶



I det här uppdraget har antal förorenade områden inom riskklass 1 och 2 analyserats (överlagringsanalys, GIS) i förhållande till de områden i Sverige där förutsättningar finns för ras, skred, erosion och översvämning. Förorenade områden redovisas som punkter i EBH-stödet och i genomförd GIS-analys har en buffert på 50 meter lagts runt varje förorenat område.

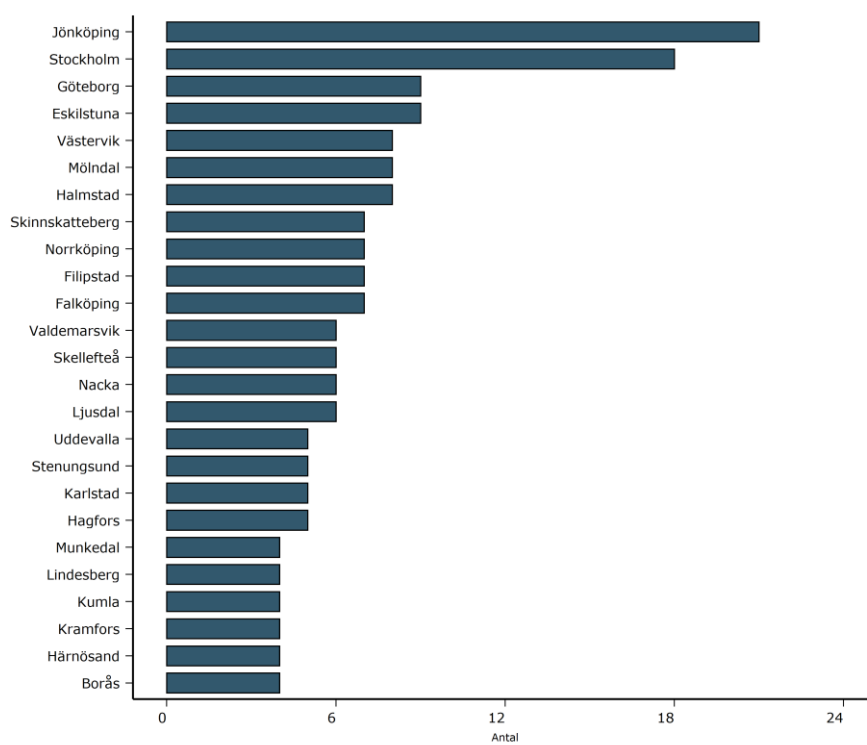
Totalt finns mer än 3 700 förorenade områden som bedömts ha mycket stor risk eller stor risk för människors hälsa och miljön inom områden där det finns förutsättningar för ras, skred, erosion och översvämning. Tabell 8 visar antalet förorenade områden inom respektive hotat område. Figur 65 visar de förorenade områdena enligt riskklass 1 i förhållande till de identifierade nationella riskområdena för ras, skred, erosion och översvämning.

Figur 65 Förorenade områden enligt riskklass 1 i förhållande till identifierade nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning.

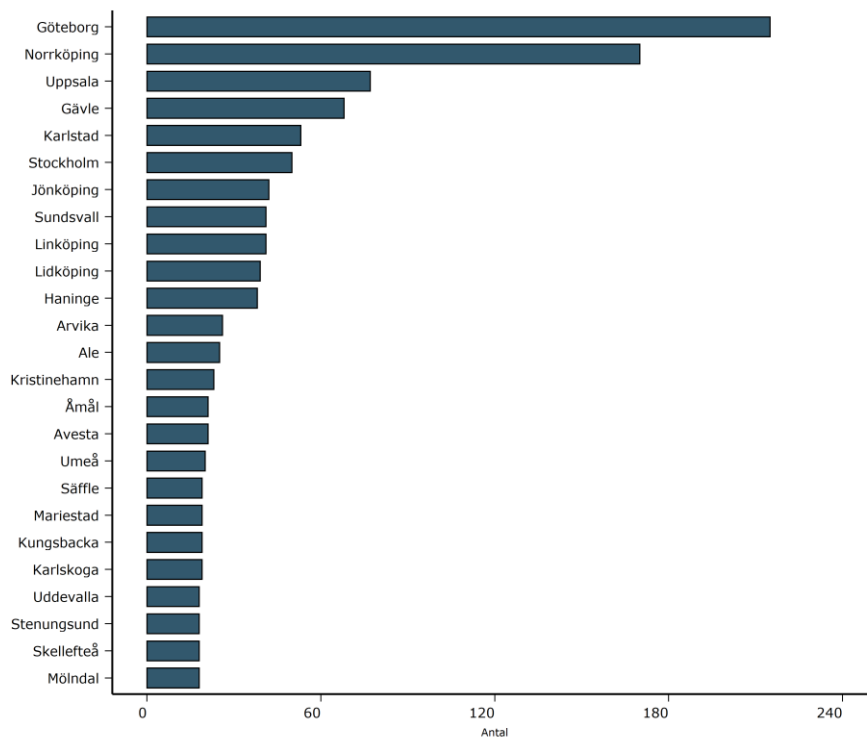
⁶⁶ Naturvårdsverkets webbplats: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Foroerade-omraden/Nationell-plan-for-avhjalpan-av-foroerings-skador/>

Tabell 8 Totalt antal förorenade områden inom hotade områden för ras, skred, erosion och översvämning.

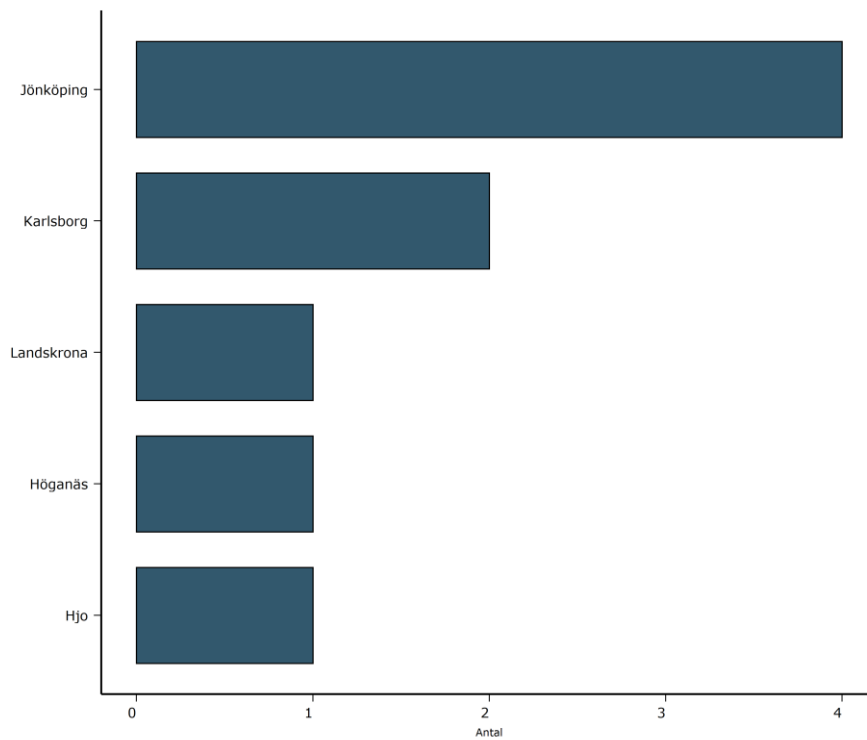
Hotat område	Antal förorenade områden
Ras	363
Skred	1673
Erosion	9
Översvämning vattendrag (100-årsflöde)	893
Översvämning kust (100-årsnivå)	773



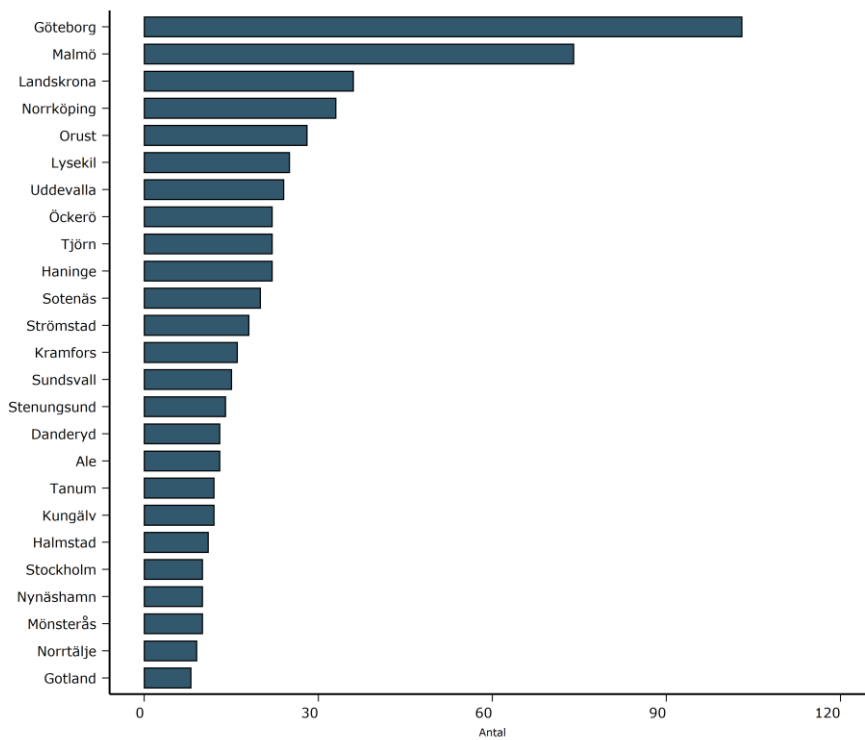
Figur 66 Antal förorenade områden per kommun inom område med förutsättningar för ras. Figuren visar kommuner som har fler än 5 förorenade områden.



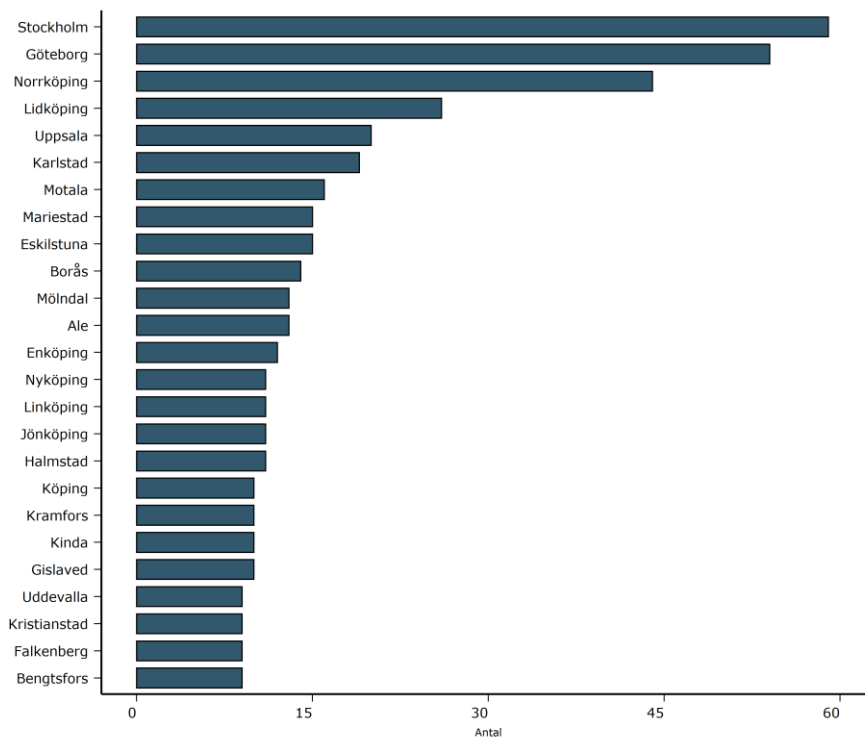
Figur 67 Antal förorenade områden per kommun inom område med förutsättningar för skred. Figuren visar kommuner som har fler än 15 förorenade områden.



Figur 68 Antal förorenade områden inom område med förutsättningar för erosion. Figuren redovisar alla berörda kommuner.



Figur 69 Antal förenade områden per kommun inom 100-årsnivå (kust). Figuren redovisar kommuner som har fler än 10 förenade områden.

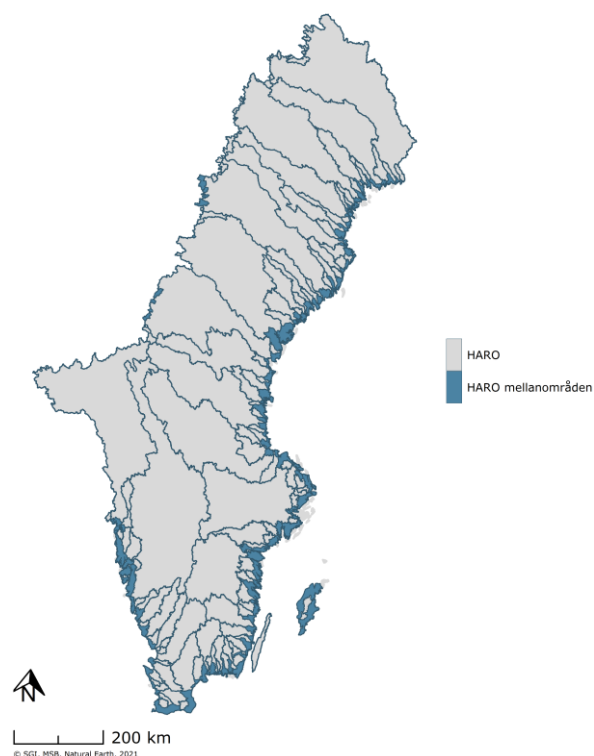


Figur 70 Antal förenade områden per kommun inom 100-årflödet (vattendrag). Figuren redovisar kommuner som har fler än 10 förenade områden.

4.7 Risker per huvudavrinningsområde

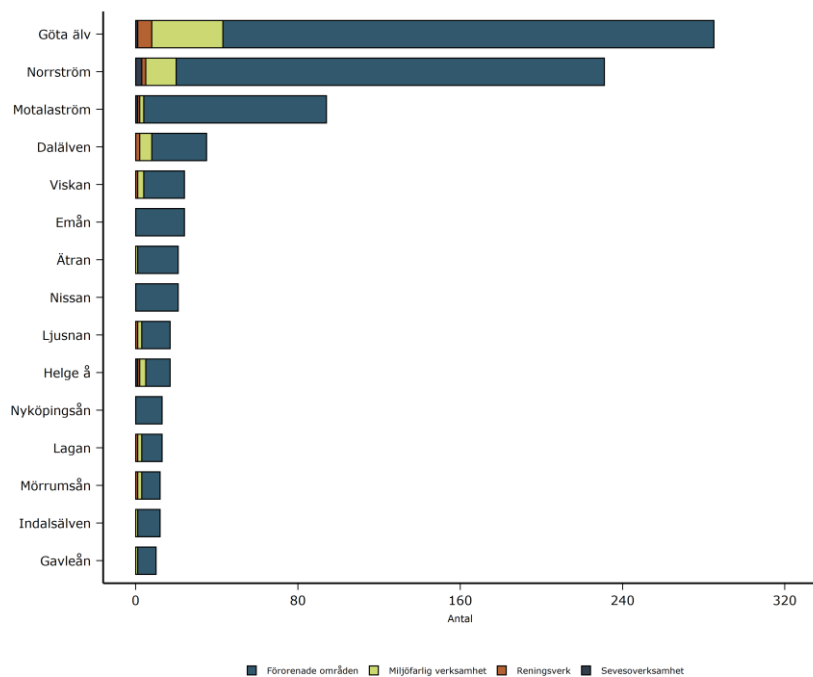
Analyser har gjorts av verksamheter som ligger inom område med risk för översvämning, ras och skred inom Sveriges huvudavrinningsområden (HARO). Ett huvudavrinningsområde definieras av att det har sin mynning i havet och att det har en areal som är minst ca 200 km². Sveriges vattendrag är indelade i 119 huvudavrinningsområden och 130 landområden mellan dem, totalt 245 områden. Ett huvudavrinningsområde är i sin tur uppdelat i ett antal delavrinningsområden.

Ett avrinningsområde är det område från vilket vatten dräneras uppströms en viss punkt. Avrinningsområdet begränsas av höjdryggar, som delar flödet från regn och smältvatten åt olika håll. Avrinningsområdets avgränsning är viktig, exempelvis vid utredning av föroreningsrisker eftersom en vattenburen förorening kan spridas till alla områden som ligger inom samma avrinningsområde nedströms föroreningen. Allt som sker i avrinningsområdet i form av utsläpp och liknande avgör vilka förhållanden det är i vattenmiljön. Vid en översvämning, ett ras eller ett skred kan föroreningar från en verksamhet eller ett förorenat område spridas vidare nedströms inom avrinningsområdet.

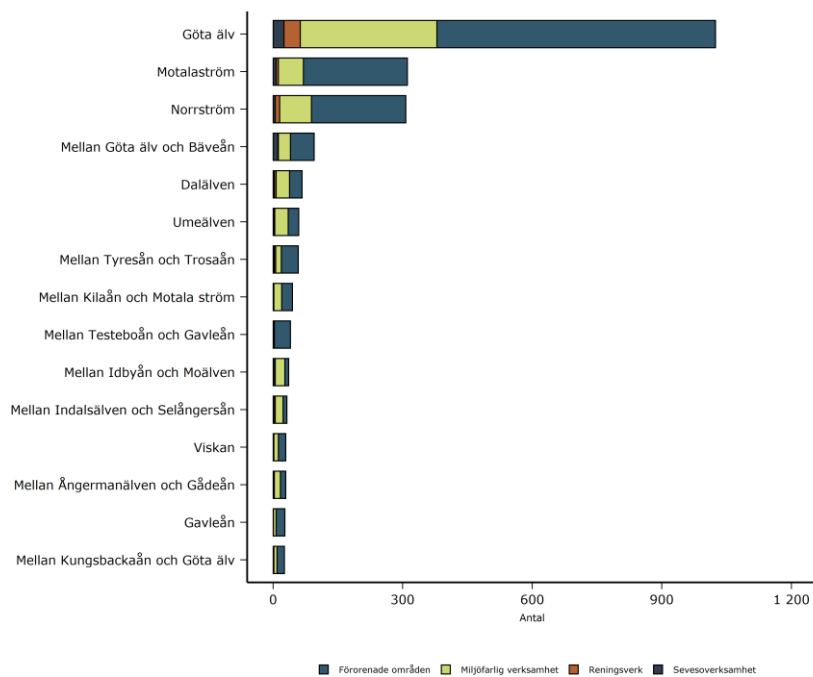


Figur 71 Huvudavrinningsområden i Sverige.

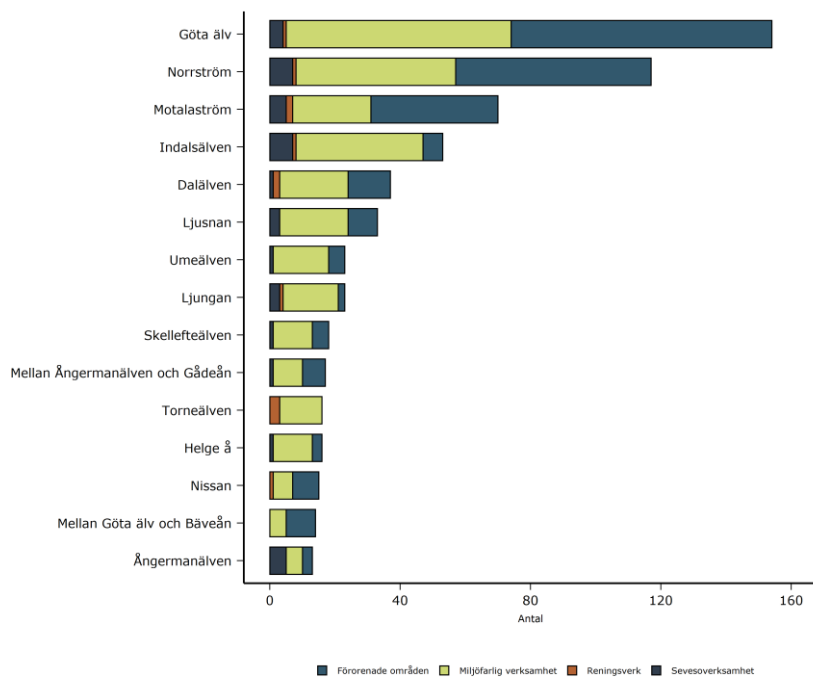
De verksamheter som kan ge potentiella föroreningsrisker inom ett avrinningsområde som har ingått i det här uppdraget är tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter, Sevesoverksamheter, reningsverk och förorenade områden. I Figur 72-Figur 74 redovisas antalet verksamheter inom huvudavrinningsområden som ligger inom områden med risk för översvämning, ras och skred.



Figur 72 Antalet verksamheter inom huvudavrinningsområden som ligger inom område med risk för översvämning vattendrag (inom 100-årsflöde).



Figur 73 Antalet verksamheter inom huvudavrinningsområden som ligger inom område med förutsättningar för skred (finkornig jordart).



Figur 74 Antalet verksamheter inom huvudavrinningsområden som ligger inom område med förutsättningar för ras (grovkornig jordart).

5 Samhällsekonomiska konsekvensanalyser

För att rangordna de identifierade riskområdena behövs underlag om förväntade skadekostnader om inte förebyggande åtgärder vidtas. Riskkostnader för skadehändelser som kan uppstå vid ras, skred, erosion och översvämning har för uppdraget beräknats av Sweco Environment. De samhällsekonomiska konsekvensanalyserna har begränsats med anledning av tillgängliga underlag och regeringsuppdragets tidplan. De resultat och beskrivningar som presenteras i det här kapitlet är hämtade ur Sweco Environments rapport som utgör bilaga 6.

De skador som bedömts ge dominerande riskkostnader har beräknats översiktligt (metod se kapitel 3). Samtliga skadehändelser påverkas av de pågående klimatförändringarna i varierande grad. Stigande havsnivåer, ökande nederbördsmängder och förändrade nederbördsmönster och flöden i vattendrag är faktorer som är kopplade både till ett förändrat klimat och de skadehändelser som undersöks i denna rapport. Frekvenser och konsekvenserna av skadehändelserna har i viss mån redan börjat ändras och de kan komma att ändras ytterligare i framtiden.

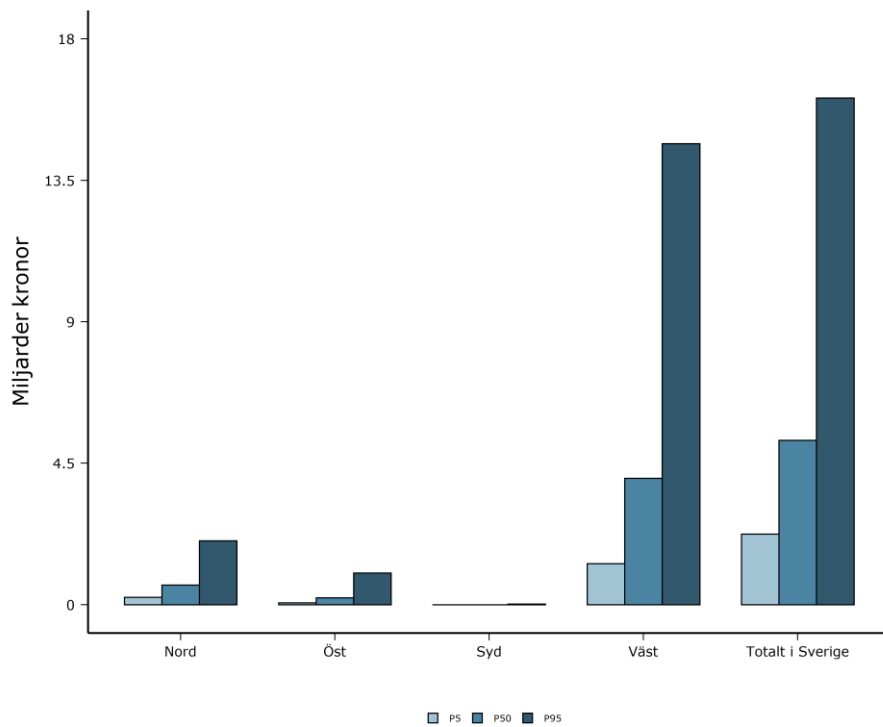
Metodik och avgränsningar redovisas i kapitel 3.4.

I figurerna nedan redovisas riskkostnader för ras, skred och slamströmmar (RSS), erosion och översvämning. Riskkostnaderna redovisas med osäkerhetsintervall som 5-, 50- och 95-percentiler med 1,4 procent respektive 3,5 procent diskontering. Detta betyder att de förväntade riskkostnaderna med 90 procent säkerhet ligger inom intervallet mellan 5- och 95-percentilen, givet de modellavgränsningar som gjorts, såsom att begränsa riskvärderingen till skadekostnader *ex post*.

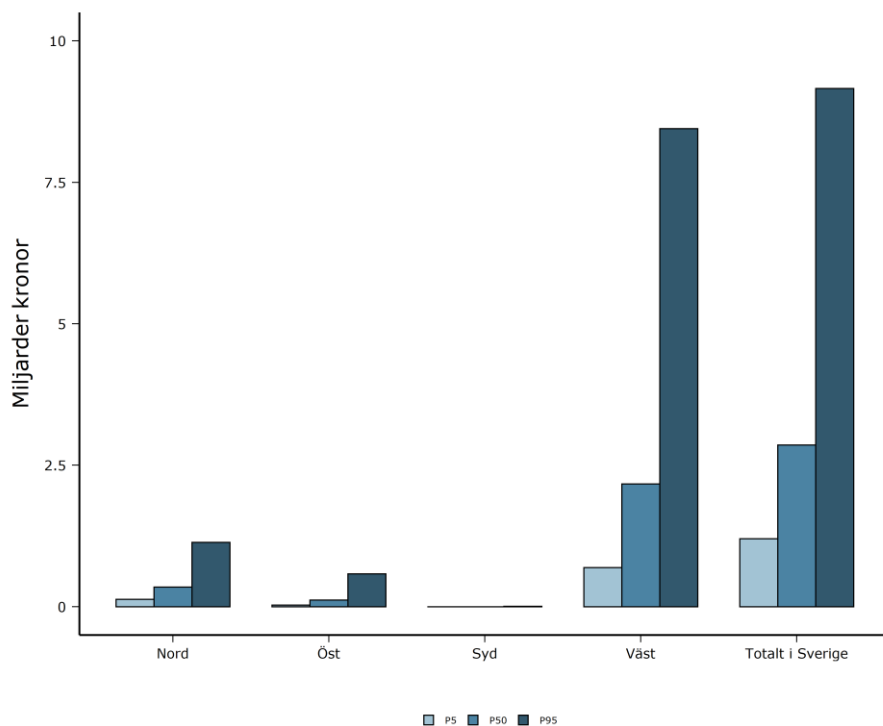
5.1.1 Ras, skred och slamströmmar

Riskkostnader för ras, skred och slamströmmar (RSS-händelser) har beräknats för andelen drabbade objekt och deras byggnadsvärde per kvadratmeter samt antalet skadehändelser och areor som berörs under ett år. För RSS-händelser innebär detta en mycket varierande skredstorlek (naturlig variation) men även en stor variation i frekvensuppskattningar (sannolikhet för att RSS-händelser kommer att inträffa) samt antaganden om andel skyddad bebyggelse och klimateffekter att resultatet innehåller stora osäkerheter. Osäkerhet på grund av naturlig variation går inte att undvika, men kan undersökas för att få en ökad förståelse om vad som medför variationen. En betydande modellosäkerhet är även kopplad till dataunderlaget avseende vilka områden som faktiskt är RSS-utsatta. Det konstateras till exempel gällande underlaget för skred att det underlaget är avsett för översiktliga kvalitativa bedömningar och inte för samhällsekonomiska riskkostnadsanalyser.

De stora osäkerheterna i skredstorlek medför att resultatet sammantaget får ett mycket stort osäkerhetsintervall från ca 2 miljarder till i storleksordningen 16 miljarder kronor i beräknad riskkostnad vid 1,4 procent diskontering. Medianrisken (50-percentilen) har beräknats till i storleksordningen cirka 5 miljarder kronor. I Figur 75 och Figur 76 redovisas den förväntade riskkostnaden för ras, skred och slamströmmar (RSS) under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 procent respektive 3,5 procent diskontering.



Figur 75 Beräknad riskkostnad till följd av ras, skred och slamströmmar under tidsperioden år 2021–2100 beräknad vid 1,4 % diskontering.



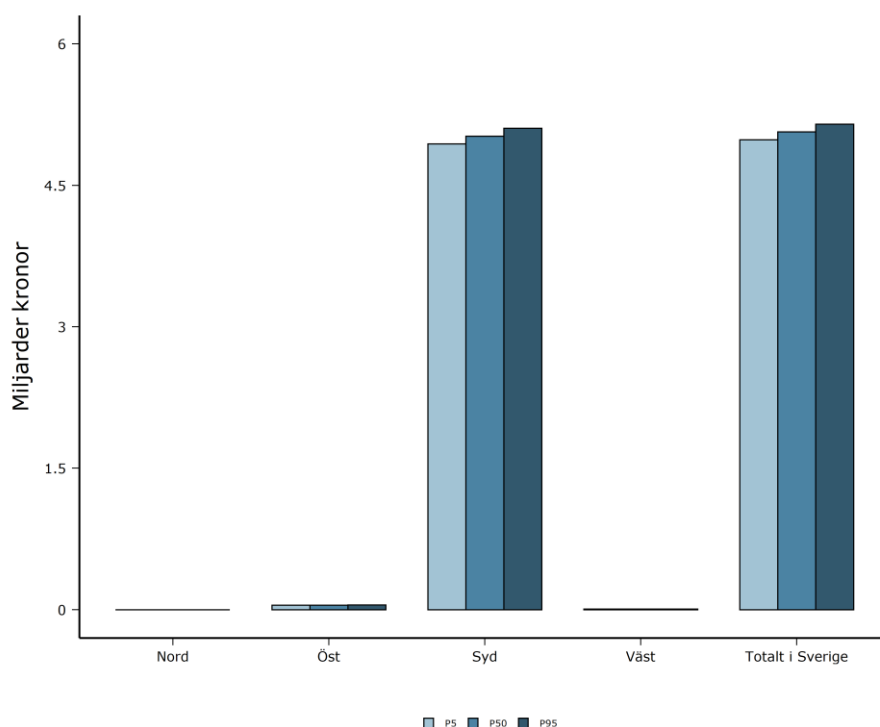
Figur 76 Beräknad riskkostnad till följd av ras, skred och slamströmmar under tidsperioden år 2021–2100 beräknad vid 3,5 % diskontering.

5.1.2 Erosion

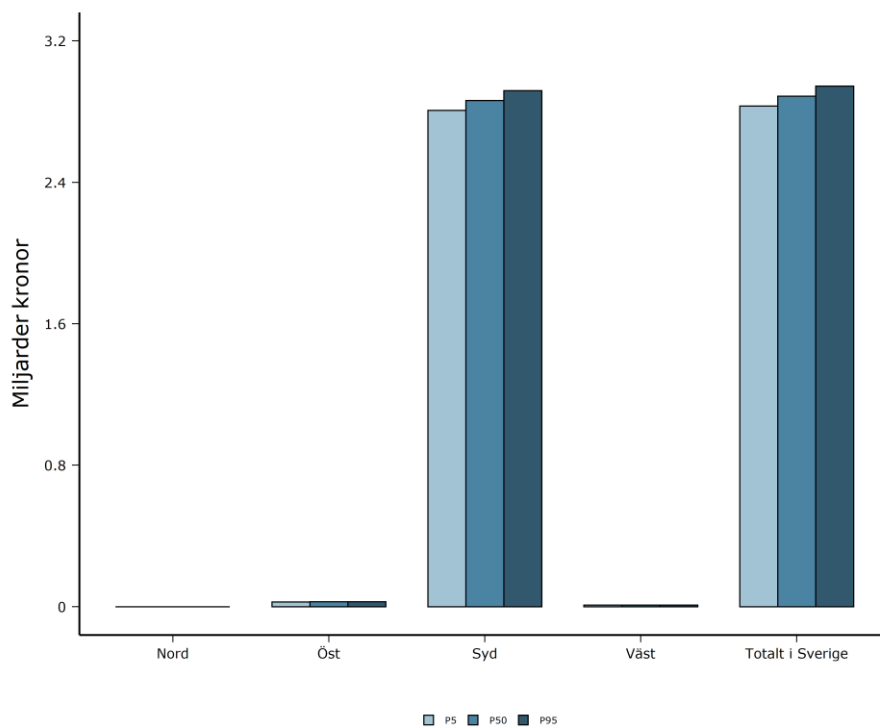
Risikkostnader för erosion har översiktligt beräknats utifrån ett genomsnittligt markvärde per kommun och en årlig erosionshastighet för aktuell strandtyp och strandlängd.

Erosionshastigheten kommer att förändras med framtida havsnivåförändringar vilket beaktats i beräkningarna. Erosionens omfattning varierar från år till år och har antagits vara oberoende mellan olika år. Det innebär att i Monte Carlo simuleringar kommer år med snabb erosion att kompenseras av år med långsam erosion. Det leder till att resultatets beräknade osäkerhet för hela tidshorizonten blir relativt litet. Risikkostnaden inkluderar erosion på havsstränder samt stränder vid Väner och Vättern. Erosion i vattendrag har inte beaktats. Risikkostnaden för erosion för medianrisken (50-percentilen) har beräknats till 5 miljarder kronor vid 1,4 procent diskontering. Klimatförändringar har mycket stor betydelse för risikkostnaden för erosion och baseras på antaganden och förenklingar. Därför har risikkostnad även beräknats utan havsnivåförändringar, där motsvarande 50-percentil beräknats till ca 200 miljoner kronor med 1,4 procent diskontering.

I Figur 77 och Figur 78 nedan redovisas den förväntade risikkostnaden för erosion under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 procent respektive 3,5 procent diskontering.



Figur 77 Beräknad risikkostnad till följd av erosion under tidsperioden år 2021–2100 vid 1,4 % diskontering.



Figur 78 Beräknad riskkostnad till följd av erosion under tidsperioden år 2021–2100 vid 3,5 % diskontering.

5.1.3 Översvämning

Beräkningen av riskkostnad för översvämning har genomförts enligt metodiken som används i verktyget FloodMan⁶⁷, vilket utvecklats av Sweco i samverkan med Göteborgs stad och i projektet *Klimatanpassning av det kustnära samhället*⁶⁸, finansierat av Naturvårdsverket. FloodMan har tidigare främst använts för att beräkna samhällskostnader i en stadsdel eller kommun. Riskkostnader för översvämning har beräknats utifrån skadekostnadsschabloner från försäkringsbranschen och antalet drabbade objekt.

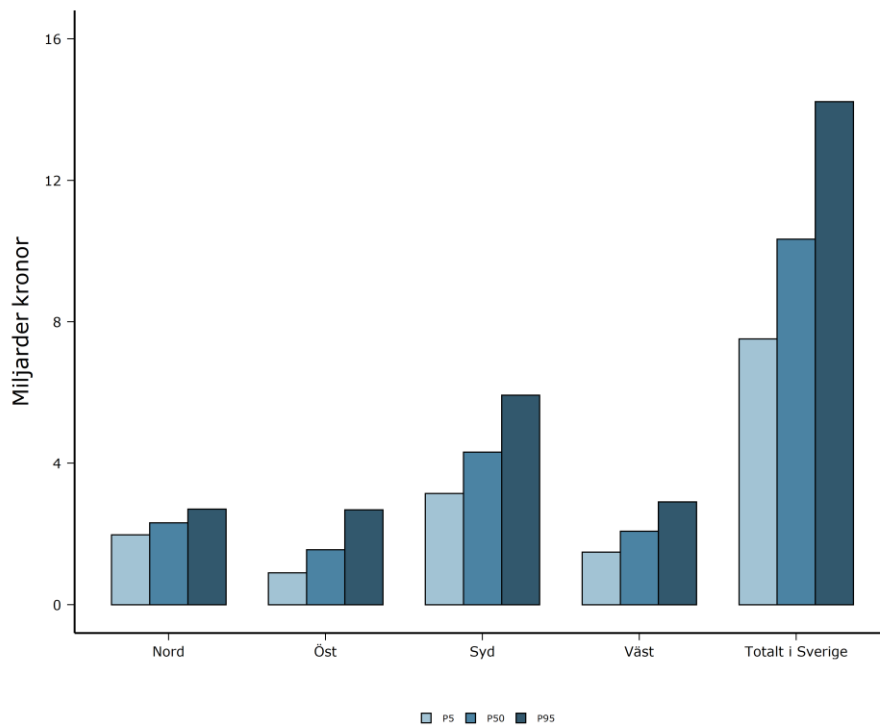
Den totala riskkostnaden för översvämningar (hav och vattendrag) har grovt beräknats till cirka 21 miljarder kronor vid 1,4 procent diskontering för medianvärdet (P50).

I Figur 79 och Figur 80 redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av havet under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 procent respektive 3,5 procent diskontering.

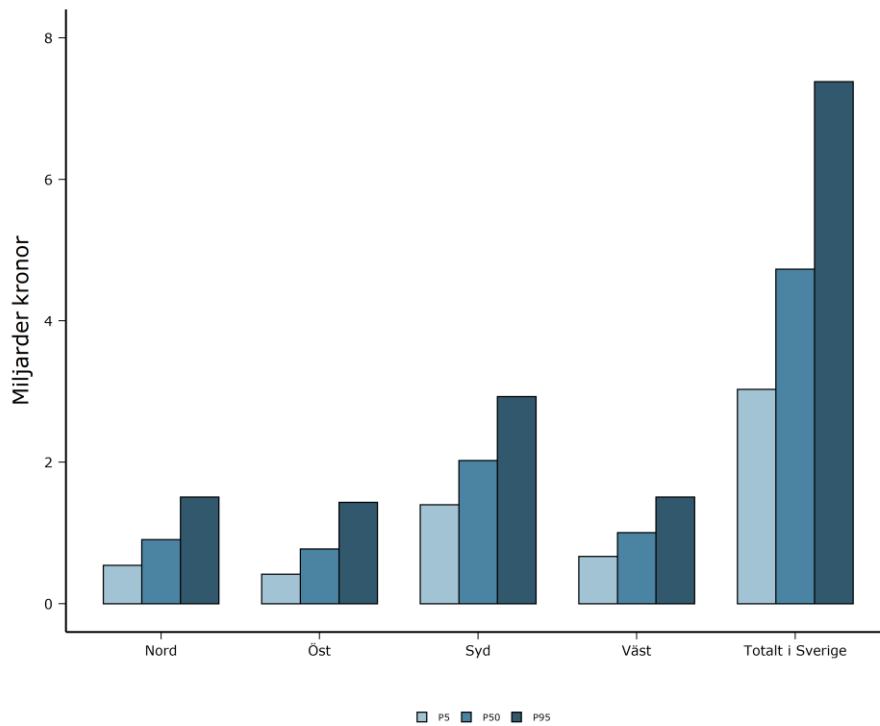
I Figur 81 och Figur 82 redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av vattendrag under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 procent respektive 3,5 procent diskontering.

⁶⁷ Sweco (2018) FloodMan – Sustainable Flood Management Assessment Tool. Lars Rosén och Johan Nimmermark.

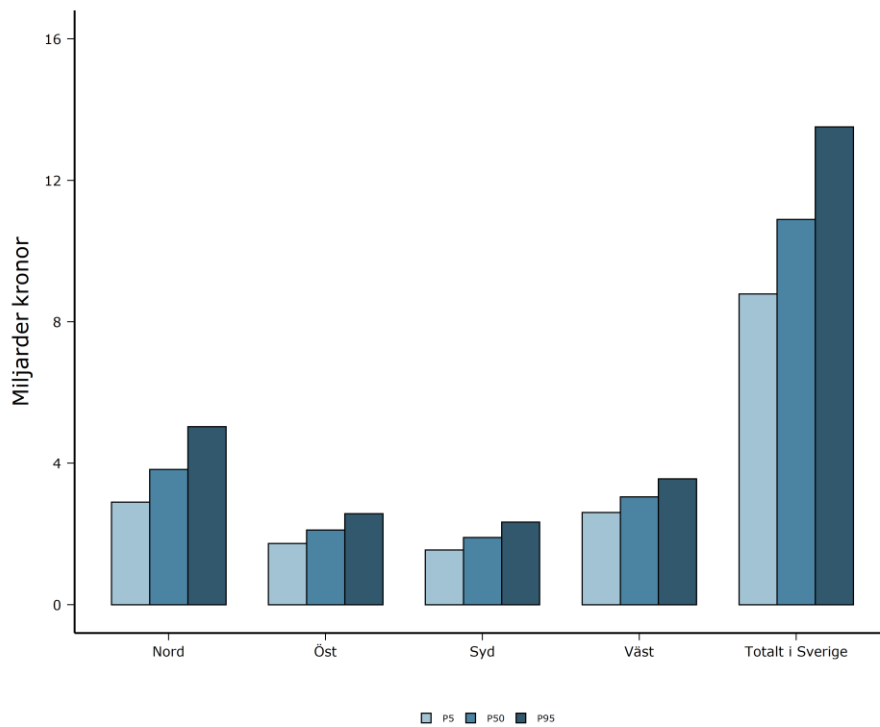
⁶⁸ Sweco (2019) Systemlösningar för utveckling av klimatanpassning av det kustnära samhället. Handbok för planeringsverktyg i klimatanpassningsarbetet av det kustnära samhället. Lars Rosén, Johan Nimmermark m.fl



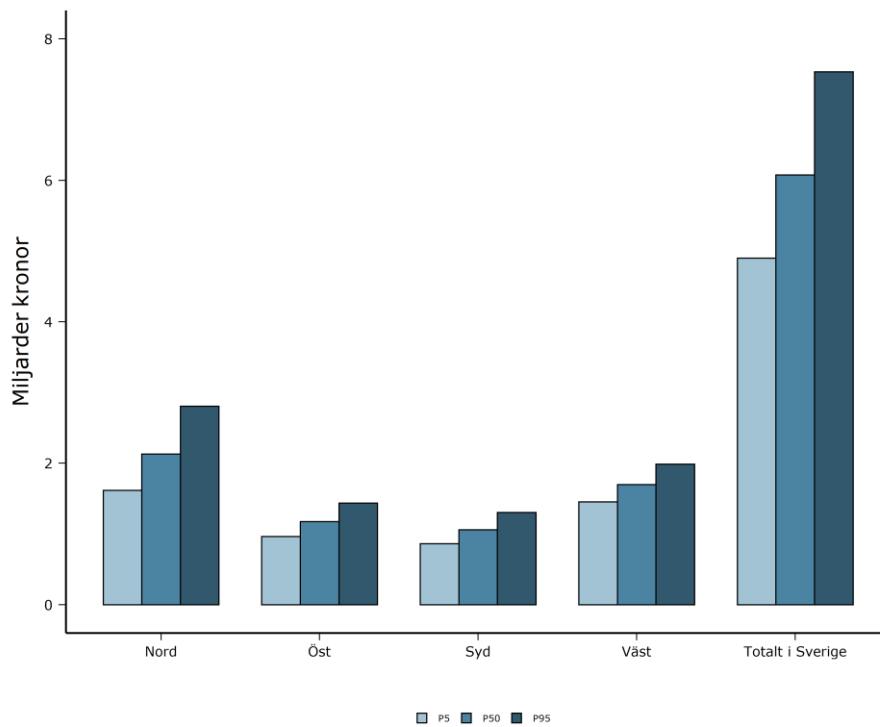
Figur 79 Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från havet under tidsperioden år 2021–2100 vid 1,4% diskontering.



Figur 80 Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från havet under tidsperioden år 2021–2100 vid 3,5% diskontering.



Figur 81 Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 vid 1,4 % diskontering.



Figur 82 Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 vid 3,5 % diskontering.

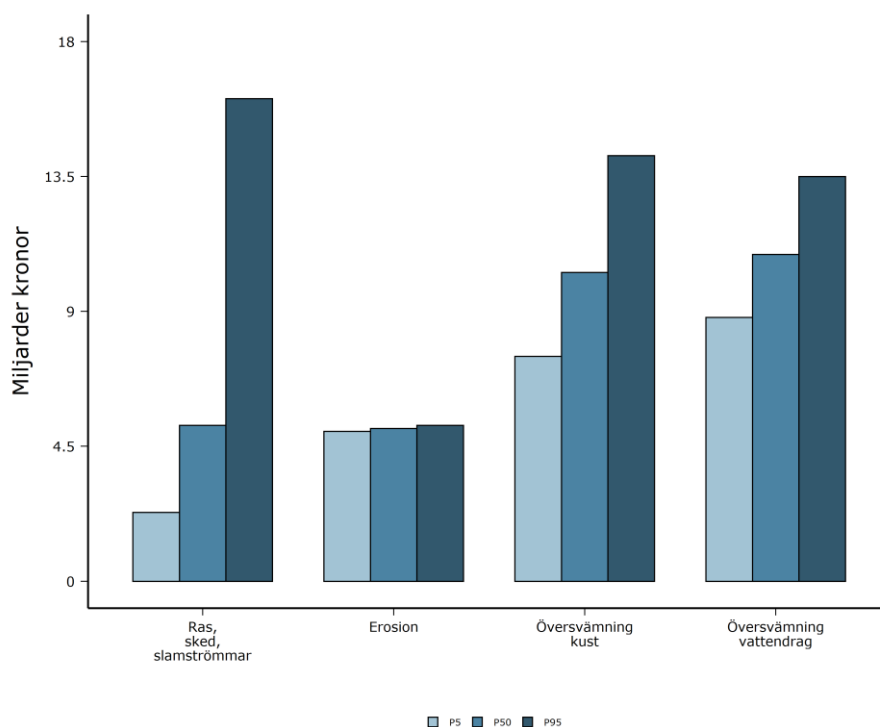
5.1.4 Totala riskkostnader för skadehändelserna

Den totala riskkostnaden för ras, skred, slamströmmar, erosion och översvämningar har grovt uppskattats till cirka 20–50 miljarder kronor med 1,4 procent diskontering.

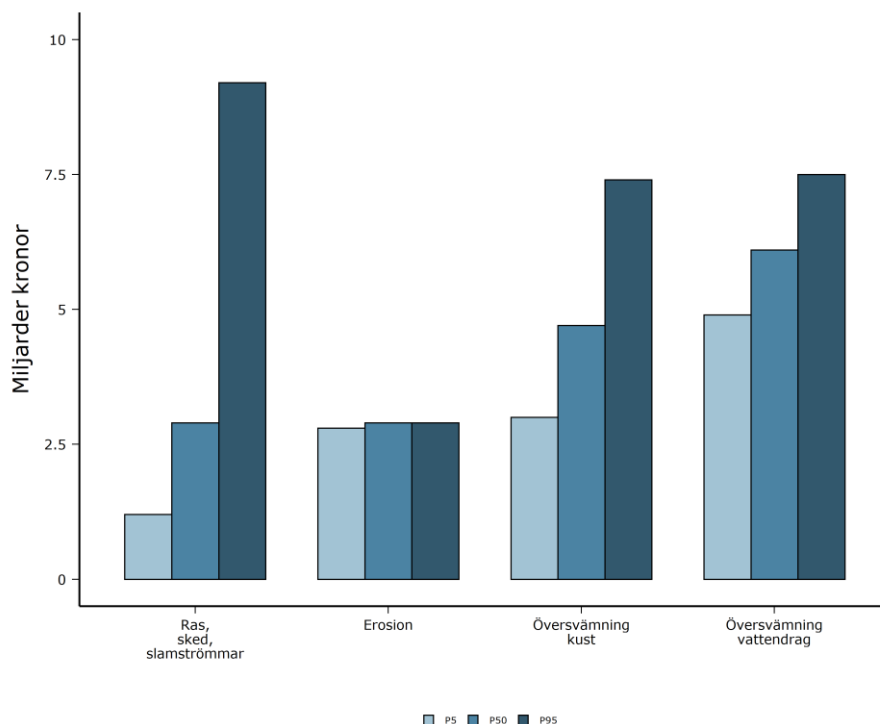
Resultatet bedöms vara en underskattning av den verkliga riskkostnaden, bland annat eftersom en fullständig värdering av samhällsekonomiska konsekvenser inte varit möjlig.

Det kan konstateras att diskonteringen har en mycket stor betydelse för hur stor den samlade riskkostnaden förväntas bli över tidsperioden. Om den högre diskonteringsräntan på 3,5 procent används så blir riskkostnaden ungefär hälften så hög (medianvärdet ca 17 miljarder kronor) än om den lägre diskonteringsräntan på 1,4 procent används.

I Figur 83 och Figur 84 redovisas de förväntade riskkostnaderna för skadehändelserna under tidsperioden år 2021 - 2100 med 1,4 procent respektive 3,5 procent diskontering. Notera att underlagsdata och beräkningsmetoder varierar för de olika skadehändelserna (RSS, erosion och översvämning), varför jämförande slutsatser kring deras riskkostnader bör ske med försiktighet.



Figur 83 Total kostnad för ras, skred, slamströmmar, erosion och översvämningar vid 1,4 % diskontering vid klimatpåverkan under tidsperioden år 2021–2100.



Figur 84. Total kostnad för ras, skred, slamströmmar, erosion och översvämningar vid 3,5 % diskontering vid klimatpåverkan under tidsperioden år 2021–2100.

De beräknade osäkerheterna i figurerna ovan illustrerar en underskattning av resultatens egentliga osäkerheter. Det eftersom det finns flera parametrar som inte angetts med ett osäkerhetsintervall eftersom dess osäkerheter inte kunnat uppskattas eller funnits tillgängligt i underlaget. Det medför att riskkostnaderna för skadehändelserna framstår som mer säkra än vad de faktiskt är.

I bilaga 6 ges förslag till fortsatt utvecklingsarbete om hur osäkerheterna i beräkning av samhällsekonomiska riskkostnader för skadehändelserna kan bedrivas.

5.1.5 Slutsatser om förväntade riskkostnader

Utifrån den genomförda studien kan följande huvudsakliga slutsatser dras:

- Den totala riskkostnaden under perioden år 2021–2100 för ras, skred, slamströmmar, erosion och översvämningar har grovt uppskattats till 20–50 miljarder kronor med 1,4 procent diskontering. Detta bedöms vara en underskattning av den verkliga riskkostnaden bland annat eftersom en fullständig värdering av samhällsekonomiska konsekvenser inte varit möjlig. Observera att riskkostnader för de olika skadehändelserna har beräknats på olika sätt och med olika underlagsdata, varför jämförelser mellan dem bör ske med försiktighet.
- Riskkostnader för översvämningar bedöms preliminärt utgöra den största samhällsekonomiska riskkostnaden.
- Avseende ras-, skred- och slamströmshändelser är det framförallt i område Väst som betydande riskkostnader uppstår men även till viss del i område Nord. RSS-

händelser medför störst beräknad osäkerhet för de analyserade skadehändelserna. RSS-händelser har i beräkningarna antagits påverkas i mindre utsträckning av klimatförändringar, men betydande osäkerhet finns gällande sambanden mellan klimatförändringar och förändrade sannolikheter och konsekvenser för RSS-händelser.

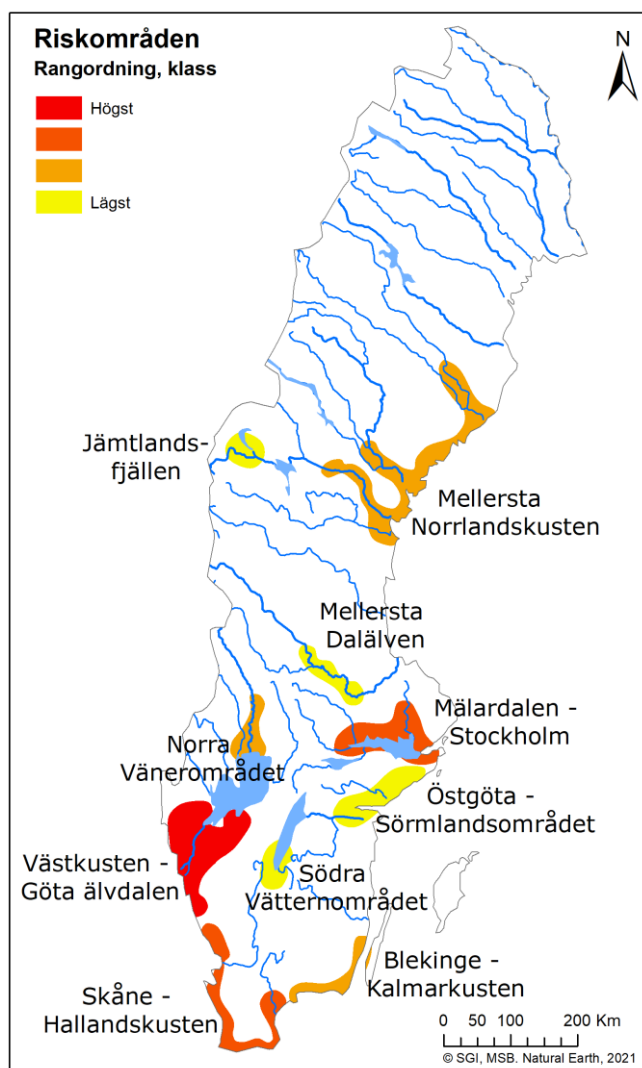
- Riskkostnader för erosion domineras av område Syd. Stigande havsnivåer kommer att få en stor inverkan på erosion, men hur mycket är osäkert.
- Sett till översvämningar orsakade av havet är riskkostnader i fallande ordning störst i område Syd, Nord, Väst och Öst. Riskkostnaderna är relativt jämnt fördelade i jämförelse med RSS-händelser och erosion. Att område Nord har relativt höga riskkostnader, trots att landhöjningen dämpar ökningen för översvämningsrisk inom stora delar av detta område, beror på att området är mycket stort i förhållande till övriga. Stigande havsnivåer får en stor inverkan på riskkostnaden för översvämningar från havet.
- Sett till översvämningar orsakade av vattendrag är riskkostnader i fallande ordning störst i område Nord, Väst, Öst och Syd. Liksom för översvämning från havet gör storleken på område Nord att detta område har en relativt hög riskkostnad. Riskkostnaderna är dock relativt jämnt fördelade i jämförelse med RSS-händelser och erosion. Klimatförändringars påverkan på översvämningar i vattendrag är mindre omfattande än de som sker kopplade till översvämningar vid havet.
- De beräknade osäkerheterna illustrerar en underskattning av resultatens egentliga osäkerheter. Detta eftersom det finns flera parametrar som inte angetts med ett osäkerhetsintervall, eftersom de inte kunnat uppskattas eller funnits tillgängligt i underlaget. Det medför att resultaten för skadehändelserna framstår som mer säkra än vad de faktiskt är.

Slutligen notera att en samhällsekonomisk analys endast utgör en, men en viktig, del av det fullständiga beslutsunderlaget rörande åtgärder mot dessa skadehändelser. Inför slutliga val kring klimatanpassningsåtgärder måste också andra aspekter än de samhällsekonomiska beaktas, såsom det juridiska regelverket och människors oro.

Resultaten från detta arbete är menat att fungera som underlag för diskussioner och utredningar kring klimatanpassning i samhället, samt som del i det underlag som måste finnas för en rimlig och välgrundad användning av samhällsliga resurser. Presenterade riskkostnader bedöms dock vara i underkant. Det innebär att riskkostnadsanalysen behöver kompletteras för att inte åtgärder ska framstå som mindre samhällsekonomiskt lönsamma än de faktiskt är.

6 Rangordnade riskområden

Kunskapen om förebyggande arbete för att minska riskerna med ras, skred, erosion och översvämning behöver öka. För att kunna vägleda arbetet om när förberedande processer behöver vara klara och när konkreta åtgärder behöver vara inledda har de tio identifierade riskområdena rangordnats (Figur 85). De nationella riskområdena har grupperats i fyra riskklasser.



Figur 85 Kartan visar de tio identifierade nationella riskområdena för ras, skred, erosion och översvämning rangordnade enligt fyra klasser.

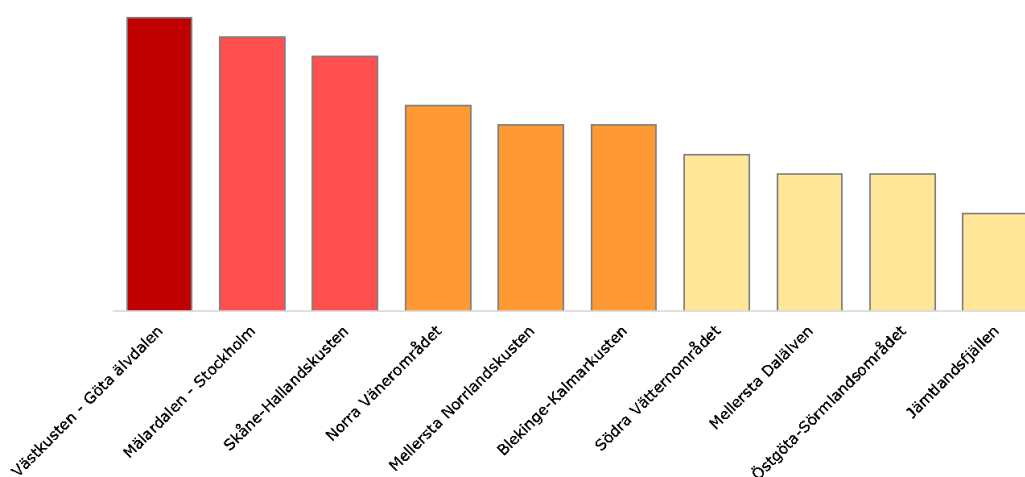
Att tillämpa ett systemperspektiv vid bedömning av risker är en central princip som uttrycks både i den nationella strategin för klimatanpassning och vid tillämpning av ISO-standarder för klimatanpassning⁶⁹. Rangordningen av de identifierade riskområdena har därför gjorts utifrån ett systemperspektiv.

Den multikriterieanalys som utförts har tagit hänsyn till att det finns flera alternativa lösningar eller sätt att rangordna riskområdena. De nationella riskområdena har bedömts

⁶⁹ Anpassning till klimatförändringar - Riktlinjer för sårbarhet, effekter och riskbedömning (ISO 14091:2021).

och rangordnats utifrån förväntade riskkostnader (se även kapitel 5), förväntad komplexitet i att genomföra förebyggande åtgärder och om beroenden föreligger mellan de kombinerade riskerna för att de ska kunna förebyggas på ett hållbart sätt. Vid bedömningen av områdenas komplexitet ingår bedömning av i vilken utsträckning åtgärderna kräver samarbete mellan flera aktörer samt berör flera sektorer och flera administrativa gränser. Bedömningen av kombinerade risker har gjorts utifrån ett åtgärds perspektiv för att särskilt ta om hand behovet att olika åtgärder inte motverkar olika risker utan ger en förebyggande effekt på flera hot samtidigt. Att det föreligger kombinerade risker i områdena får också genomslag i bedömningen av riskkostnaderna.

Kriterierna har viktats och riskområdena har värderats för de olika kriterierna med en swing-metod utifrån en skala på 1-3. Den sammanvägda poängen för riskområdena varierar mellan 1.0 – 3.0 (Figur 86).



Figur 86 Diagrammet visar den inbördes rangordningen på en skala 1-3 för de tio identifierade nationella riskområdena för ras, skred, erosion och översvämning.

Nuvarande kapacitet för klimatanpassning inom de olika områdena kommer påverka både förberedande processer och genomförandet av åtgärder. Området *Västkusten – Göta älvdalen* bedöms ha den mest allvarliga riskbilden med komplexa utmaningar avseende både kust- och vattendragsöversvämning samt förutsättningar för skred. Riskområdet är ytmässigt omfattande med högt invånarantal och höga värden i samhällsviktiga funktioner. För att riskerna ska kunna förebyggas krävs omfattande samarbete över flera administrativa gränser och mellan många sektorer. Riskerna är påtagliga redan idag och kommer att öka med klimatförändringarna. Förebyggande åtgärder är högst angelägna att vidta redan idag.

Riskområdena i klass 2 (*Mälardalen – Stockholm, Skåne-Hallandskusten*) har redan idag påtagliga klimatrelaterade utmaningar att hantera som berör många aktörer, näringar, infrastruktur, bebyggelse och värdefulla natur- kulturmiljöer. I likhet med *Västkusten – Göta älvdalen* krävs omfattande samarbete för att riskerna ska kunna förebyggas och åtgärder är angelägna redan idag.

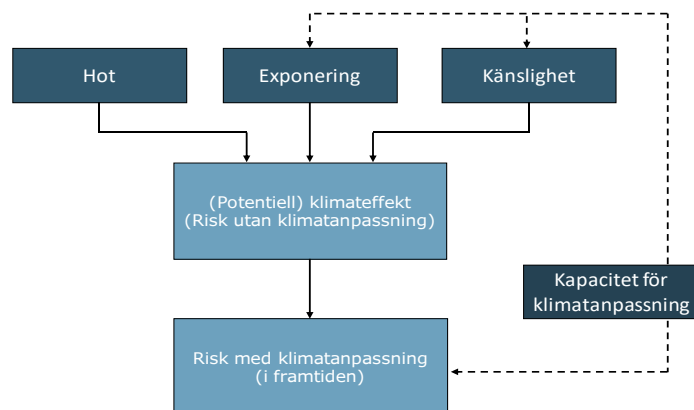
Riskområdena i klass 3 (*Mellersta Norrlandskusten, Norra Vänerområdet, Blekinge-Kalmarkusten*) har alla en allvarlig hotbild med risker som kommer öka påtagligt i samband med klimatförändringarna. Behov av förebyggande åtgärder föreligger redan idag. Det samarbete som behövs för att förebygga riskerna bedöms relativt mindre komplext och förväntade riskkostnader är lägre jämfört med områdena i klass 1 och 2.

Riskområdena i klass 4 (*Södra Vätternområdet, Mellersta Dalälven, Östgöta-Sörmlandsområdet, Jämtlandsfjällen*) är relativt väl geografiskt avgränsade. De insatser som krävs i form av samarbete för att minska riskerna bedöms därmed inte vara lika komplexa. Däremot är riskbilden allvarlig och förebyggande åtgärder behöver vidtas i närtid. De förberedande processerna borde kunna genomföras under en kortare tidsperiod jämfört med övriga riskområden om rätt förutsättningar skapas.

Mer om bedömningen

Att värdera och väga de olika identifierade riskområdena mot varandra är svårt. Alla områden har tydliga riskbilder. Avsikten är att rangordningen av riskområdena ska ligga till grund och vara ett stöd för det fortsatta arbetet med att minska riskerna med ras, skred, erosion och översvämning. Den bedömning som gjorts för att rangordna områdena har utgått från robusta kriterier men beroende på hur de värdesätts kan resultatet naturligtvis variera.

De uppskattade riskkostnaderna (Kapitel 5) för områdena har viktats relativt högt (50 procent) eftersom de indikerar omfattningen av de risker som behöver förebyggas. Graden av samverkande risker och därmed komplexiteten i att genomföra åtgärder sätter ramarna för förutsättningarna i åtgärdsarbetet. Ett väl fungerande samarbete kommer vara avgörande för att förebyggande åtgärder ska kunna genomföras. Nuvarande kunskap om riskområdenas känslighet för klimatförändringens effekter och hur riskerna kan förebyggas samt förmågan till klimatanpassning kommer påverka hur framgångsrikt det förebyggande arbetet blir (Figur 87).



Figur 87 Beskrivning av hur en risk påverkas av kapaciteten för klimatanpassning. Streckad linje visar att insatser för klimatanpassning har genomförts. Det exponerade systemets sårbarhet är en kombination av dess känslighet och den adaptiva kapaciteten. Fritt efter ISO 14091.

Att kunna genomföra förebyggande åtgärder beror av kapaciteten hos berörda aktörer inom respektive riskområde. Förslag till förebyggande åtgärder så att riskerna med ras, skred, erosion och översvämning ska kunna förebyggas ges i kapitel 7.

7 Förebyggande åtgärder

Förebyggande åtgärder har i uppdraget definierats som de åtgärder som genomförs innan ett ras, skred, erosion eller en översvämning faktiskt sker. Det innebär att både åtgärder som syftar till att förebygga att en händelse överhuvudtaget sker, men även förberedande åtgärder som syftar till att mildra konsekvenserna av en framtida händelse ingår.

Det genomförs idag ett omfattande arbete inom myndigheter, kommuner och andra aktörer för att minska riskerna för ras, skred, erosion och översvämning. Några exempel är handlingsplaner för klimatanpassning, risk och sårbarhetsanalyser, klimat- och sårbarhetsanalyser, riskhanteringsplaner för översvämning, karteringar, kommunalt och privat åtgärdsarbete med mera. Flera studier och utredningar har också kommit med förslag till mer övergripande och generella åtgärder. De nuvarande åtgärderna som genomförs i samhället inriktas främst på kunskapshöjande åtgärder, institutionell organisation eller politisk utveckling, medan genomförande av fysiska lösningar släpar efter⁷⁰.

Berörda aktörer i de olika riskområdena har olika förutsättningar att genomföra åtgärder. Åtgärder kan något förenklat delas upp i små, medelstora och stora åtgärder⁷¹. Förutsättningarna att genomföra åtgärderna kan skilja stort beroende på åtgärdens storlek och karaktär. Gemensamt för alla riskområden är att flera typer av åtgärder behöver kombineras för att förebygga risker med ras, skred, erosion och översvämning. Riskerna behöver också hanteras samordnat i ett större sammanhang. Det kan vara inom ett avrinnings- eller delavrinningsområde, för en kuststräcka eller integrerat med andra sektorsområden.

Förebyggande åtgärder ska i största möjliga mån utformas med målsättningen att de ska vara flexibla och robusta på ett sätt som gynnar olika handlingsalternativ i framtiden. Inlåsnings effekter ska undvikas. Vid bedömning av framtida klimatförändringar, riskvärdering och planering av anpassningsåtgärder bör ett framtida klimat analyseras utifrån olika utsläppsscenarier, och flera möjliga utfall utifrån scenarierna bör beaktas. Tidsperspektivet för klimatanpassningsåtgärder ska utgå från det specifika objektets (infrastrukturens, bebyggelsens eller investeringens) livslängd.⁷²

Det finns idag ett antal hinder, kopplat till bristande kapacitet som behöver överbryggas, för att åtgärdsarbetet ska ta fart och för att åtgärderna ska bli tillräckligt robusta och flexibla. Nedan redovisas ett urval av övergripande och generella åtgärder som bedöms vara av särskild relevans för uppdraget. Föreslagna åtgärder har strukturerats efter Sendairamverkets⁷³ fyra fokusområden. Åtgärder som syftar till att hantera en händelse då den väl har skett har dock inte hanterats inom det här uppdraget.

⁷⁰ Att bygga upp ett klimateresilient Europa - den nya EU-strategin för klimatanpassning, Bryssel den 24.2.2021, EU COM(2021) 82 final

⁷¹ Sweco, Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, 2020-11-04

⁷² Nationell strategi för klimatanpassning, Vägledande principer för klimatanpassningsarbetet, sid 65-67.

⁷³ Sendairamverket för katastrofriskreducering 2015-2030. United Nations.

1. Utveckla förståelsen för och bedömningen av risker

- Förvalta befintliga och utveckla nya kunskapsunderlag, ta fram vägledningar samt genomföra kompetenshöjande insatser. Särskilt angeläget är att förbättra kunskapsunderlagen för bedömning av klimatrisker och osäkerheter, samt att öka kunskapen och säkerställa att risker med ras, skred, erosion och översvämning hanteras effektivt i planprocesser.
- Utveckla övervakningssystem för att följa upp klimateffekter och öka kunskapen om olika åtgärders funktionalitet och effekt på omgivningen genom uppföljning och utvärdering.

2. Stärka berörda aktörers förmåga att ta ansvar

- Utveckla juridiska styrmedel för att underlätta åtgärdsarbetet. Lagstiftning och regelverk behöver utformas så de förbättrar möjligheterna för olika aktörer att genomföra åtgärder och som möjliggör en dynamisk anpassning i samhället. Särskilt behöver rådighet och ansvarsförhållanden för att genomföra och förvalta åtgärder utredas.
- Skapa förutsättningar för aktörer att samarbeta kring åtgärder för att hantera ras, skred, erosion och översvämningar.
- Utveckla ett system för stöd och rådgivning till kommuner, fastighetsägare och andra aktörer som genomför åtgärder.

3. Investera i förebyggande åtgärder

- Utveckla ekonomiska styrmedel som förbättrar möjligheten att genomföra förebyggande åtgärder mot ras, skred, erosion och översvämning.

4. Stärka beredskapen och återuppbyggnaden

- Utveckla system för insamling och uppföljning av erfarenheter och skadedata från inträffade händelser.
- Utred och utveckla system för att hantera förändrad markanvändning över tid och flexibel anpassning i riskområden.

I följande avsnitt beskrivs åtgärderna mer i detalj och motiv till att åtgärderna behövs.

7.1 Utveckla förståelsen för och bedömningen av risker

7.1.1 Kunskaphöjande insatser, forskning och förvaltning av information

Åtgärd: Förvalta befintliga och utveckla nya kunskapsunderlag, ta fram vägledningar samt genomföra kompetenshöjande insatser.

Särskilt angeläget är att förbättra kunskapsunderlagen för bedömning av klimatrisker och osäkerheter, samt att öka kunskapen och säkerställa att risker med ras, skred, erosion och översvämning hanteras effektivt i planprocesser.

Kunskapsunderlag

Kunskap är en grundförutsättning för att kunna anpassa samhället till ett förändrat klimat. Vår bedömning är att det fortfarande saknas nödvändiga grundläggande underlag, både på nationell och lokal nivå. Nedan listar vi kunskapsunderlag som är särskilt prioriterade att ta fram.

Statliga kunskaps- och planeringsunderlag som ger stöd till kommuner och andra aktörer att identifiera områden med risk för översvämningar, ras, skred, erosion och slamströmmar behöver utvecklas. Den pågående nationella karteringen av hotade områden behöver fortsätta.

Geologiska underlag behöver kompletteras eller förfinas för olika geografiska områden för att kunna genomföra säkrare bedömningar av ras, skred och slamströmmar. Tillgången till geodata skiljer sig över landet, generellt är tillgången på data sämre i norr än i söder⁷⁴. För att genomföra åtgärder i kustområdet med översvännings- och erosionsproblem behövs information om bottenpografi och bottengeologi samt kunskap om hur morfologiska och biologiska processer påverkar och samverkar med varandra. Det samma gäller för bedömning av åtgärder längs vattendrag där ras och skred kan inträffa som en följdfekt av erosion och översvämning. Kunskap om hur grundvattnet påverkas vid en havsnivåhöjning behöver också öka, bland annat utifrån ett dricksvattenperspektiv, med hänsyn till markens stabilitet, påverkan på nergrävd infrastruktur och förorenade områden⁷⁵.

Idag saknas tillräcklig kunskap om hur klimatet påverkar markens egenskaper. Storleken på klimatlasten behöver definieras och läggas till i regelverken. Utan den kunskapen kan inte tillförlitliga stabilitetsberäkningar utföras. Metoder och kunskapsunderlag behöver tas fram som bidrar till säkrare bedömningar av risker. Idag saknas bland annat metoder för att bestämma erosionsförhållanden i vattendrag och för att bedöma förutsättningar för slamströmmar⁷⁶. Det finns tydliga samband mellan klimatfaktorer och ras i berg, men även här är forskningen och kunskapen begränsad⁷⁷.

Nationellt underlag för översvänningsrisk från extrem nederbörd (skyfall) saknas. Flera länsstyrelser och kommuner har genomfört skyfallskarteringar, men olika metoder har

⁷⁴ Sweco, Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, 2020-11-04

⁷⁵ Regional kustsamverkan Skåne och Halland, <http://projects.swedgeo.se/RKS-SH/>

⁷⁶ Klimatlasters effekter på naturlig mark och geokonstruktioner – geotekniska aspekter på klimatförändringen, SGI 2018-04-16

⁷⁷ Klimatlasters effekter på naturlig mark och geokonstruktioner – geotekniska aspekter på klimatförändringen, SGI 2018-04-16

använts och medför därmed inte möjlighet att jämföra resultaten nationellt. MSB har tagit fram en vägledning hur skyfallskarteringar kan genomföras⁷⁸.

Flera länsstyrelser och kommuner har förmedlat att de upplevt svårigheter med att tillämpa underlag kring högvattenhändelser i havet, specifikt i arbetet med fysisk planering.

Förslag på insatser:

- Ta fram och utveckla kunskapsunderlag, metoder och verktyg för att bedöma och kartera områden med risk för ras, skred, erosion och översvämning i ett förändrat klimat.
- Genomför kust- och strandszonskartering enligt förslag i den nationella geodatastrategin.
- Utred hur stigande havsnivå påverkar grundvattnet och vilka medföljande effekter det innebär.
- Bedriv forskning och utveckling om hur klimatförändringens effekter påverkar hållfastheten i naturlig mark och olika geokonstruktioner, samt ta fram underlag som kan bidra till att geotekniska regelsystem, föreskrifter och rådsdokument uppdateras med hänsyn till ändrade förutsättningar.
- Se över och utveckla metodik för kartering av översvämning såväl för vattendrag och för kustområden och extrem nederbörd (skyfall).
- Se över kunskapsunderlag för högvattenhändelser med låg sannolikhet.
- Öka kunskapen om effekterna från naturhändelser på olika naturtyper och kulturmiljöer.

Förvaltning av geodata

Geodata behöver vara tillgänglig och kunna förstås av användaren. Det finns ett önskemål från kommuner, länsstyrelser och andra aktörer om mer enhetliga och lättförståeliga metadata som beskriver vilka geodata som finns tillgängligt för klimatanpassning och hur de kan användas. De behöver också bli lättare att söka och hitta dessa⁷⁹.

SGI, Sveriges geologiska undersökning, MSB, SMHI, Lantmäteriet, Skogsstyrelsen, Havs- och vattenmyndigheten och Sjöfartsverket har sedan tidigare ett samarbete för att harmonisera underlag som berör ras, skred och erosion⁸⁰. MSB förvaltar information om översvämning i översvämningsportalen. Det finns ett förslag framtaget att utveckla samverkan inom ramen för arbete med Geodatarådets handlingsplan genom att koppla arbetet till nationella förvaltarskap⁸¹.

Mycket information som tas fram i samhället förvaltas eller tillgängliggörs inte på ett systematiskt sätt. Det gäller exempelvis skyfallskarteringar och markegenskaper i form av geotekniska undersökningar och utredningar⁸². Idag saknas datavärdskap för att hantera

⁷⁸ Vägledning för skyfallskartering : tips för genomförande och exempel på användning Publikationsnummer: MSB1121 - augusti 2017

⁷⁹ Metadata för klimatanpassning, GITTER Consult AB och MetaGIS AB, 2020

⁸⁰ Kartunderlag om ras, skred och erosion, <https://www.sgi.se/sv/samhallsplanering--sakerhet/planeringsunderlag/kartunderlag-om-ras-skred-och-erosion/> hämtad 2021-04-12

⁸¹ Metadata för klimatanpassning, GITTER Consult AB och MetaGIS AB, 2020

⁸² Arbete för hållbart markbyggande i Sverige, WSP 2021-02-26

geoteknisk information. Sammantaget leder detta till ineffektivitet i samhällsplaneringen och risk för dubbelarbete.

Förslag på insatser:

- Verka för en likvärdig tillgång till geodata över hela landet.
- Stärk förvaltningen av geodata genom att utveckla tekniska lösningar, målgruppsanpassade metadata och nationella redaktioner.
- Utveckla datavårdskap och förvaltning av geoteknisk information.

Bedömning av risk, sårbarhet, kostnader, nyttor och osäkerheter

För att kunna hantera och prioritera riskerna behövs metodik för riskhantering och stöd i hur osäkerheter kan hanteras. Att kunna bedöma och hantera kumulativa och så kallade kaskadeffekter är ytterligare en utmaning. Många aktörer, såväl kommuner som länsstyrelser och konsulter, saknar kunskap att göra de komplexa riskbedömningar som krävs, och det behövs ett utökat stöd i det arbetet.^{83 84} Flera myndigheter har också uppmärksammat behovet av att öka kunskapen hos berörda aktörer om samhällsekonomiska metoder och deras användningsområden.⁸⁵ Enligt EU-kommissionens klimatanpassningsstrategi behöver förståelsen för olika lösningars kostnader, fördelar och fördelningseffekter öka. Den efterlyser också en bättre förståelse för kopplingen mellan klimatrisker och socioekonomiska sårbarheter och ojämlikheter.⁸⁶

Metodik för att arbeta med kostnad- nyttoanalyser för naturhändelser efterfrågas.⁸⁷ Det har också visat sig att det finns ett tydligt behov att förbättra insamling, sammanställning och analys av skadedata för naturolyckor se kapitel 7.4.

Vid riskbedömning och riskvärdering av förorenade områden, samt vid val av saneringsåtgärder, är det viktigt att ta hänsyn till de ändrade förhållanden och effekter som ett förändrat klimat kan innebära.

Förslag på insatser:

- Öka möjligheten att bedöma och hantera risker för ras, skred, erosion och översvämning genom att ta fram kunskapsunderlag och vägledning.
- Ta fram vägledning för att göra kostnad- nyttoanalyser, särskilt när det gäller att hantera kumulativa effekter, miljövärden och sociala aspekter.
- Utveckla klimatanpassade underlag och utveckla metodik för fördjupad riskbedömning som tar hänsyn till klimataspekter.

Hantering av risker i den fysiska planeringen

Översiktsplanen är kommunens viktigaste instrument för att ge vägledning om hur mark- och vattenområden bör användas i framtiden. Sedan 2018 är kommunen skyldig att ge sin syn på risken för skador på den byggda miljön till följd av översvämning, ras, skred och

⁸³ Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, Sweco 2020-11-04

⁸⁴ Sweden and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, A Gap Analysis, MSB maj 2021.

⁸⁵ Samhällsekonomiska analyser av naturhändelser – Kartläggning och analys, MSB 2021

⁸⁶ Att bygga upp ett klimateresilient Europa - den nya EU-strategin för klimatanpassning, Bryssel den 24.2.2021, EU COM(2021) 82 final

⁸⁷ Arbete för hållbart markbyggnade i Sverige, WSP 2021-02-26

erosion som är klimatrelaterade samt på hur sådana risker kan minska eller upphöra. Hittills hanteras dock de geotekniska riskerna ofta alltför översiktligt och det saknas en bedömning och analys av vad risker innebär vid lämplighetsprövning enligt Plan-och bygglagen. Översiktsplaner ger inte heller tillräckligt med stöd vid handläggning av förhandsbesked eller bygglov.⁸⁸

Boverket har tagit fram en vägledning till stöd i länsstyrelsernas tillsyn av kommunernas detaljplaner gällande risken för ras, skred, erosion och översvämning. Därutöver har flera länsstyrelser tagit fram egna riktlinjer för hantering av översvänningsfrågor i detaljplan. Många kommuner upplever att det finns en otydlighet om vilka riktlinjer som gäller i deras län. Flera kommuner har också tagit fram egna riktlinjer för översvämning.⁸⁹

Ett annat problem är att det ofta saknas kompetens hur de geotekniska frågorna ska hanteras, både inom kommun och länsstyrelse.⁹⁰ I en enkätundersökning till kommunerna 2019 framkom bland annat att det finns en osäkerhet om och när de geotekniska frågorna ska prövas under plan- och lovprocessen.⁹¹ Av de som jobbar med detaljplaner framfördes att det är otydligt vilka krav på utredningar som kan ställas i detaljplaneskedet och vad som kan lämnas till byggskedet. Det behövs även en bättre förståelse hos de geotekniska konsulterna för vilka frågor som lagmässigt behöver hanteras var i plan- och byggprocessen.

Flera kommuner har framfört önskemål om kompetenshöjande insatser i form av utbildning och vägledningsmaterial, bland annat tydligare vägledning och beskrivning av hur de nationella underlagen avseende översvämning, ras, skred och erosion kan användas i planeringssammanhang. Ett problem med de nationella planeringunderlagen är att de kan vara för översiktliga. Ofta krävs platsspecifika utredningar i detaljplan och bygglov för att kunna bedöma stabiliteten, erosion- eller översvänningsrisker samt vilka åtgärder som krävs. Här behöver kommunerna stöd med att ta fram bra underlag. Önskemål finns även att utveckla geotekniska underlag som tar hänsyn till klimatförändringarna.

Konsultföretaget WSP menar att en nyckelfaktor för att kunna lyckas bättre med planeringen är att kombinera utredningar inom teknikområdena ”geoteknik” och ”dagvatten”. Ofta hanteras de separat, vilket är en risk i sig.⁹²

Under 2020 påbörjade SGI ett arbete att ta fram en vägledning för att hantera geotekniska risker i planprocessen. Vägledningen kommer behöva utvecklas i samarbete med flera aktörer och i takt med att kunskapen ökar.

Förslag på insatser:

- Se över Boverkets tillsynsvägledning för översvänningsrisk och genomför en översyn av länsstyrelsernas riktlinjer.

⁸⁸ Länsstyrelserna/Boverket, Tema geotekniska risker, regeringsuppdrag redovisat 2019 (RU38)

⁸⁹ Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, Sweco 2020-11-04

⁹⁰ Boverket, Tillsynsvägledning avseende risken för skred och erosion, Rapport 2019:9

⁹¹ Länsstyrelserna/Boverket, Tema geotekniska risker, regeringsuppdrag redovisat 2019 (RU38)

⁹² Arbete för hållbart markbyggande i Sverige, WSP 2021-02-26

- Ta fram och tillgängliggöra förbättrade planeringsunderlag som tar hänsyn till klimatförändringarna, för att identifiera riskområden.
- Genomför kompetenshöjande insatser för länsstyrelser, kommuner och konsulter.
- Utveckla vägledning för hur geotekniska säkerhetsrisker bör hanteras i plan- och bygglovsprocessen.
- Öka stödet och rådgivningen till kommuner i det tidiga planskedet för att hantera geotekniska risker.

Kompetens vid beställning av utredningar

Konsultföretaget WSP konstaterar i sin analys⁹³ att kommuner i stor utsträckning saknar tillräcklig kompetens som beställare av uppdrag som rör klimatanpassning av byggandet. Kommunerna behöver råd och stöd när det gäller att upphandla olika typer av utredningar som behövs i planprocesser eller för att planera, projektera och genomföra åtgärder.

Förslag på insats:

- Ta fram vägledning och genomför informationsinsatser när det gäller upphandling av utredningar som behövs i planprocesser eller för att planera, projektera och genomföra åtgärder.

Naturbaserade lösningar och åtgärder inom skogsbruket

För att hantera översvämning från vattendrag och skyfall finns flera möjliga naturbaserade lösningar. Medvetenheten och användning av dessa har ökat de senaste åren, men kunskapen om hur väl olika åtgärder fungerar och vad de ger för effekt är dock fortfarande otillräcklig. Kunskapen om utformning och dimensionering av naturbaserade lösningar behöver öka. Bristande tillgång till genomförbara åtgärder är ett av de största hindren för anpassning⁹⁴.

Regional kustsamverkan Skåne/Halland har särskilt uttryckt ett behov att öka kunskapen om olika åtgärdslösningar för att hantera erosion och översvämningar⁹⁵. Vid kusten är dock användningen av naturbaserade lösningar fortfarande låg. Naturanpassade erosionsskydd börjar användas i vattendrag, men ännu i en blygsam skala och kunskap om lämplig utformning av skydden behöver öka.

En ökad nederbördsmängd och ett ökat antal skyfall på slänter med liten vegetationstäckning kan leda till en ökad erosion, vilken i sin tur kan leda till skred och ras. Kunskapen om hur vegetation kan etableras i en slänt, vilken vegetation som är lämplig, samt hur vegetationen ska skötas för att stå emot ett framtida klimat behöver tas

⁹³ Arbete för hållbart markbyggande i Sverige, WSP 2021-02-26

⁹⁴ Att bygga upp ett klimateresilient Europa - den nya EU-strategin för klimatanpassning, Bryssel den 24.2.2021, EU COM(2021) 82 final

⁹⁵ Regional kustsamverkan Skåne och Halland, <http://projects.swedgeo.se/RKS-SH/>

fram⁹⁶. Inom skogsbruket är informationsbehovet stort för att förstå hur olika skogliga åtgärder påverkar erosion, ras och slamströmmar.

Förslag på insatser:

- Öka kunskapen om och ta fram stöd för implementering av naturbaserade lösningar.
- Analysera, ta fram riktlinjer och genomföra informationsinsatser om vegetationsförändringar och skogliga åtgärder som påverkar marken och leda till erosion och slamströmmar i brant terräng.

7.1.2 Ökat lärande genom uppföljning av klimateffekter och åtgärder

Åtgärd: Utveckla övervakningssystem för att följa upp klimateffekter och öka kunskapen om olika åtgärders funktionalitet och effekt på omgivningen genom uppföljning och utvärdering.

Kunskapen behöver öka om hur olika åtgärder fungerar och vilka effekter olika lösningar ger. Särskilt naturbaserade lösningar behöver testas och utvärderas för att stärka argumentationen kring deras funktion och visa på lärande exempel. Mångfunktionella nyttor behöver lyftas. Resultaten behöver spridas för att skapa incitament till att genomföra åtgärder. Det behövs också grundläggande kunskap om hur marken påverkas av klimatförändringarna, exempelvis hur markens stabilitet påverkas eller hur strandlinjen förändras. Genom olika typer av övervakningssystem kan kunskapen om klimateffekterna öka.

Förslag på insatser:

- Öka kunskapen om hur olika typer av åtgärder fungerar i ett långsiktigt perspektiv och vilka effekter åtgärderna ger utifrån ett hållbarhetsperspektiv. Särskilt naturbaserade lösningar behöver testas och utvärderas.
- Utveckla övervakningssystem för kritiska markfaktorer som grundvattentryck, porvattentryck samt erosion och markrörelser i riskområden.
- Utveckla övervakningssystem för att följa upp effekterna av en stigande havsnivå, samt stöd för att hantera och tolka mätdata.

7.2 Stärka berörda aktörers förmåga att ta ansvar

7.2.1 Lagstiftning, regelverk och ansvarsförhållande

Åtgärd: Utveckla juridiska styrmedel för att underlätta åtgärdsarbetet. Lagstiftning och regelverk behöver utformas så de förbättrar möjligheterna för olika aktörer att genomföra åtgärder och som möjliggör en dynamisk anpassning i samhället. Särskilt behöver rådgivning och ansvarsförhållanden att genomföra och förvalta åtgärder utredas.

Det finns idag ett antal hinder som behöver överbryggas för att åtgärdsarbetet ska ta fart och för att åtgärderna ska bli robusta och flexibla. En sammanställning av kommuners klimatanpassningsarbete, som SMHI tagit fram, visar att över 70 procent av de tillfrågade

⁹⁶ Klimatlasters effekter på naturlig mark och geokonstruktioner – geotekniska aspekter på klimatförändringen, SGI 2018-04-16

kommunerna upplever att nuvarande ansvarsfördelning mellan stat, kommun, fastighetsägare och andra aktörer är ett hinder för klimatanpassningsarbetet. Bland annat lyfts frågan om fastighetsägarens ansvar fram som problematisk⁹⁷. Vidare anger cirka 70 procent av de tillfrågade att bristande kunskap och otillräckligt agerande hos fastighetsägare är ett problem.

Fysisk planering

Att kommunerna ska ta hänsyn till risker för översvämningar, ras, skred och erosion i den fysiska planeringen har blivit tydligare i lagstiftningen. Men fortfarande kvarstår vissa svårigheter, bland annat att säkerställa att nödvändiga åtgärder blir genomförda eller att det skapas andra långsiktiga hållbara lösningar för samhället. Den stora utmaningen ligger framförallt i att hantera befintlig bebyggelse. En annan svårighet är att skapa en mer flexibel och dynamisk anpassning till klimatförändringarna.

Många kommuner brottas med gamla detaljplaner där varken risker för ras, skred, erosion, översvämning eller klimatförändringar har beaktats. Innebörden är att kommunen inte har stöd i lagen för att avslå en ansökan om bygglov även om kunskap om riskerna finns. Analyserna som kommunerna gör i översiktsplanen bör leda till att äldre detaljplaner upphävs eller ändras på frivillig basis. Klimatanpassningsutredningen föreslår att om det inte sker bör en ny lagstiftning om obligatorisk omprövning övervägas.⁹⁸

Även för ny bebyggelse finns utmaningar. I de fall det behövs skyddsåtgärder i en detaljplan aktualiseras ett antal frågor. Det kan handla om hur skyddsåtgärder säkerställs inom en detaljplan, exempelvis på allmän plats, kvartersmark eller tomt, och hur ansvaret och kostnader fördelas mellan fastighetsägare och kommun. Särskilt komplext blir det om åtgärder behöver säkerställas utanför planområdet och behöver lösas på annat sätt. En annan utmaning är att hantera åtgärder som behövs långt fram i tiden i syfte att säkerställa markens lämplighet.

Klimatförändringar, olycksperspektivet och riskbedömningar behöver hanteras inom ramen för en miljöbedömning av planer och program. Det finns bland annat svårighet att bedöma kumulativa aspekter, relationer mellan orsak och verkan, samt osäkerhet kring framtida klimat.

För att underlätta för både kommuner och länsstyrelser med avseende på geotekniska säkerhetsfrågor och översvämningrisker i planprocesser skulle tydliga riktlinjer angående val av lämpliga säkerhetsnivåer och utredningsmetodik från nationella myndigheter kunna bidra. Boverket och Transportstyrelsen har vissa möjligheter att föreskriva inom det geotekniska området kopplat till byggnader och anläggningar. Det finns ett behov att förtydliga och komplettera dimensioneringsanvisningar inom geoteknik så att dessa omfattar alla typer av markanvändning, det vill säga även områden runt byggnader och anläggningar. Idag används Skredkommissionens anvisningar tillsammans med tillämpningsdokument som tagits fram av

⁹⁷ Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, Sweco 2020-11-04

⁹⁸ Betänkande av Klimatanpassningsutredningen: Vem har ansvaret? SOU 2017:42

Implementeringskommissionen för Europastandarder, IEG och dessa dokument är enbart vägledande.

Förslag på insatser:

- Utred om lagstiftningen är ändamålsenlig och tillämpningen av plan- och bygglagen är tillräcklig för att säkerställa att risken för ras, skred, erosion och översvämning omhändertas i planprocesserna.
- Utred om tillämpningen i miljöbedömningsprocessen tillräckligt väl beaktar klimatrelaterade risker och omhändertar effekter kopplade till risken för ras, skred, erosion och översvämning.
- Utred om vissa delar som tagits fram av kommissioner för att bedöma markens geotekniska säkerhet borde införas som allmänna råd eller föreskrift från central myndighet.

Rådighet och markåtkomst för att genomföra åtgärder

En förutsättning för att genomföra åtgärder är att den mark som behöver tas i anspråk också kan göras tillgänglig för ändamålet. En grundläggande fråga är om olika lagstiftningar, som exempelvis expropriationslagen, anläggningslagen, servituts-lagstiftningen och inlösenregleringen i PBL är tillräckliga för att ge kommunen mark att bygga nödvändiga skyddshinder på. En annan grundläggande fråga är om det finns tillräckliga möjligheter för fastighetsägare att samarbeta om skyddsåtgärder med eller utan stöd från kommunen⁹⁹.

Regional kustsamverkan Skåne-Halland har identifierat otydligheter när det gäller rådighet och tillgång till markområden som ett hinder för att genomföra åtgärder i kustområden. Detta eftersom storskaliga åtgärder ofta kräver ett genomförande på såväl enskild, kommunal som statlig mark¹⁰⁰. Naturbaserade lösningar kräver ofta stora markanspråk såsom våtmarker och buffertzoner längs kusten. Frågan är komplex och klimatanpassningsutredningen (SOU 2017:42) föreslog att frågan utreds i särskilt sammanhang.

Förslag på insats:

- Utred om befintlig lagstiftning ger de förutsättningar till markåtkomst som kommunen och fastighetsägare behöver för att genomföra hållbara åtgärder.

Anläggningslagen och lag med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet

Om anläggningslagen (1973:1149) och lag (1998:812) med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet, i högre utsträckning kunde samordnas skulle det underlätta tillämpningen av lagarna. Det kan vid tidpunkten för ansökan vara oklart om den anläggning ansökan avser kommer att bedömas som markavvattning eller ej, till exempel vid anläggningar med flera funktioner. Det skulle vidare underlätta förvaltningen om sammanflätade anläggningar kunde hanteras som en helhet¹⁰¹.

⁹⁹ Betänkande av Klimatanpassningsutredningen: Vem har ansvaret? (SOU 2017:42), s. 162.

¹⁰⁰ Regional kustsamverkan Skåne och Halland, <http://projects.swedgeo.se/RKS-SH/>

¹⁰¹ Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder, Vesterlins 2021-03-09

Förslag på insatser:

- Utred hur anläggningslagen och lag om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet kan samordnas i enlighet med förslaget i vattenverksamhetsutredningen slutbetänkande, SOU 2014:35.
- Genomför informations- och utbildningsinsatser till berörda aktörer om tillämpning av befintlig lagstiftning för att genomföra klimatanpassningsåtgärder.

Fastighetsägares möjlighet att genomföra åtgärder

Ansvar för skydd av egendom ligger i första hand på egendomens ägare¹⁰². Fastighetsägaren har ansvar för sin fastighet och står för kostnaderna för skador. Detta innebär att fastighetsägaren har det yttersta ansvaret för klimatanpassning av befintlig bebyggelse¹⁰³. För att rådande ansvarsfördelning ska vara rimlig behöver den drabbade aktören ha rådighet och möjlighet att vidta de åtgärder som krävs. När ett klimatrelaterat problem kan lösas genom åtgärder i mindre skala kan det vara rimligt att dessa åtgärder vidtas av den berörda aktören eller i samarbete med andra fastighetsägare. För andra typer av åtgärder som kräver mer storskaliga och samordnade insatser, såsom skredsäkring, högvattenskydd och åtgärder för skyfallshantering, kan det i praktiken vara omöjligt för en enskild aktör att vidta de åtgärder som krävs¹⁰⁴.

Ett annat problem är att det inte alltid är önskvärt, ur ett förvaltning- och säkerhetsperspektiv, att enskilda har ansvaret för en skyddsanläggning. Det är inte heller säkert att de åtgärder som fastighetsägare genomför för sitt eget intresse är de mest effektiva och lämpliga ut ett samhällsperspektiv eller utifrån ett allmänt intresse. Skogsbrukets har särskilda utmaningar där incitament ofta saknas för att skapa klimatanpassningsåtgärder, till exempel att behålla växlighet i brant terräng som skredsäkring eller för att minska risken för översvämning nedströms¹⁰⁵.

De åtgärder som krävs i de identifierade riskområden kan inte lösas enbart genom fastighetsägarnas försorg. Det kommer behövas en kombination av åtgärder som genomförs av enskilda fastighetsägare, fastighetsägare som samverkar med varandra eller med kommunen, samt andra lösningar som genomförs av kommun eller stat.

Förslag på insatser:

- Utred förutsättningarna och lämpligheten för fastighetsägare att genomföra åtgärder enskilt, i samarbete med andra fastighetsägare och med kommun.
- Utred förutsättningar och incitament för skogsfastigheter att genomföra åtgärder.
- Informera enskilda om deras ansvar för klimatanpassningen.

¹⁰² Nationell strategi för klimatanpassning (Prop. 2017/18:163)

¹⁰³ Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, Sweco 2020-11-04

¹⁰⁴ Klimatanpassning – Urval av tillämplig lagstiftning till stöd för myndigheter och kommuner, Delphi 2021-01-21

¹⁰⁵ Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder, Vesterlins 2021-03-09

Förvaltning och tillsyn av åtgärder

Genomförande av åtgärder behöver bedömas utifrån ett förvaltningsperspektiv. Tillsyn behöver säkra att åtgärder blir genomförda och förvaltas väl, samt att restriktioner efterlevs.

Skyddsåtgärder på allmän plats, med kommunalt huvudmannaskap inom ett nytt detaljplanelagt område, kan ofta anses som relativt väl säkerställda. Det bygger dock på att kommunen också följer bestämmelserna. Boverket har i tidigare uppföljning av PBL pekat på att kommunerna ibland undviker att planlägga allmän plats, bland annat för att undgå kostnader och ansvar för anläggning och underhåll.¹⁰⁶

Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder kan vara komplexa att både utföra och förvalta. Det kan också finnas anläggningar som har sådan komplexitet att det inte är lämpligt att de utförs och förvaltas av lekmän. Genom tillsyn och stöd kan tillämpningen av anläggningslagen och inrättaden av gemensamhetsanläggningar utvidgas¹⁰⁷.

Förslag på insats:

- Utred om befintlig lagstiftning, tillsyn och ansvarsfördelning ger de förutsättningar som behövs för att förvalta hållbara och säkra åtgärdslösningar.

7.2.2 Samarbete och samordning

Åtgärd: Skapa förutsättningar för aktörer att samarbeta kring åtgärder för att hantera ras, skred, erosion och översvämningar.

Klimatförändringarna sker gränslöst och kräver samordnade insatser. Samarbete behöver ske både mellan och inom fler nivåer; internationellt, nationellt, regionalt, kommunalt och med den privata sektorn¹⁰⁸. Flera myndigheter men även företag arbetar redan idag med förebyggande åtgärder för att minska risker med ras, skred, erosion och översvämning.

Ett av de globala målen i Sendairamverket är att alla länder ska ha nationella strategier för katastrofriskreducering. Tydliga nationella mål och strategier är en viktig förutsättning för samverkan och samordning i arbetet med krisberedskap och klimatanpassning. Den nationella strategin klimatanpassning har tagits fram för att hålla ihop arbetet med anpassning till ett förändrat klimat. Regeringen har påbörjat arbetet med att revidera nationella säkerhetsstrategin som MSB föreslagit också bör nämna Sendairamverket. MSB håller på att ta fram en nationell handlingsplan för katastrofriskreducering, som ska fastställas 2022, som avser komplettera den nationella säkerhetsstrategin.

I dagsläget finns flera samverkansfora där frågor om ras, skred, erosion och översvämning diskuteras. Några exempel är Delegationen för Göta älv, Arbetsgrupp

¹⁰⁶ Tillsynsvägledning avseende risken för skred och erosion, Boverket, Rapport 2019:9

¹⁰⁷ Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder, Vesterlins 2021-03-09

¹⁰⁸ Klimatanpassning – Urval av tillämplig lagstiftning till stöd för myndigheter och kommuner, Delphi 2021-01-

naturolyckor, Myndighetsnätverket för klimatanpassning, Boverkets myndighetsnätverk om klimatanpassning av den bebyggda miljön, Älvsamordningsgrupper, Making cities resilient nätverket, Regional kustsamverkan Skåne-Halland, Vänerrådet, Myndighetsnätverket för stranderosion och Delegationen för ras- och skredfrågor.

Samarbete på en praktisk nivå behöver öka mellan kommun, länsstyrelse och nationella myndigheter inom riskområden med likartade problem. Det finns också ett behov av att i större grad inkludera andra aktörer för att genomföra förebyggande och fysiska åtgärder. Exempel på aktörer är markägare inom skogs- och lantbruk, lärosäten, försäkringsbolag, banker, fastighetsägare, branschorganisationer och entreprenörer inom bygg- och anläggningsbranschen. Regional kustsamverkan i Skåne-Halland är ett exempel på nätverk mellan flera aktörer där erfarenhetsutbyte sker och gemensamma kunskapshöjande aktiviteter identifieras. I Västra Götalands län sker samverkan mellan SGI, länsstyrelsen och kommunerna för att dela erfarenheter när det gäller att tillämpa geotekniska säkerhetsfrågor i planprocessen. Typ av samverkan kan variera beroende på behov och olika föutsättningar i de olika riksområdena.

Förslag på insatser:

- Skapa förutsättningar som möjliggör samverkan och samarbete mellan aktörer i respektive riskområde, samt mellan olika riskområden med likartade problem.
- Främja samarbetsmöjligheter för att genomföra åtgärder som sträcker sig över läns- och kommungränser.
- Harmonisera olika myndigheters mål och åtgärder, enligt förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete, för arbete med ras, skred, erosion och översvämning.

7.2.3 Stöd och rådgivning

Åtgärd: Utveckla ett system för stöd och rådgivning till kommuner, fastighetsägare och andra aktörer som genomför åtgärder.

Berörda myndigheter behöver tillhandahålla stödfunktion för kommuner och fastighetsägare som ska genomföra åtgärder. Det kan exempelvis handla om stöd vid upphandling av utredningar och analyser av risker¹⁰⁹ eller för att välja bästa läge, utförande och förvaltning av en åtgärd¹¹⁰.

Bättre information till fastighetsägare kan underlätta inrättande av gemensamma anläggningar, samtidigt som det praktiska tillämpningsområdet för anläggningslagen och lag med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet avsevärt kan ökas¹¹¹.

Förslag på insats:

- Utred hur ett system för stöd och rådgivning till kommuner och fastighetägare kan utvecklas.

¹⁰⁹ Arbete för hållbart markbyggnad i Sverige, WSP 2021-02-26

¹¹⁰ Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder, Vesterlins 2021-03-09

¹¹¹ Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder, Vesterlins 2021-03-09

7.2.4 Organisation och offentlig styrning

I detta uppdrag har åtgärder som berör organisation och offentlig styrning inte hanterats men frågan är viktig. Flera kommuners nämner att bristande intern ansvarsfördelning och strukturering av klimatanpassningsarbetet hämmar kommuners klimatanpassningsarbete. De lyfter fram att bristande stöd, prioriteringar eller resurstilldelning i den egna organisationen är ett hinder i arbetet¹¹².

Samordning över sektorsgränser är nödvändigt för att hantera målkonflikter och hitta hållbara och effektiva åtgärdslösningar. Exempelvis finns det ett växande överlapp mellan ämnesområdena klimatanpassning och katastrof- och riskhantering, något som även bör uppmärksammas för att i större utsträckning utnyttja synergier mellan områdena i både praktik och forskning.¹¹³

EU kommissionen beskriver att klimatförändringarna har en så genomgripande påverkan att de måste bemötas på ett systematiskt sätt och att faktorer vad gäller klimatreiliens behöver integrera i alla relevanta politikområden¹¹⁴.

7.3 Investera i förebyggande åtgärder

Det är nödvändigt att öka förmågan hos aktörer så att de kan investera i förebyggande åtgärder. Utöver att skapa de förutsättningar som behövs för att genomföra åtgärder, som beskrivs ovan, behöver även frågan om finansiering lösas.

7.3.1 Finansiering

Åtgärd: Utveckla ekonomiska styrmedel som förbättrar möjligheten att genomföra förebyggande åtgärder mot ras, skred, erosion och översvämning.

Risken för översvämningar, ras, skred och erosion ökar på många håll så mycket att förstärkta insatser för förebyggande åtgärder är motiverade. Det finns behov av stora investeringar för att minska sårbarheten för extrema väderhändelser och långsiktiga klimatförändringar. Denna bild bekräftas av SMHI:s sammanställning av kommuners klimatanpassningsarbete, där cirka 80 procent av de tillfrågade kommunerna lyfter fram otillräcklig finansiering som ett hinder¹¹⁵. Finansiering av åtgärder behöver ställas i relation till om det avser små, medelstora eller stora åtgärder, vem ska utföra den, samt typ av åtgärd, exempelvis större infrastrukturella åtgärder eller naturbaserade lösningar. De olika förutsättningarna gör att det kan finnas flera önskvärda finansieringslösningar.

Ett identifierat hinder kopplat till finansiering av åtgärder för ny bebyggelse är att många klimatrelaterade problem omfattar större geografiska områden än en detaljplan eller enskild fastighet. Det kan innebära att en detaljplan är beroende av att åtgärder vidtas utanför planområdet, och omvänt att stora åtgärder kan behöva vidtas inom en detaljplan för att skydda omkringliggande områden. Fler kommuner efterfrågar svar på hur stor

¹¹² Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, Sweco 2020-11-04

¹¹³ SMHI: Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat

¹¹⁴ EU, Att bygga upp ett klimatreilient Europa - den nya EU-strategin för klimatanpassning, Bryssel den 24.2.2021, COM(2021) 82 final

¹¹⁵ Kommunernas arbete med klimatanpassning 2019, SMHI, Klimatologi Nr 55, 2020

andel av kostnaden som det är rimligt att exploateringen ska bära, och vilka möjligheter det finns för att ta betalt från andra som gynnas av åtgärden¹¹⁶.

För byggd miljö ligger den största utmaningen i att finansiera åtgärder för befintlig bebyggelse. Flera kommuner efterfrågar lösningar för att fördela kostnader för åtgärderna. De lyfter även fram behovet av politiskt stöd för klimatanpassningsarbetet, och vikten av att pengar avsätts i den kommunala budgeten. Många menar även att kostnaderna förknippande med klimatanpassning är så stora att det är nödvändigt att staten går in som finansiär¹¹⁷.

Ett förslag, för att stärka kommunernas möjligheter att finansiera åtgärder, är att införa en kommunal avgift, likt VA-avgiften för vatten och avlopp. Konsultföretaget COWI föreslår att ny lagstiftning, som baseras på utformningen av vattentjänstlagen, kan utformas och utgöra ett komplement till den befintliga lagen¹¹⁸.

Som beskrivits tidigare i detta kapitel har fastighetsägaren ett stort ansvar att genomföra åtgärder, men saknar ofta förutsättningar att genomföra dem. Utan stöd från det offentliga kan det vara svårt för många enskilda fastighetsägare att bibehålla fastighetens funktion och skydda sig¹¹⁹. Statliga subventioner och bidrag kan underlätta för fastighetsägare och vara ett incitament att skapa gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder. De kan riktas mot olika led exempelvis för kostnader i samband med en tillståndsprocess, förrättning, utförande, lån och förvaltning¹²⁰. Utöver subventioner och bidrag behöver fastighetsägaren stöd i form av information, vilket beskrivits ovan.

I dagsläget har kommuner relativt få möjligheter att söka extern finansiering för klimatanpassningsåtgärder. En långsiktighet i finansieringen av åtgärder är viktig för att kunna planera och genomföra åtgärder på kommunal nivå. MSB förvaltar ett bidrag som kommuner kan söka för att förebygga ras, skred och översvämning, där 60 procent av åtgärdskostnaden kan sökas. För år 2021 har 25 miljoner kronor anvisats för detta arbete. Bidraget har varierat över tid och har som högst legat på 129 miljoner kronor. Kommuner längs Göta älv kan söka pengar via SGI och Delegationen för Göta älv för riskreducerande åtgärder. Bidrag kan sökas för 100 procent av åtgärdskostnaden. Medel för klimatanpassningsåtgärder kan även sökas via olika EU-bidrag, men upplevs som mer komplicerat och inte alltid ändamålsenligt. Det finns en önskan från flera kommuner att det statliga bidraget till kommuner ökar. För MSB:s bidrag finns förslag att det även ska omfatta åtgärder för erosion.

Förslag på insatser:

- Utöka de statliga bidragen för att finansiera genomförandet av åtgärder, motsvarande de befintliga bidragen via MSB:s 2:2 medel och SGI:s bidrag till åtgärder i Göta älv, eller identifiera andra liknande lösningar.

¹¹⁶ Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, Sweco 2020-11-04

¹¹⁷ Hinder och möjligheter vid klimatanpassning för den byggda miljön, Sweco 2020-11-04

¹¹⁸ Kommunala avgifter och klimatanpassning, en juridisk översyn, COWI, maj 2021

¹¹⁹ Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder, Vesterlins 2021-03-09

¹²⁰ Gemensamhetsanläggningar för klimatanpassningsåtgärder, Vesterlins 2021-03-09

- Utvidga användningsområdet för befintliga MSB-medel att även omfatta åtgärder mot erosion.
- Utred möjligheten att införa en kommunal avgift för att finansiera åtgärder.
- Utred möjligheten att skapa statliga subventioner och bidrag till att inrätta anläggningar som utförs och förvaltas av fastighetsägarkollektivet, såsom gemensamhetsanläggningar och markavattningssamfälligheter.
- Utred finansieringslösningar som utgår ifrån de behov som finns idag och situationer som förväntas bli vanliga i framtiden.

7.4 Stärka beredskapen och återuppbyggnaden

7.4.1 Ökat lärande genom uppföljning av inträffade händelser

Åtgärd: Utveckla system för insamling och uppföljning av erfarenheter och skadedata från inträffade händelser.

Lärandet efter inträffade ras, skred och översvämningar är en viktig del i det systematiska säkerhetsarbetet. Att undersöka och utreda vad som hänt skapar förutsättningar för samhället att minska riskerna för liknande händelser i framtiden. Genom att utreda vad som hänt, vilka skador som uppstått och hur man har hanterat situationen, kan man hitta nya vägar att gå för att minska riskerna.

Det finns ett tydligt behov av att förbättra insamling, sammanställning och analys av data för naturolyckor.¹²¹ I dagsläget finns ingen systematisk uppföljning av inträffade ras, skred och översvämningar, med undantag från rapporteringen som samlas in i samband med räddningstjänstens insatser. För att få en samlad bild av kostnaderna vid inträffade händelser behöver skadestatistik från försäkringsbolag kompletteras med kostnader från exempelvis kommuner och Trafikverket med flera.

Förslag på insats:

- Ta fram ett system för insamling och uppföljning av erfarenheter och skadedata från inträffade händelser.

7.4.2 Förändrad markanvändning

Åtgärd: Utred och utveckla system för att hantera förändrad markanvändning över tid och flexibel anpassning i riskområden.

Klimatanpassning och god markhushållning innebär att se över mark- och vattenanvändning både före och efter en händelse. Vanligtvis övervägs olika typer av skyddslösningar eller anpassning av byggnader för att möta risker med ras, skred, erosion och översvämning. Det är mindre vanligt att överväga lösningar som bygger på att succesivt ta bort riskstrukturer och/eller avstå från att planera ny utveckling i riskbenägna områden. Det saknas ofta strategier och tydliga system för att anpassa pågående markanvändning eller att omlokalisera verksamheter, byggnader och infrastruktur från hotade områden.¹²² Möjligheterna att reservera mark för framtida behov och ekosystemen utnyttjas inte heller fullt ut. Roller i samhällsbyggnadsprocessen

¹²¹ Sweden and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, A Gap Analysis, MSB maj 2021.

¹²² Sweden and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, A Gap Analysis, MSB maj 2021.

behöver tydliggöras och metoder för samråd och dialog behöver utvecklas.¹²³ Utan styrmedel och ett tydligt regelverk är det svårt att hantera en förändrad markanvändning, inte minst när det gäller fördelningen av kostnader mellan, stat, kommun och enskilda markägare. Det kan exempelvis beröra kommunalt vatten- och avlopp som påverkas av havsnivåhöjning.

Förslag på insats:

- System och verktyg för att hantera förändrad markanvändning i riskområden behöver utredas och utvecklas.

¹²³ Sweden and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, A Gap Analysis, MSB maj 2021.

8 Slutsatser och förslag till fortsatt arbete

Tio nationella riskområden där skaderisken för människors hälsa, miljön, ekonomisk verksamhet och kulturarvet är större än i andra delar av Sverige har identifierats. För att förebygga skaderisken behöver särskilt både juridiska och ekonomiska styrmedel utvecklas för att takten i åtgärdsarbetet ska kunna öka. Fortsatta kunskapshöjande insatser om olika riskområdens känslighet för klimatförändringarna men också om hur de ska bedömas för att hållbara åtgärder ska kunna genomföras är nödvändigt. Inleds processen med att skapa bättre förutsättningar för att minska riskerna i närtid kan de förväntade klimatrelaterade skadestånderna begränsas. Uppdraget har visat att förväntade direkta skadeståndar som följd av ras, skred, erosion och översvämning grovt kan uppskattas till 20-50 miljarder kronor med en diskontering på 1.4 procent fram till 2100 om inte förebyggande åtgärder vidtas. Detta bedöms vara en underskattning av den verkliga riskkostnaden bland annat eftersom en fullständig värdering av samhällsekonomiska konsekvenser inte varit möjlig.

Riskområdena är avgränsade utifrån gränsöverskridande komplexa problem där det ofta finns samverkande risker som fastighetsägare, enskilda myndigheter, kommuner eller andra berörda inte kan åtgärda på egen hand. Områdena indikerar därmed var i landet det finns särskilda behov av fortsatta fördjupade riskanalyser på regional och lokal nivå för att kunna genomföra nödvändiga förebyggande åtgärder för att minska riskerna.

Riskområdena har rangordnats för att ge vägledning till hur förebyggande insatser kan prioriteras. Det område i Sverige där förebyggande åtgärder bedöms vara mest angelägna att arbeta vidare med är *Västkusten – Göta älvdalen*. I samtliga identifierade riskområden finns dock komplexa klimatrelaterade risker redan idag som behöver förebyggas i närtid för att förhindra skadehändelser i samband med att klimatförändringarnas effekter blir allt mer påtagliga. Skillnanden i rangordning belyser i huvudsak förväntade skadeståndar fram till 2100 och graden av komplexitet i att genomföra förebyggande åtgärder.

Det konstateras att nuvarande investeringsförmåga hos berörda aktörer när det gäller förebyggande åtgärder underskrider de miljardbelopp i riskkostnader som beräknats för de förväntade skadehändelserna. Olika styrmedel behöver utvecklas för att förbättra förutsättningarna för att klimatanpassningsåtgärder ska kunna genomföras.

En förutsättning för att genomföra åtgärder är att den mark som behöver tas i anspråk för åtgärden också kan göras tillgänglig för ändamålet. Det offentliga Sverige, i form av stat, kommun och landsting, äger tillsammans omkring 8 miljoner hektar eller cirka 20 procent av den totala landarealen i Sverige¹²⁴. Av denna andel äger statliga markförvaltande myndigheter som Statens fastighetsverk, Naturvårdsverket och Fortifikationsverket med flera omkring 90 procent, medan kommunerna äger omkring 10 procent av den offentligt ägda marken. Till skillnad från staten, som framförallt äger mark som av olika anledningar behöver undantas från exploatering (naturresevat, militära övningsfält med mera), äger kommunerna främst mark i och omkring tätorter i form av markreserver för bostadsbyggande och infrastruktur. Den största andelen av Sveriges

¹²⁴ SCB 2019: Markanvändningen i Sverige, Sjunde utgåvan, Statistiska centralbyrån.

mark ägs av privatpersoner. Privatpersoner äger 44 procent av rikets landareal och drygt 30 procent av marken ägs av näringslivet i form av företag som främst verkar inom jordbruks- och skogsbranschen.

Att den största andelen mark är privatägd och bara en liten andel kommunalt ägd, ger en indikation på svårigheten att genomföra åtgärder i de olika riskområdena. Storskaliga åtgärder kräver ofta att de genomförs på såväl enskild, kommunal som statlig mark. Att utveckla och säkerställa att befintlig lagstiftning ger de förutsättningar till markåtkomst som kommunen och fastighetsägare behöver för att genomföra hållbara åtgärder är därför centralt för det fortsatta klimatanpassningsarbetet med att minska riskerna för ras, skred, erosion och översvämning i Sverige.

Uppdraget har identifierat stora kunskapsluckor och brister i underlag som försvårat bedömningen av framtida risker och därmed sannolika riskkostnader och hur riskerna på ett lönsamt sätt kan förebyggas. För ras, skred och erosion saknas till exempel fortfarande modeller och därmed scenarier som visar den förväntade förändringen i reella tal avseende olika klimatrelaterade mark- och sedimentrörelser. Modeller och scenarier som visar förväntade översvänningsrisker längs kust och vattendrag finns däremot framtagna. Ett nationellt system för övervakning och uppföljning av inträffade händelser saknas.

Kombinerade risker som uppstår som följd av skyfall har inte analyserats inom uppdraget men det är angeläget att utveckla resultaten med hänsyn till skyfallseffekter. Förutom direkta mer allvarliga översvänningsrisker vid skyfall, är dessutom intensiv nederbörd ofta en utlösande faktor för ras, skred och slamströmmar. Riskområden känsliga för sekundära effekter avseende markens stabilitet som följd av översvämningar behöver också utredas vidare.

Resultaten visar att ras, skred, erosion och översvämning potentiellt kan få mycket stora konsekvenser för människors liv och hälsa, för ekosystem och för infrastruktur, bebyggelse och kulturarv. För att nödvändiga åtgärder ska komma till stånd i riskområdena behöver förutsättningarna att genomföra åtgärder förbättras. Det finns idag ett antal centrala hinder som behöver överbryggas för att åtgärdsarbetet ska ta fart och för att åtgärden ska bli robusta och flexibla.

För att i tid kunna förebygga förväntade skadehändelser föreslås ett antal inledande åtgärder som förberedande processer vilka successivt förväntas leda till att fler fysiska åtgärder genomförs. Fysiska åtgärder som exempelvis anläggning av erosionsskydd, vallar, våtmarker eller markstabiliserande åtgärder behöver genomföras för att begränsa förväntade skadehändelser. De förberedande åtgärdena är även nödvändiga för att undvika skadehändelser på lång sikt efter 2100. Genom förbyggande arbete såsom smart planering, införande av restriktioner eller andra åtgärder kan behovet av fysiska åtgärder minskas och åtgärdsarbetet bli långsiktigt mer kostnadseffektivt.

Bättre förutsättningar för det förebyggande arbetet kan skapas genom att i närtid utveckla följande:

- **Lagstiftning och finansiering:** Juridiska och ekonomiska styrmedel behöver utvecklas för att öka takten i åtgärdsarbetet. Lagstiftning, regelverk och finansieringssystem behöver utformas så de förbättrar möjligheterna för olika aktörer att genomföra åtgärder och som möjliggör en dynamisk anpassning i samhället. Särskilt behöver rådighet, ansvarsförhållanden och kostnadsfördelning att genomföra åtgärder förtydligas. Även tillsyn och förvaltning av åtgärder behöver stärkas för att säkra genomförandet av åtgärderna och att de blir långsiktig hållbara. Statens stöd i form av bidrag behöver öka, särskilt till kommunerna, som står inför stora infrastruktursatsningar. Men även andra former av finansieringslösningar behöver utvecklas för att möta det stora behovet av små och medelstora åtgärder. Ett system med en tydlig kostnadsfördelning mellan stat, kommun och enskilda behöver tas fram.
- **Kunskap och kapacitet:** Informativa styrmedel behöver utvecklas som förbättrar möjligheten att bedöma klimatrelaterade risker och genomföra hållbara åtgärder. Kunskapsunderlag och vägledningar behöver tas fram tillsammans med kompetenshöjande insatser. Ett system för stöd och rådgivning till kommuner, fastighetsägare och andra aktörer som genomför åtgärder behöver utvecklas. För att kunna genomföra åtgärder på ett hållbart och kostnadseffektivt sätt behöver kunskapen kring hur olika typer av åtgärder fungerar öka, speciellt när det gäller naturbaserade lösningar. Lärandet efter inträffade ras, skred och översvämningar är en viktig del i det systematiska säkerhetsarbetet behöver också öka. Samverkan mellan aktörer är en viktig faktor när det gäller erfarenhetsutbyte och att identifiera samarbetsmöjligheter.

Att kunna genomföra fysiska förebyggande åtgärder beror av kapaciteten hos berörda aktörer inom respektive riskområde och nödvändiga förberedande processer behöver inledas inom en femårsperiod.

Bilaga 1 Regeringens uppdrag



Regeringen

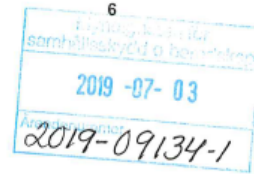
Miljödepartementet

Regeringsbeslut

2019-06-05
M2019/01241/KI

Statens geotekniska institut
581 93 Linköping

Myndigheten för samhällsskydd och
beredskap
651 81 Karlstad



Uppdrag att identifiera särskilda riskområden för ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade

Regeringens beslut

Regeringen uppdrar åt Statens geotekniska institut samt Myndigheten för samhällsskydd och beredskap att

- identifiera områden i Sverige där det finns risk för ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade,
- beskriva de samhällsekonomiska konsekvenserna av dessa klimatrelaterade risker, och
- rangordna riskområdena utifrån en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av att ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade inträffar.

Statens geotekniska institut (SGI) ansvarar för övergripande projektledning. Uppdraget ska utföras tillsammans med Naturvårdsverket, Sveriges geologiska undersökning, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut samt länsstyrelserna och vid behov andra berörda myndigheter. Uppdraget ska redovisas till regeringen (Miljödepartementet) senast den 31 maj 2021.

För 2019 beviljas SGI 2 000 000 kronor för uppdraget. Finansiering sker från anslag 1:10 Klimatanpassning under utgiftsområde 20 och tilldelas SGI genom anslagspost 2 Klimatanpassning – del till Statens geotekniska institut.

Telefonväxel: 08-405 10 00
Fax: 08-24 46 31
Webb: www.regeringen.se

Postadress: 103 33 Stockholm
Besöksadress: Malm Morgsgatan 3
E-post: m.registrator@regeringskansliet.se

Skälen för regeringens beslut

Klimatets förändring innebär förändringar i temperatur, nederbörd och vind som har konsekvenser för många områden i samhället. Mer nederbörd ökar bland annat risken för översvämning men kan också leda till ras, skred och erosion genom försämrad markstabilitet. Skred kan också uppstå till följd av torka. Vid höga vattenflöden efter ras, skred, erosion och översvämningar riskerar föroreningar att spridas. Ras, skred, erosion och översvämning kan få mycket stora konsekvenser för människors liv och hälsa, för ekosystem och areella näringar och för infrastruktur, bebyggelse och kulturarv.

Det behövs ökad kunskap om i vilka geografiska områden som det finns risker av särskild allvarlig art och där det finns hinder för att vidta förebyggande åtgärder. Sådana hinder kan vara problematik med gränsöverskridande frågor mellan olika administrativa enheter, komplexa risker eller brist på tekniska lösningar för åtgärder och modeller för finansiering. Arbetet med Göta älv är ett belysande exempel. Där tillsattes en utredning år 2009. Den tid det tagit att analysera problemet, diskutera ansvarsfördelning och finansiering samt starta en samverkansprocess för samarbete mellan lokal, regional och nationell nivå har varit lång.

Ansvaret för att förebygga och återställa skador på grund av extrema väderhändelser skiljer sig inte från ansvaret för annan riskhantering i samhället. Därmed skapas incitament att undvika exploatering på riskfyllda områden och att vidta lämpliga skyddsåtgärder. Det gäller alla fastighetsägare och såväl enskilda personer och företag som lokala och statliga myndigheter. I ett undantagsfall har regeringen fattat beslut om statlig delfinansiering gällande åtgärder för att skredsäkra Göta älv. Bidraget följer av att åtgärden avser ett stort område som omfattar flera kommuner eller län, innebär skydd av områden av nationellt intresse eller omfattande åtgärder som överstiger kommunens betalningsförmåga inom rimlig tidsperiod. En delegation för Göta älv har också inrättats vid SGI. Delegationen består av representanter från olika berörda samhällsintressen som samordnat planerar och genomför åtgärder som minskar och förebygger risker för samhället, för dagens och framtida klimatförhållanden.

För 2020 beräknar regeringen finansiera arbetet med uppdraget om att identifiera särskilda riskområden för ras, skred, erosion och översvämning som är klimatrelaterade med 3 000 000 från anslag 1:10 Klimatanpassning under utgiftsområde 20.

Närmare om uppdraget

Statens geoteknisk institut, Sveriges geologiska undersökning och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har genomfört karteringar av ras, skred, erosion och översvämning i Sverige. Myndigheterna har också uppgifter enligt sina instruktioner som kopplar till att minska riskerna för ras, skred, erosion och översvämning. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har dessutom särskilda uppgifter enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker i syfte att minska ogynnsamma följder av översvämningar. Länsstyrelserna har som en del i detta arbete i uppdrag att ta fram planer för översvämningsrisker, s.k. riskhanteringsplaner. Dessa arbeten utgör en grund i uppdraget.

Kartläggningen av områden ska belysa och beskriva möjliga förebyggande åtgärder samt ägarförhållanden och ansvar för att vidta förebyggande åtgärder inom de identifierade områdena. Vid beskrivningen av konsekvenserna och i rangordningen ska hänsyn bland annat tas till att samhällsviktig verksamhet påverkas, att många olika aktörer berörs och särskilda risker med förorenad mark och sediment.

Avsikten är att rangordningen av riskområden ska ligga till grund för det fortsatta arbetet med att klimatanpassa riskområden för ras, skred, erosion och översvämning. I det ligger dels ökat fokus på frågan genom bättre kunskap om de behov som finns, dels att vägleda arbetet för när den förberedande processen bör vara klar och när konkreta åtgärder bör vara inledda.

På regeringens vägnar



Isabella Lövin



Kerstin Grönman

Bilaga 2 Identifiering av riskområden i andra länder

Inom ramen för regeringsuppdraget har det undersökts om det har gjorts liknade arbete kring identifiering av särskilda riskområden i andra länder, med särskilt fokus på EU. Omvärldsanalysen har utgått från en skrivbordsundersökning som sedan har kompletterats med intervjuer med tjänstemän i ett antal EU-länder. I arbetet har det undersökts vilka underlag som har använts i andra länder samt vilka analyser och riskbedömningsmetoder som har tillämpats. Även kartmaterial och presentationstekniker har jämförts.

Riskbilden i övriga länder

Riskbilden från ras, skred, erosion och översvämning varierar stort från land till land beroende på klimatförhållanden, geologiska förutsättningar och samhällsutveckling. I ett internationellt sammanhang är riskerna kopplade till ras, skred, erosion och översvämning i Sverige relativt låg. Även om konsekvenserna på lokal nivå ändå kan vara allvarliga är exempelvis risken för påverkan på människors liv mycket liten i Sverige jämfört med många andra länder.

Riskbilden och resurser för riskhantering i andra länder styr naturligtvis tillvägagångssätt kring identifieringen av riskområden. Relativt få länder har på nationell nivå gjort kombinerade analyser över riskerna kopplade till ras, skred, erosion och översvämning, och för några låglänta länder som exempelvis Polen eller de baltiska länderna är kombinerade analyser över ras, skred och översvämning inte prioriterade.

Nedan beskrivs exempel från fem länder som har arbetet med identifiering av riskområden för ras, skred, erosion och översvämning i olika utsträckning – Bosnien-Herzegovina, Italien, Slovenien, Schweiz, Storbritannien och USA.

Exempel från andra länder

Bosnien-Herzegovina

I maj 2014 drabbades Bosnien-Herzegovina av stora översvämningar. Regnet utlöste även många skred och skadekostnader i landet steg till över 2 miljarder euro. Därefter gick FN och EU in med ett 40 miljoner euro återhämtningsprogram och som i ett första steg tog fram en riskanalys med fokus på översvämning, skredrisk och effekter på bostadsbeståndet.

Analysen bygger på separata riskanalyser för översvämning och skred som sedan kombineras i en flerhotsanalys. Analysen använder sig av en klimatanpassad modell med extremt regn RCP 8.5 tillsammans med ett viktat underlag med olika bebyggelse typer.

Resultaten visar att det finns extremt få platser i Bosnien-Herzegovina där översvämning- och skredrisk överlappar, enbart 11ha i hela landet. Extremt regn är en gemensam bakomliggande faktor för båda riskerna men i övrigt kunde något direkt samband mellan översvämningshändelser och risken för skred inte konstateras.

Riskkartorna presenterar risknivåerna kommunvis och analysen rangordnar de kommuner som är särskilt utsatta. Rapporten innehåller ett antal rekommendationer för

åtgärder och fortsatt arbete. Okontrollerad bebyggelseutveckling pekas ut som en av de största utmaningar för framtida riskhantering.¹²⁵

Italien

Italien är ett av de europeiska länder som är mest drabbat av skred. Enligt det Italienska miljöskyddsinstitutet, ISPRA, skedde 620 808 skred mellan 1116-2017. Skred i Italien är ofta orsakade av större regnmängder men även jordbävningar och vulkaniska utbrott. Italien har historisk sett också haft många omfattande översvämningar.

Under 2018 gjordes en nationell översikt över jordskred och risk för översvämningar i Italien. Översikten använder sig av två separata underlag, den nationella mosaiken av riskzoner för jordskred och en nationell kartering av zoner med översvämningrisk. Den redovisar även riskindikatorer relaterade till befolkning, familjer, byggnader, industri och tjänster samt kulturarv.¹²⁶

Översikten presenteras som två skilda analyser sida vid sida om varandra och inte som en kombinerad riskanalys. Olika riskklassificeringar har använts för skredrisk kontra översvämning. Inte överraskande visar översikten att störst risk för skred finns i bergsområden medan störst risk för översvämning finns i dalgångarna och låglänta områden.

Resultaten presenteras regionvis och per riskobjekt (byggnader, verksamheter osv.) men redovisar också viss statistiskt material per kommun och avrinningsområden.

På regional nivå har fördjupade riskanalyser även gjorts utifrån avrinningsområden, men olika metoder har använts i olika avrinningsområden som försvårar jämförelse och därför finns ingen övergripande analys på nationell nivå.

Slovenien

Ett kraftigt regn i september 2014 utlöste över 800 skred i Slovenien. I syfte att förbättra varningssystemet för skredrisk pga. stora regnmängder togs en modell med två olika regnscenarier fram, ett scenario med föregående nederbörd och ett scenario utan. Modellen visar att föregående nederbörd spelar en viktig roll när det gäller risken för skred och att tillförlitliga regnprognoser är därför av betydelse för ett fungerande varningssystem.

I samband med studien togs även kartor fram över potentiella riskområden och inträffade skredhändelser. Analysen över potentiella riskområden stämde inte helt med kartläggningen av inträffade händelser.¹²⁷

Schweiz

I Schweiz orsakar ras, skred, översvämningar och slamströmmar skador på cirka 304 miljoner CHF varje år (ca 3 miljarder kr). Sedan 1972 har det schweiziska federala forskningsinstitutet WSL systematiskt samlat in och analyserat data kring händelser och

¹²⁵https://www.undp.org/content/dam/bosnia_and_herzegovina/docs/Response%20to%20Floods/HRA_Final_web.pdf

¹²⁶http://www.isprambiente.gov.it/files2018/publicazioni/rapporti/Landslides_Floods_Summary_Report_2018_ISPRA_287bis_ENG.pdf/view?set_language=it

¹²⁷ <http://www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=1287>

skadekostnader. Datainsamlingen sker via tidningsartiklar. Den rumsliga fördelningen av skadorna från 1972 till 2018 finns tillgänglig på en interaktiv karta.¹²⁸

Under perioden 2002-2017 var 93% av skadekostnaderna orsakade av översvämningar och slamströmmar, 1% av skadorna var följder från ras och 6% från skred. Cirka 71–75% av skadorna konstaterades inträffa från juni till augusti och de största skadorna sker i centrala Schweiz, längs flodsträckorna i de huvudalpina dalgångarna.

En studie¹²⁹ har tittat på skadorna över tid och justerat kostnaderna med hänsyn till den socio-ekonomiska utvecklingen i landet. Resultaten visar ingen statistisk signifikant ökning av skadekostnader över tid. Några potentiella effekter av klimatförändringar på skadedata upptäcktes inte. Studien har gjorts utifrån de specifika klimat- och geografiska förhållanden som gäller för Schweiz, med sitt alpina landskap utan kust.

Storbritannien

Mellan 2006 till 2012 togs riskkartor fram för översvämning och kusterosion i England och Wales. Resultatet blev en nationell riskkarta för kusterosion.¹³⁰

Kartan redovisar kustlinjen uppdelat i olika delsträckor. Varje delsträcka har liknande geologiska egenskaper eller förutsättningar. Syftet med kartan är att tillhandahålla ett aktuellt och tillförlitligt underlag som visar erosionens omfattning och hastigheter för tre perioder: kort sikt (0 - 20 år), medellång sikt (20 - 50 år) och lång sikt (50 - 100 år).

Med riskkarteringen som underlag har kusten delats upp i olika förvaltningsenheter. Varje enhet har sedan tilldelats en av fyra olika förvaltningsstrategier 1. Ingen åtgärd 2. Hålla linjen 3. Omjustering 4. Rycka fram.

Datamängden kan laddas ner och kartorna redovisas i en karttjänst på miljömyndighetens webb. Underlaget finns också redovisat i de kustförvaltningsplaner som omringar kusten. En omfattande uppdatering av underlaget gjordes 2018.

USA

I USA har Federal Emergency Management Agency (FEMA) utvecklat en National risk Index (NRI)¹³¹. NRI är ett online, interaktivt kart- och nedladdningsbart dataindex som illustrerar vilka områden som är mest utsatta för naturrisker. Syftet är att uppmärksamma riskfrågor och driva på riskreduceringsarbetet i hela USA.

Indexet kombinerar data om exponering, frekvens och historiska förluster för 18 naturrisker, tillsammans med data kring social sårbarhet och samhällsresiliens, för att sedan beräkna en standardiserad risk. Information på karttjänsten redovisas på county och delstatsnivå och redovisar en relativ risknivå som förhåller sig till övriga delar av USA.

¹²⁸ <https://www.wsl.ch/en/natural-hazards/understanding-and-forecasting-floods/flood-and-landslide-damage-database.html#tabellement1-tab2>

¹²⁹ Andres, N., & Badoux, A. (2019). The Swiss flood and landslide damage database: normalisation and trends. *Journal of Flood Risk Management*, 12(S1), e12510 (12 pp.). <https://doi.org/10.1111/jfr3.12510>

¹³⁰ <https://www.gov.uk/check-coastal-erosion-management-in-your-area>

¹³¹ <https://www.fema.gov/nri>.

Verktyget använder de bästa tillgängliga datakällorna men datamängder och bearbetningsmetoder varierar stort beroende på typen av naturolycka. NRI har så långt som möjligt försökt att använda sig av datakällor med nationell täckning, men för vissa naturolyckor eller geografiska områden saknas det fullständiga eller tillförlitliga datamängder.

Till skillnad från de Svenska myndigheterna har FEMA tillgång till en omfattande databas med uppgifter kring inträffande händelser och skadekostnader, detta på grund av det nationella försäkringssystem kring naturolyckor som har funnits i USA i många år. Å andra sidan är exempelvis översvämningskarteringar grövre och av sämre kvalitet än de som finns för Sverige.

Iakttagelser

Det finns ingen internationellt vedertagen analysmetod för att identifiera eller utvärdera riskområden för ras, skred, erosion och översvämning. Analyserna och identifieringar av riskområden i olika länder utlöses i flera fall av särskilda händelser och utgår från det landets särskilda problematik och särdrag vad gäller klimat- och geografi men även samhällsutveckling.

Tillgång till data, både vad gäller mängd och kvalitet, skiljer sig till stor del från land till land och är avgörande för de analyser som görs. Ofullständiga uppgifter och vissa brister i underlag är vanligt och det är viktigt att vara medveten om detta vid utpekandet av riskområden. Det finns stora skillnader i underlaget och analysmetoder för översvämning kontra ras-och skred, oklarheter vad gäller sambandet mellan dessa två typer av naturolyckor, samt osäkerheter kring vilka konsekvenser ett förändrat klimat innebär för olika geografiska områden.

Utöver översvämnings- och skredriskkarteringar har datamängder kring inträffade händelser, skadekostnader och försäkringsuppgifter varit ett värdefullt underlag i flera riskanalyser. Detaljerade karteringar med god geografisk täckning samt tillförlitlig statistik med långa tidsserier möjliggör bättre analyser.

Flera länder har valt att redovisa information per region eller kommunvis som en information och stöd till beslutsfattare. Elektroniska karttjänster har också använts för att redovisa vad som är i botten ett mycket komplicerat analysarbete på ett tillgänglig, pedagogisk och visuellt tilltalande sätt.

Bilaga 3 – Verksamheter som ingått i analysen

Datamängder miljö	Beskrivning	Format	Källa
Nationalparker	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; vårda 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
Natura 2000-områden	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
Vattenskyddsområden	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
Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter	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- och B-anläggningar med status drift och efterbehandling (exklusive reningsverk som redovisas separat).	Punkt	Länsstyrelsen, MGV
Förorenade områden	Förorenade områden (MIFO). I analysen ingår områden i riskklass 1 och 2.	Punkt med 50-meters buffert	Länsstyrelsen
Seveso-verksamheter	Verksamheter som lagrar och hanterar farliga kemikalier enligt lagen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvariga kemikalieolyckor. I analysen ingår Sevesoverksamheter med lägre respektive högre kravnivå.	Punkt	MSB, MGV
Reningsverk	Reningsverken har hämtats från Miljöfarliga verksamheter, A- och B-anläggningar. Här ingår de med status drift/efterbehandling och bransch rening av avloppsvatten. >2000 personer	Punkt	Länsstyrelsen

Datamängder människors hälsa	Beskrivning	Format	Källa
Befolkning	Antal boende motsvarar folkbokförda personer per adress från RTB (rikets totalbefolkning 2019).		SCB
Sjukhus	GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader har använts för att sortera ut de som har ändamål samhällsfunktion: sjukhus.	Ytor för byggnader	Lantmäteriet, MGV
Vårdcentraler			MGV

Brandstationer	Heltids- och deltidsbemannade brandstationer. Erhållna som punkt därefter har punkten kopplats till motsvarande byggnad från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader. De brandstationer som är både heltid- och deltid brandstation har analyserats som en brandstation.	Ytor för byggnader	MSB, MGV
SOS Alarm	SOS Alarm centraler. Utifrån adressregister kopplas motsvarande byggnad från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.		SOS Alarm
Sveriges Radio	Sveriges Radios lokalkontor. Sveriges Radio har i uppdrag att sända radio i allmänhetens tjänst. Utifrån adressregister kopplas motsvarande byggnad från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.	Ytor för byggnader	Sveriges Radio
Sveriges Television nyhetsredaktioner	Sveriges Televisions nyhetsredaktioner. Utifrån adressregister kopplas motsvarande byggnad från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.	Ytor för byggnader	Sveriges Television
Master	Tele-, radio-, TV-master som är minst ca 25 meter höga. Hämtat från GSD-Fastighetskartan, vektor, Punktskikt för bebyggelsesymboler.	Punkt med buffert 15 meter	Lantmäteriet
Polisstationer		Ytor för byggnader	MGV
Riksintresse väg	Ett riksintresse för kommunikationer innebär enligt 3 kap 8 § miljöbalken att riksintresset ska skyddas mot åtgärder som kan påtagligt försvåra tillkomsten eller utnyttjandet av anläggningen.	Linje	Trafikverket (NVDB), MGV
Vattenverk	Vattentäcksarkivet		SGU,
Skolor			MGV

Datamängder ekonomisk verksamhet	Beskrivning	Format	Källa
Antal anställda	Uppgifter om antal anställda hämtas från Företagsdatabasen (FDB), som i sin tur hämtar uppgifter från deklARATIONEN. För varje arbetsställe finns uppgifter om antal anställda. Ett stort antal arbetsställen har noll anställda, till exempel egenföretagare, och dessa räknas upp till en anställd. Data från 2019.		SCB
Byggnader	Hus, flerfamiljshus, mm		Fastighetskartans By-skikt
Riksintresse järnväg	Ett riksintresse för kommunikationer innebär enligt 3 kap 8 § miljöbalken att riksintresset ska skyddas mot åtgärder som kan påtagligt försvåra tillkomsten eller utnyttjandet av anläggningen.	Linje	Trafikverket
Riksintresse järnväg station	Befintliga järnvägsstationer vid järnväg med riksintresse.	Punkt	Trafikverket
Riksintresse flygplats	Riksintresse flygplats som har status befintlig.	Ytor	Trafikverket

Riksintresse hamn	Riksintressen hamn som har status befintlig. 95 % av allt gods transporteras via Sveriges hamnar.	Punkt,	Trafikverket
Transformatorstation	En transformatorstation är den punkten i elnätet där strömmen transformeras från 10 000 volt till 400 volt. Hämtat från GSD-Fastighetskartan, vektor, linjeskikt med kraftledningar, då transformatorer är ett inhägnat område så har de konverterats till yta.	Ytor	Lantmäteriet
Distributionsbyggnad (el, vatten, värme)	Byggnad i distributionsnätet för gas, värme, elektricitet eller vatten. Till exempel värmecentral, teknikbod (tele, bredband), vattentorn och nätstation. Hämtat från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt för byggnader.	Ytor för byggnader	Lantmäteriet
Vattenkraftverk	Anläggning som omvandlar lägesenergi hos vatten till el. Hämtat från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.	Ytor för byggnader	Lantmäteriet, Fastighetskartan
Värmeverk	Anläggning som levererar fjärrvärme med pannor för fast, flytande eller gasformiga bränslen samt el. Till exempel kraftvärmeverk eller fjärrvärmeverk. Hämtat från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.	Ytor för byggnader	MGV, Energiförsörjningsfacilitet
Dammar	SMHI har upprättat nationella register för lagring av uppgifter om sjöar och dammar	Punkt	SMHI
Jordbruksmark		Ytor	Fastighetskartan
Skogsmark		Ytor	Fastighetskartan
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 fjäderfån som hålls för kommersiellt bruk eller om antalet överskrider 350 värphönsplatser.	Punkt	Jordbruksverket

Datamängder kulturarv	Beskrivning	Format	Källa
Riksarkivet, landsarkiven och stadsarkiv samt större bibliotek	Riksarkivet har ett särskilt ansvar för den statliga arkivverksamheten och arkivvården i Sverige. Riksarkivet tar emot statliga myndigheters arkiv och arkiv från andra typer av organisationer.	Ytor för byggnader	Riksarkivet
Museer	Statliga museer och läns museer med statligt bidrag. Utifrån adressregister har motsvarande byggnad kopplats från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.	Ytor för byggnader	Kulturrådet/ Riskantikvarie ämbetet.
Världsarv	Världsarven utgörs av de kultur- och naturmiljöer i världen som anses vara ojämförligt mest enastående och av stor betydelse för hela mänskligheten. Efter att objektet upptagits på Unescos världsarvslista ska det garanteras vård och skydd för all framtid.	Ytor	Riksantikvarie- ämbetet /Länsstyrelsen

Kyrkor	Kyrkor med lagskydd enligt Kulturmiljölagen (1988:950), kyrkliga kulturminnen (4 kap. 1-18 §§). Därefter har varje koordinat kopplats till motsvarande byggnad från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.	Ytor för byggnader	Riksantikvarie ämbetet
Byggnadsminnen	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.	Punkt	Riksantikvarie ämbetet
Statliga byggnadsminnen	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. Därefter har varje koordinat kopplats till motsvarande byggnad från GSD-Fastighetskartan, vektor, ytskikt med byggnader.	Ytor för byggnader	Riksantikvarie ämbetet
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, MGV
Fornlämningar	Fornlämningar enligt 2 kapitlet kulturmiljölagen (1988:950). (lämningstyp=Fyndplats sorteras bort, samt de som ligger i vatten)	Punkter	Riksantikvarie ämbetet, MGV

Bilaga 4 Metodik klusteranalyser

Bakgrund

En analys för att titta på hur olika grupper av verksamheter hotas av översvämning, ras, skred och erosion har genomförts. Resultatet grupperades först per kommun och redovisades summerat på verksamhetskategorier. Som underlag till klusteranalysen användes samma verksamhetsobjekt för att se vilka områden som totalt sett berörs kraftigast av ett hot, oberoende av kommungränser och med fokus på det geografiska läget istället för verksamhetskategorierna.

Indata

Kommunanalysens utdata bestod av sammanställningar av *antalet* objekt per verksamhetskategori och kommun. I klusteranalysen analyserades istället den geografiska placeringen av objekten.

I Tabell 6 finns en beskrivning av vilka kategorier av hot och verksamheter som analysen har utgått ifrån när data har grupperats, samt vilka viktningspoäng varje verksamhet har fått.

Tolkning av uppdraget

Att identifiera två typer av områden. Regionala områden - större områden, samt Hotspots - mindre områden.

Regionala områden (Större regionöverskridande riskområden)

Syftet med analysen är att ta reda på vart det finns större sammanhängande områden där en ansamling av verksamhetsobjekt som överlappas av ett hotat område finns. En avvägning har gjorts för att hitta en nivå av densitet objekten sinsemellan för att få homogena områden som samtidigt är synliga i nationell skala.

Hotspots (Specifika problemområden med särskilda risker)

Syftet med analysen är att ta reda på vart det finns mindre sammanhängande kluster av verksamhetsobjekt med överlappande hot, och där densiteten av objekt är särskilt hög och/eller att objektens poängsättning blir totalt särskilt hög inom aktuellt kluster.

Metod

Analysflödet som helhet genomfördes i tre steg. För varje delflöde beskrivs indata, utdata samt de steg datat passerar. Ett flödesschema nedan beskriver de olika stegen i metoden.

Överlagringsanalys – steg 1

Indata

- Hotade områden
- Verksamhetsobjekt

Beskrivning

Överlagringsanalys av verksamhetsobjekt mot de fyra kategorierna av hotade områden - detta är samma analys som tidigare gjorts, med skillnaden att vi nu plockar ut objekten som en egen datamängd, tidigare summerades bara antalet objekt per kommun. Det blir indata till ny analys. Indatat kommer därför bestå av verksamhetsobjekt som dels hör till en verksamhetskategori, men också kopplas till en kategori hotat område, beroende på överlapp. Om samma objekt överlappar flera kategorier med hotade områden, kommer objektet sorteras ut i ett dataset per kategori.

Polygongeometrier klipptes mot de ytor som de överlappade och då fick det göras en omräkning av befolkningsytornas värde för folkmängd för att det skulle motsvara andelen befolkning inom den överlappande delen. Verksamhetskategoriens viktningspoäng multiplicerades sedan med värdet för folkmängd för befolkningsytorna.

Verksamhetsobjekt inom övriga kategorier fick viktningspoängen rakt av.

Utdata

Utdata var de verksamhetsobjekt som överlappades av ett hotat område. Geometrin är klippt mot det hotade området för att den skall kunna användas i nästa steg och då vill vi bara ha de geometridelarna som överlappas av ett hot. För varje riskområde som kom in i delflödet, kom det ut ett extra objekt per kategori av hot som det skedde ett överlapp emot.

Aggregering mot ett rutnät – steg 2

Indata

Utdata från föregående steg; riskområden (verksamhetsobjekt som överlappas av hot), med information om vilken hotkategori överlappet skedde mot, samt dess viktningspoäng:

- Kategori (ex: Sjukhus)
- Hotat område (ex: Erosion)
- Poäng (ex: 2)
- Geometri (ex: Punkt)

Beskrivning

Det verktyg som har använts till analysen, **ArcGIS Pro; Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*)**, finner statistiskt signifikanta spatiala kluster av höga och låga värden. Höga värden i vårt sammanhang innebär höga värden av objektens Poäng attribut. Men för att på ett bra sätt visualisera dessa kluster gjordes en aggregering av datat mot ett rutnät.

För punkter summerades samtliga objekt inom varje ruta. Linjer gjordes om till ytor genom att buffra varje linje med en 25 meters radie runt objektet och tillsammans med resterande ytor klipptes de mot rutnätet. En omräkning av poängen gjordes motsvarande överlappets andel av ursprungsvärdet.

Ytornas area fick bestämma hur viktningspoängen skulle räknas om, ett överlapp mot rutan på 10% motsvarade viktningspoäng ggr 1. Detta innebär att om en jordbruksyta

överlappade hälften av en 4000x4000 innebär det att jordbruksytan fick sin kategoris viktningspoäng (2) gånger 5. Man kan också säga att om fyra punktojekt ur andra kategorierna motsvarar fyra förekomster av objekt, så motsvarar 160 hektar (1600000m²) jordbruksmark en förekomst inom sin kategori. På detta sätt låter man ytgeometrier få en viktning som är i proportion till sin area. Att enbart räkna antalet förekomster av jordbruksytor skulle vara orimligt.

För varje ruta summerades nu poängen för de objekt som föll inom rutan. Summeringen grupperades på kategori och hotat område och detta gav 16 grupper med rutor över hela landet. En gruppering gjordes även för alla verksamhetskategorier tillsammans per hotat område. Slutligen gjordes en aggregering utan gruppering, dvs för alla kategorier och hot samlat. Ovanstående aggregering gjordes både mot ett 4000x4000 rutnät, samt mot ett 1000x1000 rutnät.

Resultatet av all aggregering blev 42 st rutnät. Dessa rutnät var sedan indata till analyserna.

Skillnaden mellan HotSpots och Regionala områden kommer utgöras av olika storlekar på rutnätet och olika sökradier för klustren. Sökradien används för att kontrollera värden för kringliggande celler.

Utdata

Två storlekar på rutnät användes, och olika grupperingar gjordes. Filformatet är ESRI FileGeodatabase, och grupperingen är i första hand gjord på upplösning av rutnätet, 4000x4000 och 1000x1000. I varje geodatabas finns det en eller flera featureklasser, (tabeller) som talar om vilken verksamhetskategori gruppen innehåller.

- /gdb/[upplösning]/erosion.gdb/[verksamhetskategori] (8 st dataset)
- /gdb/[upplösning]/ovarsvam.gdb/[verksamhetskategori] (8 st dataset)
- /gdb/[upplösning]/ras.gdb/[verksamhetskategori] (8 st dataset)
- /gdb/[upplösning]/skred.gdb/[verksamhetskategori] (8 st dataset)

Ex: i /gdb/1000x1000/ras.gdb/miljo återfinns rutnätet med de verksamhetsobjekt inom kategorin Miljö, som överlappas av hot inom kategorin Ras, och summan av samtliga objekts viktningspoäng som ett värde på varje ruta i datasetet.

En geodatabas med data för alla verksamhetskategorier samlat, men grupperat per hot i featureklasser.

- /gdb/[upplösning]/total.gdb/[hotatområde] (8 st dataset)

En geodatabas med en enda featureklass helt utan gruppering, för alla verksamhetskategorier och hotkategorier samlat.

- /gdb/[upplösning]/sammanlagd_total.gdb/totalt (2 st dataset)

Hot Spot Analys – steg 3

Indata

Utdata från delflöde 2, totalt 42 stycken rutnät där varje ruta har en aggregerad viktningspoäng som attribut.

Beskrivning

I ArcGIS Pro finns en variant (Optimized) av **Hot Spot Analysis** som genom att skanna av hela datasetet automatiskt finner ett lämpligt värde för hur stora klustren av data som visualiseras skall bli. För regionala riskområden, med 4000x4000 meters upplösning som har haft befolkningsdata som en del av indata (ekonomi och hälsa) så har klustren i vissa fall blivit små och utspridda på ett plottrigt sätt. Då valde vi att manuellt sätta egna värden på parametrar för att ge större och färre kluster och bättre motsvara våra nationella riskområden.

Utdata

Utdatat från Hot Spot analysen följer samma struktur som indata, de 42 rutnätet. Skillnaden är att nya attributvärden har skapats för att kunna identifiera vilka rutnät som ingår i kluster. I visualiseringen så används värdet i GI_Bin attributet för att tala om vart det finns statistiskt signifikanta hotspots. Värdet 3 anger de högst signifikanta hotspot områdena, och -3 anger högst signifikanta coldspots områden. 0 innebär områden som inte alls är signifikanta. PNG-bilderna visar med färger vilka värden varje ruta har enligt tematiseringen i tabellen nedan. Vill man analysera andra aspekter i datat finns där några attribut till man kan använda.

Se ingående beskrivning i länk: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-optimized-hot-spot-analysis-works.htm>

Namnsättningen av PNG-bilder följer formatet [hotkategori]_[verksamhetskategori].png. Det finns även en totalbild per hotkategori; total_[hotkategori].png, samt en sammanlagd total; sammanlagd_total_total.png för samtliga kategorier av verksamheter och hot.

Flödesschema

Överlagringsanalys - steg 1 (FME-desktop)

1. Sök ut verksamhetsobjekt som överlagras av hotat område = riskområden
2. För ytor och linjer - Klipp varje riskområde mot det hotade området som överlappet skedde mot, kan vara ett eller flera områden.
3. Gruppera riskområden på kategori av hot

Aggregering mot ett rutnät – steg 2

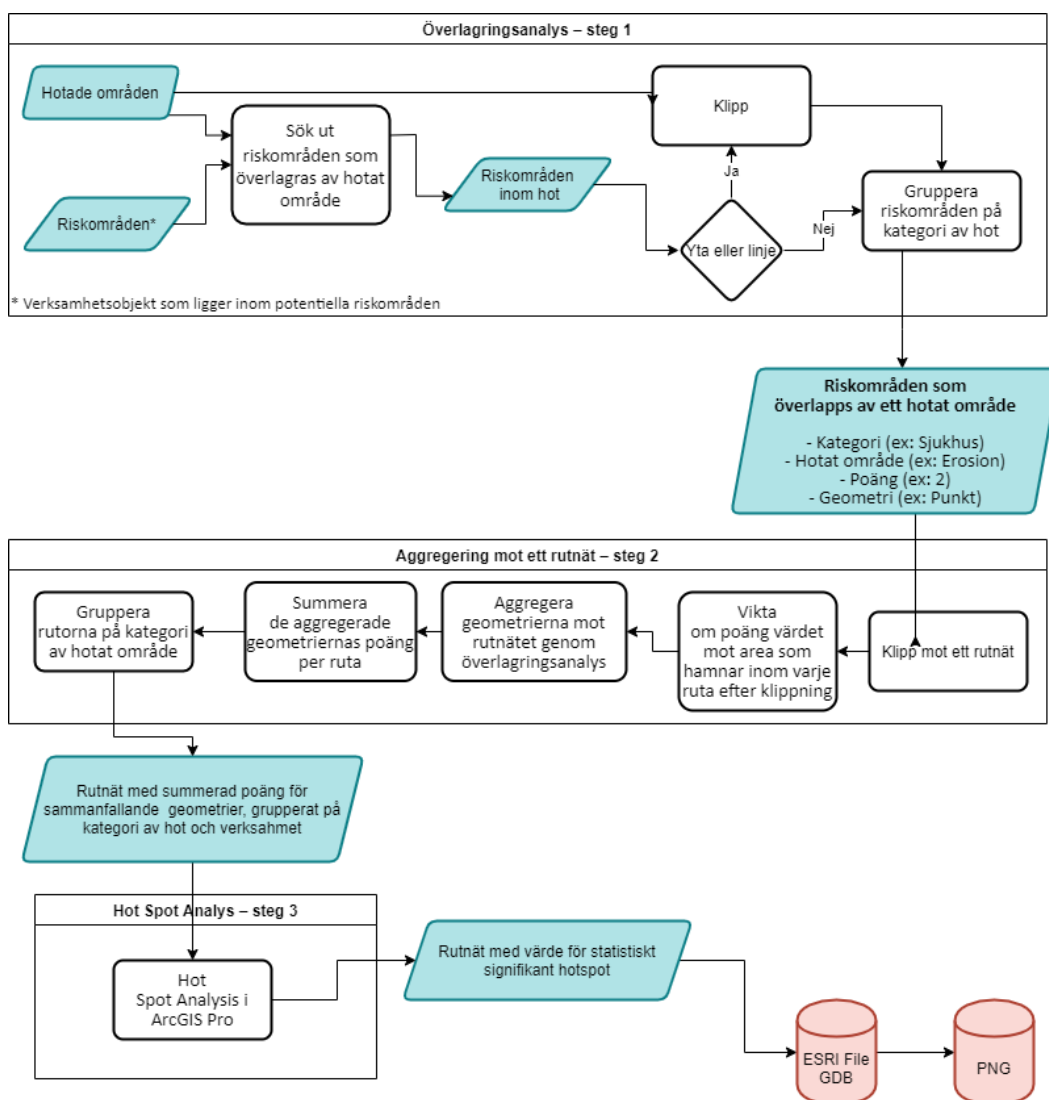
1. Klipp geometrierna efter rutnätet

2. Vikta om poäng värdet mot area som hamnar inom varje ruta efter klippning
3. Aggregera geometrierna mot rutnätet genom överlagringsanalys
4. Summera de aggregerade geometriernas poäng per ruta
5. Gruppera rutorna på kategori av hotat område

Hot Spot Analys – steg 3

1. Hot Spot Analysis i ArcGIS Pro

2. Konvertera utadata till rgb-raster (bilder i png-format)



Brister i metoden

Syftet med att aggregera datat mot ett rutnät var att Hot Spot analysen skulle ge ett tydligare visuellt resultat. Istället för att visualisera resultatet med de ursprungliga geometrierna får vi nu ett homogent rutnät som vi kan tematisera. Objekt som överlappar varandra, oavsett om de är punkter, linjer eller ytor hade eventuellt blivit svåra att se i ett resultat som inte aggregerats mot ett rutnät. Dessutom har det analysverktyg som vi valt inte stöd för linjegeometrier.

Ett problem med att aggregera datat är att det har krävts en del godtyckliga avgränsningar i hur vi aggregerar viktningspoängen för verksamhetsobjekt med ytgeometrier. Vi valde att låta 160 hektar motsvara en förekomst av den verksamhet som ytan hörde till. På samma sätt representerar En punktgeometri en förekomst inom sin kategori. (160 hektar = 10% av 4000 x 4000 meter)

Vägar behandlades även de godtyckligt då vi valde att utifrån linjegeometrierna skapa en buffert med 25 meters radie, för att få fram en yta.

Bilaga 5 Poäng per verksamhet i kommunanalys

Verksamhet	Antal	Poäng								
Brandstation	1-2	1		11-21	2		Riksarkiv	1-2	1	
	2-3	2	Miljöfarlig verksamhet	21-32	3		Sevesoverksamhet	1-4	1	
	3-4	3		1-17	1	4-7		2		
Byggnadsminn e	1-48	1		17-34	2	7-10		3	Sjukhus	1-22
	48-95	2		34-51	3			22-43		2
	95-142	3					43-64	3		
Byggnader	1-17460	1	Museer	0-4	1	Skolor	1-52	1		
	17460-34920	2		4-10	2		52-104	2		
	34920-52380	3	Naturminne	0-1	1		SOS-alarm	1-4	1	
Dammar	1-11	1		1-2	2	Statliga byggnadsminnen	1-21	1		
	11-21	2	Nationalpark	1-3	1		21-42	2		
	21-31	3	Naturresevat	1-5	1	Sveriges Radio	1-5	1		
Distributionsbyggnad	1-85	1		5-9	2	SVT	0-1	1		
	85-169	2	Natura2000	9-14	3		1-2	2		
	169-253	3		1-6	1	Transformatorstationer	1-6	1		
Fornminnen	1-1109	1	Naturvårdsområde	6-12	2		6-12	2		
	1109-2218	2		12-18	3		12-18	3		
	2218-3327	3	Polisstation	1-2	1	Vårdcentraler	1-6	1		
Föreningarna	1-71	1		2-3	2		6-11	2		
	71-142	2	Produktionsplats för djur	1-3	1	Världsarv	1-6	1		
	142-213	3		3-5	2	Värmeverk	0-1	1		
Förskolor	1-84	1		5-8	3		1-2	2		
	84-167	2	Reningsverk	1-2	1	Vattenverk	1-3	1		
	167-251	3		2-3	2		3-5	2		
Jordbruk	0-97	1	Riksintresse flygplats	1-14	1		5-7	3		
	97-194	2		0-1	1	Vattenkraftverk	1-3	1		
	194-291	3	Riksintresse hamn	1-3	2		3-5	2		
Kulturresevat	1-13	1		3-4	3		5-8	3		
	1-9	1	Riksintresse järnvägsstation	1-3	1	Vattenskyddsområden	1-7	1		
	9-17	2		3-5	2		7-13	2		
17-25	3	Riksintresse järnväg	5-7	3	13-19		3			
Master	1-11	1		0-20	1	Anställda	5-16963	1		
			Riksintresse järnväg	20-40	2		16963-59269	2		
				40-60	3		59269-282525	3		
			Riksintresse kulturmiljövärd	1-5	1	Befolkning	2-14760	1		
				5-10	2		14760-63977	2		
				10-15	3					
			Riksintresse väg	0-48	1					
				48-97	2					
				97-145	3					

	63977 - 24277 2	3
--	--------------------------	---

Bilaga 6 Samhällsekonomisk konsekvensanalys

Inledning

Bakgrund

Klimatet förändras och det är troligt att den globala medeltemperaturen kommer att öka med +2°C under det här seklet. Havsnivåer kommer att stiga i stora delar av Sverige. Blötare vintrar och torrare somrar kommer att påverka markförhållandena och därmed risken för översvämningar i redan bebyggda områden.

Produktionsförhållanden för jord- och skogsbruk ändras. Klimatförändringens effekter ändrar också förutsättningarna för var det är mest hållbart att bygga och hur byggnader och infrastruktur ska placeras, dimensioneras och utformas, inklusive materialval. Städer och byggnader behöver anpassas till att klara av högre temperaturer och förändringar i nederbörd. En del kustnära områden med samhällen och infrastruktur i södra och mellersta Sverige kommer att vara mycket utsatta för den stigande havsnivån. Det kan leda till stora skadekostnader och att natur- och kulturvärden helt förloras. Den byggda miljön med bostäder, kulturhistoriska byggnadsverk, vägar, järnvägar samt andra anläggningar och lokaler utgör tillsammans omkring hälften av Sveriges samlade nationalförmögenhet.

Regeringen bedömer att risker med ras, skred, erosion och översvämning som hotar samhällen, infrastruktur och företag är särskilt viktiga utmaningar för Sverige att arbeta med. SGI och MSB fick därför det gemensamma uppdraget att identifiera och rangordna särskilda riskområdena för ras, skred, erosion och översvämning.

Det saknas idag en aktuell nationell beräkning av de samhällsekonomiska konsekvenser som kan uppstå som en följd av klimatrelaterade ras, skred, erosion eller översvämningar. Det finns heller inga beräkningar för hur lönsamheten av möjliga åtgärder för att minska riskerna för ras, skred, erosion och översvämning kommer att utvecklas med tiden.

Sweco har fått i uppdrag av SGI att beräkna samhällsekonomiska konsekvenser av ras, skred, erosion och översvämning för hotade områden i Sverige och hur de kan förändras fram till slutet av århundradet (år 2100).

Det ursprungliga uppdraget har omformulerats för att passa det underlagsmaterial som varit tillgängligt och för att kunna genomföra det inom den begränsade tiden som funnits

tillgänglig för uppdragets genomförande. Sweco har därför tillsammans med SGI och MSB avgränsat uppdraget. Fokus har varit på att bygga upp modeller där tillgängliga data har använts för att beräkna riskkostnader för de olika skadehändelserna.

Samtliga skadehändelser påverkas av de pågående klimatförändringarna i varierande grad. Stigande havsnivåer, ökande nederbördsmängder och förändrade nederbördsmönster och flöden i vattendrag är faktorer som kommer påverka skadehändelser som undersöks i denna rapport. Frekvenser och konsekvenserna av skadehändelserna har i viss mån redan börjat ändras och de kan komma att ändras ytterligare i framtiden.

Syfte

Syftet med uppdraget har varit att översiktligt beräkna den samhällsekonomiska riskkostnaden, dvs de ekonomiska konsekvenser som kan förväntas i samhället till följd av skadehändelserna ras, skred, erosion och översvämning, fortsättningsvis förenklat kallade skadehändelser. Riskkostnaden definieras här som sannolikheten att en skadehändelse ska inträffa multiplicerat med dess samhällsekonomiska konsekvens. Skadehändelsernas samlade ekonomiska riskkostnader beräknas översiktligt för hotade områden i Sverige fram till slutet av seklet (år 2100). Resultatet ska möjliggöra en grov rangordning med avseende på hur stora de ekonomiska riskerna är för de olika skadehändelserna.

Avgränsningar

I detta uppdrag har följande avgränsningar skett:

- Samhällsekonomiska konsekvenser har i denna utredning begränsats till att endast innefatta direkta skadekostnader.
- Skyfall och kraftig nederbörd har inte beaktats och därmed inbegriper skadehändelsen översvämning enbart riskkostnader för översvämningar orsakade av havet och vattendrag.
- Erosion i vattendrag har inte beaktats. I skadehändelsen erosion ingår erosion vid kusten samt på stränder vid Väner och Vättern.
- Vissa direkta skadekostnader vid skadehändelserna har inte kunnat värderas exempelvis;
 - o samhällsviktiga funktioner såsom sjukhus, vattenverk, reningsverk, kraftförsörjning etc.
 - o kulturminnen och kulturhistoriskt viktiga byggnader
 - o produktionsmark (jordbruks- och skogsmark)
- Indirekta kostnader som orsakas av skadehändelserna har inte varit möjligt att värdera. Med indirekta kostnader avses till exempel förseningskostnader i trafik och kostnader för avbrott i industriproduktion och utebliven försäljning i handel.
- Endast befintlig bebyggelse har ingått i modellerna och någon beräkning av skador på framtida bebyggelse har inte skett.
- Inga åtgärder har identifierats eller kostnadssatts. Dock kan den förväntade nyttan av åtgärder beräknas utifrån den uppskattade riskkostnaden
- I denna utredning har fokus varit på att beräkna den samhällsekonomiska riskkostnaden. Någon kostnads-nyttoanalys av olika åtgärder för att reducera risken har inte genomförts.
- Endast riskkostnader till och med år 2100 har beräknats.

- Underlagsdata varierar för de olika skadehändelserna. Exempelvis har olika klimatscenarier för beräkning av riskkostnader varit tillgängliga för erosion (RCP 8.5) respektive översvämning (RCP 4.5).

Metod

I följande avsnitt beskrivs den metod som använts för att beräkna samhällskostnaden för ras, skred, slamström, erosion och översvämning (skadehändelser) på en nationell och regional nivå. I samband med ras och skred kan det uppstå slamströmmar, dessa tillsammans sammanfattas RSS.

För att uppskatta de samhällsekonomiska riskkostnaderna för skadehändelserna har följande metodik använts:

1. Återkomsttider och frekvenser uppskattas för skadehändelser. Detta innebär en beskrivning av hur ofta ras, skred och översvämning förväntas inträffa. Erosion antas förenklat vara ett långsamt och ständigt pågående förlopp och beskrivs därför på ett annat sätt.
2. Konsekvenser av skadehändelserna uppskattas.
3. Skadekostnader för de olika skadehändelsernas konsekvenser uppskattas. Skadekostnader är exempelvis kostnader för återställning av byggnader och infrastruktur, dvs vägar och järnvägar som skadas vid en skadehändelse. Samtliga skadekostnader har beräknats till 2020 års prisnivå.
4. Genom att väga ihop återkomsttid, dvs hur ofta skadehändelserna förväntas ske, och skadekostnader för skadehändelserna ras, skred, erosion och översvämning erhålls en årlig samhällskostnad för respektive skadehändelse.
5. Den årliga samhällskostnaden beräknas för varje år under den aktuella tidshorizonten (år 2021–2100) med hänsyn till en klimatfaktor.
6. De årliga samhällskostnaderna diskonteras till nuvärdet och summeras till en samhällskostnad per skadehändelse under den valda tidshorizonten från år 2021 till år 2100.

Beräkningarna av skadehändelsernas samhällsekonomiska riskkostnader utförs på olika sätt, eftersom förutsättningarna skiljer sig åt beroende på hur händelserna inträffar och hur de påverkar sin omgivning. De ingående delmomenten beskrivs kortfattat i Tabell 1.

Nedan och mer detaljerat under respektive skadehändelsekapitel. Notera att underlagsdata och beräkningsmetoder varierar för de olika skadehändelserna (RSS, erosion och översvämning), varför jämförande slutsatser kring deras riskkostnader bör ske med försiktighet.

Tabell 1. Delmoment och kortfattade beskrivning av hur delmomentet hanterats för skadehändelsen. Källor återges i kapitel 3 under metodbeskrivning för respektive skadehändelse

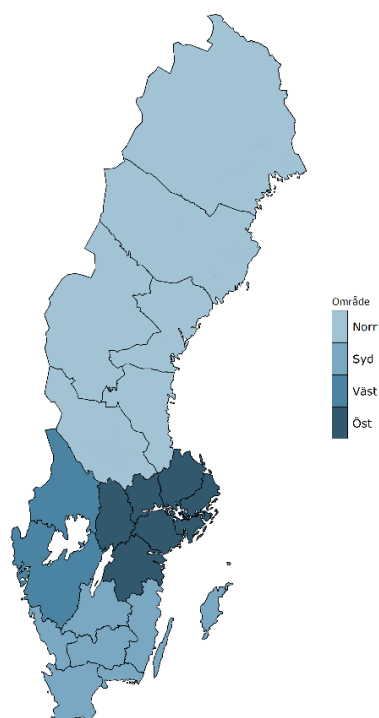
Delmoment	Hantering av delmomentet per skadehändelse		
	Ras, skred och slamström	Erosion	Översvämning
4. Återkomsttider och frekvenser	Frekvenser uppskattas utifrån insatsstatistik justerat med expertbedömning	Antas vara ett kontinuerligt förlopp	Utifrån återkomsttider för dimensionerande händelser
5. Konsekvenser	RSS storlek på yta som berörs justerat med expertbedömning	Uppskattning av årlig erosionshastighet	Modellerat utbredningsområde och utsökning av drabbade objekt

6. Skadekostnader	Genomsnittliga skadekostnader (baserat på byggkostnader) per kvadratmeter	Genomsnittligt markvärde per kvadratmeter	Schablonskadekostnader för drabbade objekt
4. Klimatförändringar	RSS-händelser antas öka med 20 % i Nord och Väst till år 2100.	Uppskattning av erosion utifrån havsnivåförändringar till år 2100	Beräknade förändringar i havsnivå och nederbörds-förhållanden till 2100

Geografisk indelning

I det underlagsmaterial som funnits tillgängligt har särskilt utsatta områden pekats ut genom GIS-analyser och utsökning av skyddsvärda objekt i Sveriges kommuner. Dessa områden har värderats och rangordnats kvalitativt.

I de beräkningsmodeller som används i denna utredning har riskkostnader beräknats utifrån uppgifter om drabbade objekt och områden för respektive kommun i Sverige. I rapporten redovisas resultaten i samlad form för fyra större områden; Nord, Öst, Syd och Väst samt nationellt, se Figur 2-1.



Figur 2-1 Karta över Sveriges län och indelning i fyra områden Nord, Öst, Syd och Väst för vilka riskkostnader beräknats.

Indelningen i områden har skett utifrån en bedömning av förutsättningarna för olika skadehändelser inom olika delområden. Något förenklat och översiktligt är ras, skred, slamströmmar (RSS) mer betydande i de län som återfinns i de Västra och Norra områdena. Erosion sker mestadels i Södra området och mer likartat i de övriga områdena. Översvämningar sker i hela landet och med stigande havsnivåer kopplat till landsänkning respektive landhöjning kommer skillnaderna mellan länen att öka i framtiden.

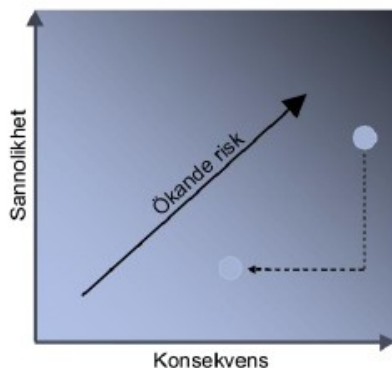
Riskkostnad

Riskbegreppet

Ras, skred, slamströmmar och översvämningar inträffar oregelbundet, även erosion, och det går inte att med säkerhet förutsäga om, och i så fall när, en sådan händelse med viss omfattning ska inträffa. Det är därför lämpligt att istället försöka bedöma riskerna för skador till följd av händelsen. En riskuppskattning innebär i detta sammanhang en sammanvägning av sannolikheten för en händelse med en viss omfattning och dess negativa konsekvenser. Eftersom avsikten är att uttrycka risken i monetära termer måste skadorna värderas ekonomiskt och det går då att tala om en riskkostnad.

Riskkostnad är den samhällsekonomiska risk som kan förknippas med en viss riskhändelse. Riskkostnaden beräknas som en funktion av sannolikhet och konsekvenskostnad av ras, skred, erosion och översvämning. Riskkostnaden är därmed väntevärdet av konsekvensen och kan också benämnas den förväntade konsekvenskostnaden. Sammanvägningen av sannolikhet för översvämning och konsekvenskostnad beskrivs principiellt i Figur 2-2.

Risken beror av sannolikheten för att händelsen skall inträffa och dess negativa ekonomiska konsekvenser. Riskerna kan minskas genom förebyggande åtgärder, som syftar till att förhindra att händelsen uppstår, eller genom skadebegränsande åtgärder, som syftar till att mildra konsekvenserna av händelsen.



Figur 2-2 Principen för sammanvägning av sannolikhet och konsekvens. Risken kan minskas genom förebyggande åtgärder (minskande sannolikhet) och/eller skadebegränsande åtgärder (minskande konsekvenser), se prickarna.

Syftet med att genomföra förebyggande och/eller skadebegränsande åtgärder är att minska, eller helst eliminera, riskerna för att negativa konsekvenser ska uppstå. Det ekonomiska värdet av de minskade riskerna som åstadkoms till följd av en åtgärd betraktas därvid som ekonomiska *nyttor* till följd av åtgärden.

Hur stora kostnaderna, och därmed den ekonomiska risken, blir beror på rasets, skredets, erosionens eller översvämningarnas utbredning. Olika utbredningar uppstår med olika sannolikhet. För att kunna beräkna en *total riskkostnad* måste därför en summering göras över alla utbredningar (riskhändelser) som är möjliga. Den totala ekonomiska risken beräknas som:

$$R_{tot} = E[C_F] = \int_0^1 C_F(P_F) dP \quad (\text{ekvation 1})$$

där P_F är sannolikheten (1/återkomsttid) för händelsen (F) och C_F är skadekostnaderna till följd av händelsen (kr). Risken är således väntevärdet för skadekostnaden, $E[C_F]$. Detta ger därmed den totala risken för ett specifikt tidssteg, exempelvis 1 år.

För varje riskområde kan en total riskkostnad beräknas för en vald tidshorisont, exempelvis ett antal år:

$$Risk_T = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} (R_{tot,t}) \quad (\text{ekvation 2})$$

där:

Risk_T = den totala risken för valt tidshorisont T, exempelvis 100 år

r = diskonteringsränta

T = tidshorisont angivet i antal år t

För beskrivning av diskontering, se nedan.

Den samhällsekonomiska risken kan minskas genom förebyggande eller avhjälpande åtgärder. Den minskade risken utgör då en nytta som kan utvärderas samhällsekonomiskt genom kostnads-nyttoanalys (KNA). Någon ytterligare beskrivning av KNA görs inte här men det är idag en väletablerad metod och beskrivs i stor mängd publikationer internationellt, se exempelvis Boardman m fl (2011), och i Sverige exempelvis Trafikverket (Trafikverket, 2020) och Söderqvist m fl (2014).

I denna utredning har emellertid fokus varit på att beräkna den samhällsekonomiska riskkostnaden innan ytterligare åtgärder. Någon kostnads-nyttoanalys av olika åtgärder för att reducera risken har inte genomförts. När uppgifter om åtgärders utformning, riskreducerande förmåga och kostnader beskrivits kan en samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys av dessa åtgärder genomföras.

Ekonomisk värdering av risk

Om en konsekvens (kostnad) inträffar med en viss sannolikhet finns två huvudansatser för att ekonomiskt värdera den resulterande riskförändringen: riskvärdering ex post eller riskvärdering ex ante.

En riskvärdering ex post utgår från en deterministisk värdering av konsekvensen, dvs. konsekvensen värderas som om den faktiskt har inträffat. Värderingen görs sedan probabilistisk genom en multiplikation med sannolikheten för att konsekvensen inträffar. Ett vanligt exempel på värdering ex post av översvämningrisker är att basera konsekvensvärderingen på uppgifter om faktiska skadekostnader som uppstått tidigare i form av ersättning som betalats av försäkringsbolag.

Riskvärdering ex post används ofta, men en viktig svaghet med denna är att den inte tar hänsyn till vilka ekonomiska avvägningar med avseende på risk som individer väljer att

göra eller är beredda att göra. Den gängse utgångspunkten i ekonomisk teori är individualistisk, vilket innebär att en ekonomisk värdering bör ta hänsyn till att villigheten till avvägningar med avseende på risk kan variera mellan olika individer. Variationen kan bero dels på vilken typ av risk det är fråga om, dels på individernas preferenser med avseende på risk. Vid riskvärdering ex ante går det till skillnad från vid riskvärdering ex post att ta sådan hänsyn.

Värdering ex ante utgår från de val individer gör med avseende på risken för en viss konsekvens innan de vet om denna konsekvens faktiskt uppstår eller inte. Detta innebär att man vanligen försöker undersöka individens maximala betalningsvilja för att undvika konsekvenser som inträffar med en viss sannolikhet innan de vet om dessa verkligen kommer att inträffa eller inte, dvs. deras s.k. optionspris. Det framhålls ofta att riskvärdering ex ante är mer tillfredsställande eftersom hänsyn då tas till individens preferenser med avseende på olika typer av risksituationer.

I denna analys har riskvärdering ex post tillämpats och konsekvenserna har värderats genom att uppskatta kostnader i samhället för att återställa skador till följd av inträffade skadehändelser. Exempel på sådana kostnader är reparation av byggnader, återställande av skadade väg- och järnvägsanläggningar, förlorade markvärden och det samhällsekonomiska värdet av förlorade människoliv. Kostnadsuppskattningarna har baserats på tillgänglig information från exempelvis försäkringsbolag, SCB, Trafikverkets ASEK-arbete (Trafikverket, 2020) och expertbedömningar av Sweco. Betalningsviljestudier för att kunna värdera risker ex ante har inte varit möjliga att genomföra inom ramen för denna utredning. Riskvärderingen tar därmed inte hänsyn till människors riskpreferenser och ger således inte en värdering av människors fulla betalningsvilja att undvika de här studerade skadehändelserna.

Osäkerhetsanalys

En modell innehåller förenklingar och osäkerheter jämfört med den verklighet modellen försöker efterlikna. I de tre modeller som tagits fram i detta uppdrag finns det många och betydande osäkerheter, dessa kan delas upp i parameterosäkerheter och modellosäkerheter.

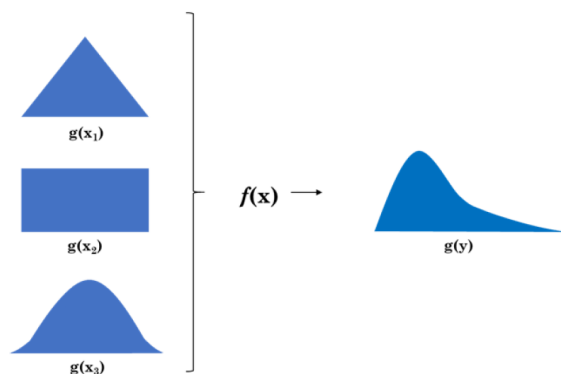
Även naturliga variationer ger upphov till stora osäkerheter i riskkostnaderna, de behandlas inte vidare i detta avsnitt.

Parameterosäkerhet

Vid samhällsekonomiska analyser finns ofta osäkerheter kring dess ingående variabler, parameterosäkerheter, som till exempel vad en faktisk anläggningskostnad kan komma att uppgå till, hur stort värdet är för en byggnad, hur stor sannolikheten är för att ett skred skall inträffa eller hur stor effekt som en åtgärd kommer att medföra.

Genom att representera osäkerheter i analysens ingångsvariabler med osäkerhetsfördelningar kan man beräkna utgångsvariabelns kombinerade osäkerhet, via t.ex. Monte Carlo-simulering (Figur 2-3). Det är en metod som baseras på ett slumpmässigt urval av värden från respektive ingångsvariabelns fördelning ett visst antal gånger (iterationer). Dessutom möjliggör också detta arbetssätt att känslighetsanalyser

kan utföras för att utvärdera hur stor påverkan respektive ingångsvariabel har på resultatvariabelns (exempelvis riskkostnadens) osäkerhet.



Figur 2-3. Konceptuell illustration av Monte Carlo-simulering, där osäkerheter i ingångsvariablerna ($x_1 - 3$) skapar en kombinerad osäkerhetsfördelning för utgångsvariabeln (y)

Exempel på känslighetsanalys som kan användas för att utvärdera parameterosäkerheter är bland annat en Spearman rank korrelation. Metoden visar korrelationen mellan en förändring i ingångsvariablernas värde och resultatets sammantagna värde på en skala från 0 till $|1|$. 0 innebär att ingångsvariabeln inte har någon inverkan på resultatets osäkerheter och $|1|$ innebär att resultatets osäkerhetsintervall är direkt beroende av variabelns värde. Ett positivt värde innebär att resultatets värde ökar med ett ökat värde på ingångsvariabeln och ett negativt värde innebär att resultatets värde minskar med ökat värde på ingångsvariabeln.

I denna utredning har Monte Carlo-simuleringar utförts i Excel, med hjälp av plug-in programmet @Risk, för 10 000 iterationer, där ingångsvariablernas respektive fördelningar har baserats på information från litteraturvärden och expertbedömningar av sakkunniga på Sweco och SGI.

Modellosäkerhet

Osäkerheter finns också vad gäller de modeller som används och dess förmåga att representera verkligheten. Det kan exempelvis vara osäkerheter kring vilken statistisk fördelningsmodell som är lämplig att använda för att beskriva en variabels osäkerhet, vilken modell som är mest lämplig för att beräkna antalet skadeobjekt för ett visst ras-, skred- eller översvämningsscenario eller vilken värdegrund som bör användas för att ansätta diskonteringsräntan. Begränsade analyser av modellosäkerheter har gjorts i denna utredning, exempelvis med avseende på valet av diskonteringsränta.

Diskontering och tidshorisont

Diskontering är ett begrepp som används vid alla samhällsekonomiska beräkningar. Det innebär en omräkning med hjälp av en räntesats för att ta hänsyn till att nyttor och kostnader inträffar vid skilda tidpunkter och därför inte kan jämföras direkt med varandra. En diskonteringsränta används för att räkna om alla nyttor och kostnader till ett nuvärde.

Diskontering är en omdebatterad metod, eftersom kostnaderna med åtgärder som syftar till att åstadkomma exempelvis en klimatanpassning ofta inträffar före nyttorna som åtgärderna leder till. I en nuvärdesberäkning tenderar detta att leda till att nyttorna väger

lättare än kostnaderna. Allmänt gäller att ju högre diskonteringsränta och ju längre fram i tiden en konsekvens inträffar desto lägre blir dess nuvärde. Om diskonteringsräntan däremot är noll värderas framtida kostnader och nyttor lika högt som dagens kostnader och nyttor.

Diskontering i samhällsekonomiska kalkyler av klimatåtgärder diskuteras ingående av exempelvis Naturvårdsverket (Söderqvist, 2006). Där beskrivs hur det kan vara rimligt att använda räntesatser nära marknadsräntan för kortare tidsperioder, medan det kan vara försvarbart att använda lägre räntesatser för längre tidsperioder som berör flera generationer.

För samhällsekonomiska kalkyler inom transportområdet rekommenderar (Trafikverket, 2020) en räntesats på 3,5 %. Denna räntesats baseras på studier av marknadsräntor.

För samhällsekonomiska kalkyler av åtgärder som berör flera generationer av människor argumenteras ofta att räntesatsen istället bör sättas utifrån en etisk utgångspunkt för att inte diskriminera framtida generationer i förhållande till dagens generation och utifrån prognoser om den framtida ekonomiska utvecklingen. Detta förhållningssätt tenderar att leda till lägre diskonteringsräntor. Ett exempel på detta är rekommendationerna i den s.k. Stern-rapporten (Stern, 2006), som utvärderar samhällsekonomiska effekter av klimatförändringar. Stern-rapporten har fått ett mycket stort genomslag i klimatdebatten och föreslår en diskonteringsränta på 1,4 % för samhällsekonomiska kalkyler rörande climateffekter och åtgärder mot klimatförändringar.

Valet av diskonteringsränta kan påtagligt påverka utfallet i en kostnads-nyttoanalys, såväl vad gäller nettonuvärdets absoluta storlek, men i vissa fall också rangordningen av alternativ. Vilken räntesats som väljs grundas i vilken grundläggande syn som beslutsfattandet utgår ifrån. Vid genomförandet av en kostnads-nyttoanalys kan det vara svårt att avgöra vilken räntesats som är lämplig. I sådana fall är det lämpligt att genomföra kostnads-nyttoanalysen med olika diskonteringsräntor och undersöka hur slutresultatet varierar med valet av räntesats.

I detta arbete har inte någon fast räntesats valts, eftersom detta slutligen är upp till beslutsfattaren att avgöra. I modellerna har räntesatserna 3,5 % och 1,4 % valts, baserat på Trafikverkets ASEK-värden respektive Stern-rapporten, se ovan.

Tidshorisonten är givetvis också av stor betydelse. Sweco har i flera utredningar valt att använda tidshorisonten 100 år alternativt perioden från innevarande år till år 2100. Detta med hänsyn till tillgänglig information och tillförlitlighet i det statistiska underlaget och modellberäkningar för skadehändelsernas återkomsttider. En annan viktig aspekt i valet av tidshorisont är livslängden på fastigheter och anläggningar inom det studerade området. Exempelvis kan en nyproducerad fastighet i dag förväntas finnas kvar i minst 100 år. Det finns därmed skäl att ha en tidshorisont som sträcker sig i storleksordningen 100 år eller mera.

I analyserna antas vanligen att förhållanden rörande bebyggelse, markanvändning, samhällsfunktioner, mm är konstant under den valda tidshorisonten. Det är dock fullt

möjligt att i modellen justera flödet av nyttor och kostnader över tid, med hänsyn till exempel till förväntad samhällsutveckling i form av bostadsbebyggelse, trafikflöden, etc.

Vid en lägre diskonteringsränta kan tidshorisontens längd ha stor inverkan på analysens utfall. I detta arbete har år 2100 valts som tidshorisont i enlighet med regeringsuppdragets formulering.

Skadehändelser

I detta kapitel beskrivs skadehändelserna, förutsättningar, modelluppbyggnad och därefter redovisas beräkningsresultat samt osäkerheter. Varje skadehändelse har delvis unika förutsättningar och avgränsningar samt unik metod varför dessa beskrivs för respektive händelse nedan. Samtliga händelser påverkas av likartade faktorer, exempelvis klimatförändringarna, men resulterar i olika typer av skador. Skadekostnaderna har också inhämtats med olika metoder och grundas på olika typer av data.

Ras och skred

Ras, skred och slamströmmar är exempel på snabba massrörelser i jordtacket eller i berggrunden, som kan skada människor och orsaka stora skador dels på mark och byggnader inom det drabbade området, dels inom det markområde nedanför slänten där skred- och rasmassorna hamnar (MSB, 2020a). I ett ras rör sig de enskilda delarna fritt i förhållande till varandra medan ett skred är en sammanhängande massa av jord eller en del av en bergslänt som kommer i rörelse (SGI, 2018a). Vattenmättade jordmassor av grov jord som strömmar vidare ner längs raviner eller utför slänter är en så kallad slamström.

Ett skred eller ras är i många fall en följd av en naturlig erosionsprocess och kan utlösas av riklig nederbörd eller av mänskliga ingrepp i naturen och kan inträffa utan förvarning.

Förutom naturliga skäl och människans påverkan så kan skogsavverkning också leda till förändrad stabilitet i marken eftersom vegetationen som suger upp mycket av markvattnet tas bort (MSB, 2019). Detta 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 ge erosion i sluttningar och dalgångar. Störst risk för skred och ras är det i jordslänter som innehåller jordlager med låg hållfasthet och i bergslänter med svagheter i berggrunden.

Ras och skred inträffar genom att brott uppstår längs en glidyta i jorden (MSB, 2019). Jordlagren ovanför glidytan påverkas dels av pådrivande krafter, dels av mothållande. Före skredet är dessa krafter i jämvikt. En rubbning av jämvikten, så som ökad belastning, minskat mothåll och försämrad hållfasthet i jorden, kan utlösa ras och skred. Det är vanligt att en kombination av dessa förhållanden utlöser ett ras eller skred. Ras och skred kan också inträffa i samband med översvämningar. Detta beror på att vatten då tränger in i jorden och därmed försämrar hållfastheten.

Klimatförändringarna är en bidragande faktor till ökad risk för ras, skred och slamströmmar i framtiden. Klimatscenarier fram till år 2100 indikerar att

nederbördsmängderna kommer att öka inom större delen av Sverige och att en större andel av nederbörden kommer att utgöras av intensiva regn (MSB, 2019). Ökad nederbörd medför att erosionen tilltar, att grundvattennivån i jordlagren höjs och en ökning av såväl frekvens som omfattning av översvämningar längs sjöar och vattendrag. Var för sig och i samverkan kommer dessa faktorer att försämra stabilitetsförhållandena med ökade problem med skred, ras, ravinutveckling och slamströmmar som följd. Även landhöjningar påverkar risken för ras och skred.

Benägenheten för ras och skred påverkas också av jordarter (MSB, 2019).. Ler- och siltjordar bedöms vara mer skredbenägna än andra jordarter. Även grundvattennivån är en viktig påverkansfaktor. Höga grundvattennivåer ökar porttrycket i jorden vilket i sin tur ökar risken för ras och skred.

Det finns exempel på omfattande ras och skred som inneburit stora kostnader för samhället. Skredet i Småröd E6 kostade ca 520 Mkr (MSB, 2006). Ett annat exempel är Surteskredet år 1950 som omfattade ett område på 24 hektar hemlösa (SOU, 2007:60). 31 bostäder förstördes och en person omkom. Skredet i Tuve 1977 omfattade 27 hektar. Det är det allvarligaste skredet som hittills drabbat Sverige. I skredet omkom 9 personer, 65 hus förstördes och 436 personer blev hemlösa. Totalkostnaden beräknades till 140 Mkr i 1977 års penningvärde (Expressen, 2014). I Vagnhärad gick ett skred år 1997 där totalt 30 villor skadades eller fick lösas in och rivs (SOU, 2007:60). Skadekostnaden för skredet i Vagnhärad uppskattades till ca 120-130 Mkr kr. Dessa direkta kostnader gällde bland annat räddningstjänst, ledning- och krisgrupper, evakuering, utredningar, köp av fastigheter och återställande av område. Till detta tillkommer indirekta kostnader som bortfall av arbetstid etc. Även mindre ras eller skred kan innebära betydande kostnader för samhället. I november 2020 rasade 27 vägar samman till följd av ett kraftigt regnväder i Västerbotten (Västerbotten Kuriren, 2020). Trafikverket beräknade att kostnaderna för ovädret uppgick till 40 Mkr.

Förutsättningar

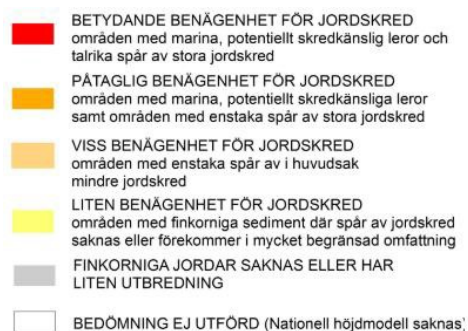
För att beräkna riskkostnaden för ras, slamströmmar och skred i Sverige måste skadekostnader vid inträffat ras eller skred beräknas. Ett ras eller skred innebär olika kostnader beroende på vart olyckan inträffar. Ras, slamström eller skred i bebyggd miljö kan innefatta omfattande kostnader eftersom både byggnader, övrig infrastruktur och människor kan skadas. Dock påverkas utfallet givetvis av om det drabbade området är skyddat mot skadehändelsen men framförallt påverkar detta frekvensen av om en skadehändelse överhuvudtaget inträffar. Arean för raset, slamströmmen eller skredet är av stor vikt när skadekostnaderna ska beräknas.

I underlaget är ras och skred områden utpekade, slamström inkluderas i dessa områden (SGI, 2021c). I frekvensuppskattningar har ingen åtskillnad varit möjlig att göra mellan de tre kategorierna utan de har behandlats som en gemensam grupp. Skadehändelserna har liknande konsekvenser och det bedöms därför vara en rimlig förenkling.

De områden som pekats ut som riskområden för skred har baserats på en kategorisering utifrån SGUs *Riksöversikt finkorniga jordars skredbenägenhet* (SGU, 2016). Hur materialet är framtaget beskrivs enligt följande:

”Produkten är baserad på SGUs och SGIs skreddatabaser (förekomst av spår av inträffade jordskred), SGU:s jordartskarta i skala 1:1 miljon (förekomst av finkorniga jordar), samt en geologisk bedömning av var i landet avsättningsmiljöerna för silt och lera har varit gynnsamma för uppkomst av skredbenägna finkorniga jordar.” (SGU, 2016)

Detta är alltså ett mycket översiktligt material. De tre kategorier som ingått i de områden som i denna modell bedöms kunna drabbas av skred är de tre översta i Figur 3-1.



Figur 3-1. Kategorisering av områden med olika benägenhet för skred enligt SGU (SGU, 2016)

De områden som pekats ut som riskområden för ras har, bland annat, baserats på en kategorisering utifrån MSBs Översiktlig stabilitetskartering i morän och grova jordar (MSB, 2020).

Till följd av RSS-händelser kan både direkta och indirekta skadekostnader förekomma. Direkta skadekostnader innebär bland annat arbetsinsatser så som räddningstjänst, reparation av skadad bebyggelse, ny bebyggelse, reparation av skadade vägar, kostnader för förstörda ledningar samt värdet av människoliv i de fall dödsfall förekommer. Indirekta kostnader kan handla om trafikstörningar vilket kan leda till högre reskostnader, förseningar och omledning av trafik, förlorad arbetstid samt sjukvårdskostnader. Även andra samhällsviktiga funktioner och verksamheter skulle kunna påverkas till följd av ras och skred.

Att beräkna skadekostnader för RSS-händelser är mycket komplext och går inte att göra i sin helhet baserad på tillgängliga data. Kostnader för skador på bebyggelse samt markvärden har dock kunnat inhämtas från Statistiska centralbyrån (SCB) (SCB, 2020) och (Skatteverket, 2018) baserat på nyanläggningskostnader. Skadekostnader för vägar och järnväg har inhämtats från rapport från Göteborg stad (Göteborg stad, 2014).

Skadekostnader för småhus och flerfamiljshus har hämtats från SCB (2020). Dessa kostnader är schablonbyggkostnader för hus och inkluderar inte värdet på marken som byggnaden står på. Detta beror på att vid ett ras eller skred så kan byggnader i drabbat område helt förstöras medan marken oftast finns kvar eller går att återställa till sitt ursprungsvärde. En byggnad som dras med i ett ras eller ett skred behöver däremot ersättas med en helt ny, alternativt krävs det sannolikt omfattande reparationskostnader.

Inom kategorin industri har schablonbyggkostnader för tillverkningsindustri och övrig industri hämtats från Skatteverket (2018). Inte heller dessa kostnader inkluderar

markvärde. Mervärdesskatt eller omsättningsskatt är också exkluderat ur kostnaden. Däremot ingår räntekostnader under byggtiden.

Schablonbyggkostnader för komplementbyggnader, byggnader för samhällsviktig funktion och övriga verksamheter har också hämtats från Skatteverket (2018). Komplementbyggnader definieras som oisolerad byggnad med takhöjd <6 meter. Byggnader för samhällsviktig funktion innefattar bland annat skola och sjukhus. Övriga verksamheter innefattar exempelvis kontor, butik och hotell.

I samråd med SGI har det modellerade resultatet utgått ifrån att frekvensen av RSS-händelser kommer att öka med ca 20% i Nord och Väst till år 2100 baserat på motsvarande ungefärlig nederbördsökning under samma period. Det är dock osäkert huruvida detta antagande speglar verkligheten. Det är fler faktorer än genomsnittlig nederbörd som påverkar risken för RSS-händelser, som till exempel regnets intensitet, dynamiken mellan torka och regn, förändrade havsnivåer och förändrade snösmältningsmönster.

Metod

Beräkning av riskkostnaden för RSS-händelser har utförts stegvis enligt Tabell 3-1.

Tabell 3-1. Beskrivning av delmomenten i RSS-modellen.

Delmoment	Hantering av delmomentet för skadehändelsen Ras, skred och slamström (RSS)
1. Återkomsttider och frekvenser	Frekvenser uppskattas utifrån insatsstatistik justerat med expertbedömning (MSB, 2019)
2. Konsekvenser	RSS storlek på yta som berörs justerat med expertbedömning (SGI, 2021a)
3. Skadekostnader	Genomsnittliga skadekostnader (baserat på byggkostnader) per kvadratmeter (SCB, 2020), (Skatteverket, 2018), (Göteborg stad, 2014), och värdet av ett statistiskt liv (Bilaga 1)
4. Klimatförändringar	RSS-händelser antas öka med 20 % i Nord och Väst till år 2100. Förenklat baserat på en ungefärlig nederbördsökning under samma period.

Inget komplett dataunderlag för sannolikheten att ras, skred eller slamström inträffar finns. Återkomsttider och frekvenser har uppskattats utifrån insatsstatistik för räddningstjänster i Sverige (MSB, 2019). Där har antalet insatser kopplade till RSS-händelser hämtats ut för de fyra områdena beskrivna ovan. Detta underlag fungerade som stöd i att bedöma och fastställa frekvenser för dessa händelser i en Workshop med experter från SGI utförd 3 mars 2021 och i efterföljande arbete. Dessa värden har ansatts i en log-normal fördelning för att beskriva RSS-frekvensen i de olika områdena.

Konsekvensen vid en händelse har uppskattats i form av drabbad yta. RSS-storlek har baserats på data från SGIs skreddatabas där RSS händelser ingår (SGI, 2021a). Detta underlag fungerade som stöd i att bedöma och fastställa drabbade ytor vid RSS-händelser i den Workshop som genomfördes med SGI den 3 mars 2021 och i efterföljande arbete. Dessa värden har ansatts i en log-beta-pert fördelning för att beskriva den drabbade ytan för olika RSS-händelser i de olika områdena.

Den totala skredytan per år beräknades för respektive region genom att multiplicera antalet förväntade skred (frekvens) per år med förväntat drabbad yta per år. Ad-in programmet @Risk gav att den drabbade ytan per år bäst representerades av en invers Gaussfördelning för samtliga regioner. Osäkerhetsfördelningen ansattes för respektive år över den analyserade tidshorizonten för att beräkna den totala konsekvensen över tid.

Från en databas har antalet objekt och människor (exempelvis bostäder, industri samt människor) som finns i RSS-områden samt RSS-områdesareor per kommun sökts ut (SGI, 2021c).

För att få fram skadekostnaderna per kvadratmeter har ytan för respektive byggnadstyp och för väg samt längd järnväg sökts ut för respektive område (Nord, Öst, Syd och Väst). Dessa sätts sedan i relation till kvadratmeterkostnaden för respektive byggnadstyp för att få fram medelkostnad per område.

Andelen bebyggelse och infrastruktur som är skyddad mot RSS-händelser främst ras och skred har inte kunnat bedömas för de stora områden som studerats. All bebyggelse och infrastruktur har i modellen antagits kunna förstöras vid RSS-händelser.

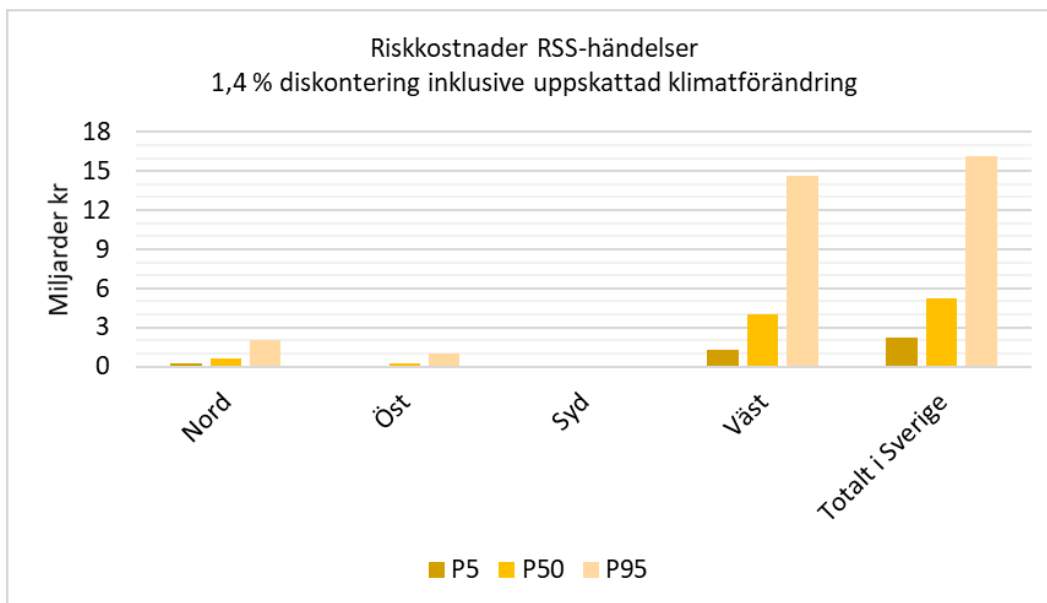
I skadekostnaden per drabbad kvadratmeter har även antalet drabbade människor inkluderats. Detta genom att anta att personer som befinner sig i ett RSS-område där en ras-, skred- eller slamströmshändelse inträffar kommer att omkomma. Antalet personer per kvadratmeter och område har beräknats och multiplicerats med värdet av ett statistiskt liv (VSL), se Bilaga A. VSL har ansatts med en beta-PERT fördelning, med 25 Mkr som lägsta (P1) samt som median, och med 50 Mkr som P99.

Resultat

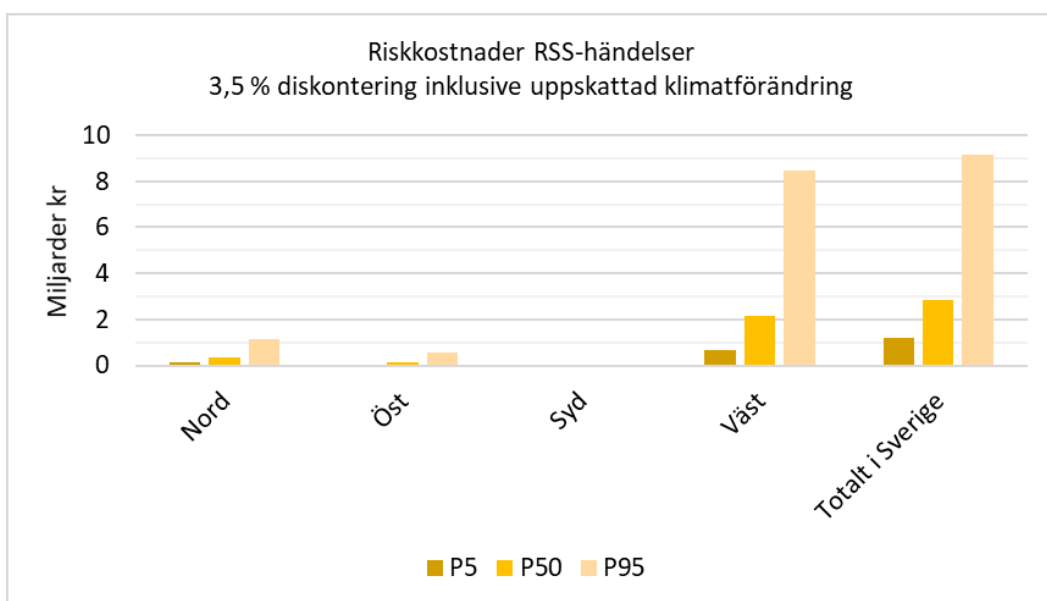
Riskkostnader för ras, skred och slamströmmar (RSS-händelser) har beräknats för andelen drabbade objekt och deras byggnadsvärde per kvadratmeter samt antalet skadehändelser och areor som berörs under ett år. För RSS-händelser innebär detta en mycket varierande skredstorlek (naturlig variation) men även en stor variation i frekvensuppskattningar (sannolikhet för att RSS-händelser kommer att inträffa) samt antaganden om andel skyddad bebyggelse och klimateffekter att resultatet innehåller stora osäkerheter. Osäkerhet pga. naturlig variation går inte att undvika, men kan undersökas för att få en ökad förståelse om vad som medför variationen. En betydande modellosäkerhet är även kopplad till dataunderlaget avseende vilka områden som faktiskt är RSS-utsatta. Det konstateras till exempel gällande underlaget för skred att det underlaget är avsett för översiktliga kvalitativa bedömningar och inte för samhällsekonomiska riskkostnadsanalyser.

De stora osäkerheterna i skredstorlek medför att resultatet sammantaget får ett stort osäkerhetsintervall från ca 2 miljarder till i storleksordningen 16 miljarder kronor i beräknad riskkostnad vid 1,4 % diskontering. Medianrisken (50-percentilen) har beräknats till i storleksordningen cirka 5 Miljarder kronor.

I Figur 3-2 och Figur 3-3 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för ras, skred och slamströmmar (RSS) under tidsperioden år 2021–2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.

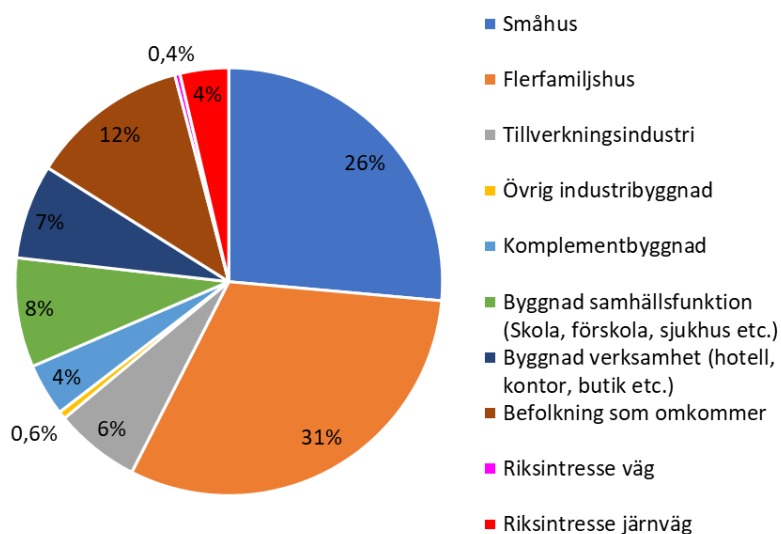


Figur 3-2 Beräknad riskkostnad till följd av ras, skred och slamströmmar under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med 1,4 % diskontering.



Figur 3-3 Beräknad riskkostnad till följd av ras, skred och slamströmmar under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med 3,5 % diskontering.

I Figur 3-4 visas procentuell fördelningen av förväntade skadekostnader per drabbad yta av RSS-händelser beräknat nationellt. Fördelningen är annorlunda beräknat per område.



Figur 3-45 Procentuell fördelning av förväntade (medel) direkta skadekostnader per drabbad yta av RSS-händelser nationellt dvs beräknat som medelvärde för alla fyra områden.

Erosion

I denna rapport beaktas erosion vid kusten samt stränder vid Vänern och Vättern.

Erosion är den nednötning och transport av jord och berg som orsakas av bland annat vind, vatten och vågor (SGI, 2018b). Till skillnad från ras och skred är erosion en mer kontinuerlig och ständigt pågående naturlig förändringsprocess i landskapet.

Erosion kan bland annat uppkomma på grund av vågor, främst vindvågor eller på grund av fartygstrafik (SGI, 2018b).

Havsstränderna utsätts ständigt för erosion som gör att material kontinuerligt försvinner från stränderna (SGI, 2018c). Detta gäller inte alla stränder, då det även sker ackumulation på vissa stränder. I princip transporteras sand från stränderna ut till havs och avsätts i revlar och bankar som kontinuerligt kommer att växa i omfattning och utbredning. Även vid sjöar kan erosion förekomma.

På platser där det förekommer erosion kommer marken succesivt försvinna om åtgärder inte genomförs.

Efterhand som erosion pågår kommer mark förloras till havet (samt Vänern och Vättern) och när marken försvinner förloras även markvärdet. Detta värde kan förenklat likställas med riskkostnaden för erosion, eller åtminstone en del av den.

Förutsättningar

Erosionsutsatta stränder som ingår i detta uppdrag kategoriserats och bedömts i tre strandtyper som alla har olika grad av förutsättningar för erosion (SGI, 2020):

- Pågående betydande erosion i lösa jordarter
- Pågående långsam erosion i klint (berg)

- Strand med förutsättning för erosion

Dessa strandtyper ingår i det GIS-dataunderlag som funnits tillgängligt i uppdraget (SGI, 2021c).

Kunskapsnivån gällande erosionspåverkan längs Sveriges kust och kring Sveriges sjöar är varierande. I Skåne är erosionsområdena bästa dokumenterade men även där finns områden där kunskapsunderlaget är mer begränsat. I Sverige i övrigt är erosionshastigheterna i mindre omfattning dokumenterade och kända.

En mycket övergripande bedömning av erosionshastigheter med osäkerhetsintervall har utförts av SGI (SGI, 2021b). En uppskattning har samtidigt utförts av hur klimatpåverkan och den relativa landsänkningen respektive landhöjningen kommer att påverka erosionshastigheten under detta århundrade. Hur havsnivån kring Sverige förändras för de fyra områdena, beskrivna ovan, har bedömts utifrån en vetenskaplig artikel (Hieronymus et al, 2020) Den anges presentera forskning gjord vid SMHI om havsnivåhöjning med fokus på svenska förhållanden (SMHI, 2020).

Från SCB och Skatteverket har uppgifter om kommuners taxeringsvärden, storlek samt markvärde erhållits (SCB, 2021a), (SCB, 2021b), (Skatteverket, 2021).

Metod

Erosion kan till skillnad från ras och skred betraktas mer som ett kontinuerligt förlopp över tid snarare än som en plötslig skadehändelse. Erosion (och ackumulation) har därför tagits hänsyn till i beräkningarna som kontinuerliga markförändringar varje år. Omfattningen varierar över åren och platsen och kommer även förändras med havsnivåförändringar.

För att beräkna riskkostnader för erosion har därmed följande förhållanden antagits i modellen. Förenklat sker erosion med en årlig hastighet för en viss strandtyp. Osäkerheten i strandtypernas erosionshastighet har uppskattats av SGI som rimliga intervall, från lägsta rimliga hastigheten (i vissa fall ett ackumulerande värde) till snabbast möjliga erosionshastighet (SGI, 2021b). Den drabbade arean per kommun och år ges av denna hastighet och strandlängden för drabbad strandtyp. Med hjälp av det genomsnittliga markvärdet i kommunen kan skadekostnaden per område beräknas. Se Tabell 3-2 för sammanfattning av delmoment.

Tabell 3-2. Beskrivning av delmomenten i erosionsmodellen.

Delmoment	Hantering av delmomentet för skadehändelsen erosion
1. Återkomsttider och frekvenser	Antas vara ett kontinuerligt förlopp
2. Konsekvenser	Uppskattning av årlig erosionshastighet (SGI, 2021b) samt drabbad strandlängd
3. Skadekostnader	Genomsnittligt markvärde per kvadratmeter (SCB, 2021a), (SCB, 2021b), (Skatteverket, 2021)
4. Klimatförändringar	Uppskattning av erosion utifrån havsnivåförändringar till år 2100 (SGI, 2021b)

Kunskapen kring erosion i Sverige varierar i hög grad för olika stränder och kommuner. För stränder som historiskt har utsatts för betydande erosion och där problemen med erosion är mer kända och undersökta, bland annat genom projektet Skånestrand, har unika erosionshastigheter uppskattats översiktligt (SGI, 2021b). För områden där inte lokala uppgifter finns har generella värden uppskattats (SGI, 2021b). Längd på stränder har hämtats från databas (SGI, 2021c).

De bedömda erosionshastigheterna har använts för att beräkna erosionen för respektive strandtyp, se ovan, per drabbad kommun.

Klimatförändringar och då framförallt en förändrad havsnivå kommer att påverka erosionen. Erosionen på stränder som kategoriserats enligt kategorin ”Pågående betydande erosion i lösa jordarter” samt ”Strand med förutsättning för erosion” har antagits förändras med klimatförändringar. För dessa har det mycket förenklat antagits ske en erosionshastighetsförändring på den havsnära marken som är kopplad till lutningsförhållande i förhållande till havsnivåförändringen (SGI, 2021b). Detta baserat på en generaliserade och förenklad beräkningsmetod kallad Bruuns regel. Dessa två typer av stränder antas generaliserat ha ett lutningsförhållande på mellan 1:50 och 1:150. Det innebär att vid en meter högre havsnivå kommer 50–150 meter mark att erodera bort. Förenklat har denna erosion antagits ske jämnt fördelat under den studerade tidsperioden.

För de olika områdena antas havsnivåförändringen med hänsyn till landhöjning respektive landsänkning enligt Tabell 3-3. Någon variation i havsnivåförändring utifrån olika RCP-scenarier har inte varit möjlig att utföra i detta uppdrag. Därav har aktuell information från SMHI nyttjats (SMHI, 2020).

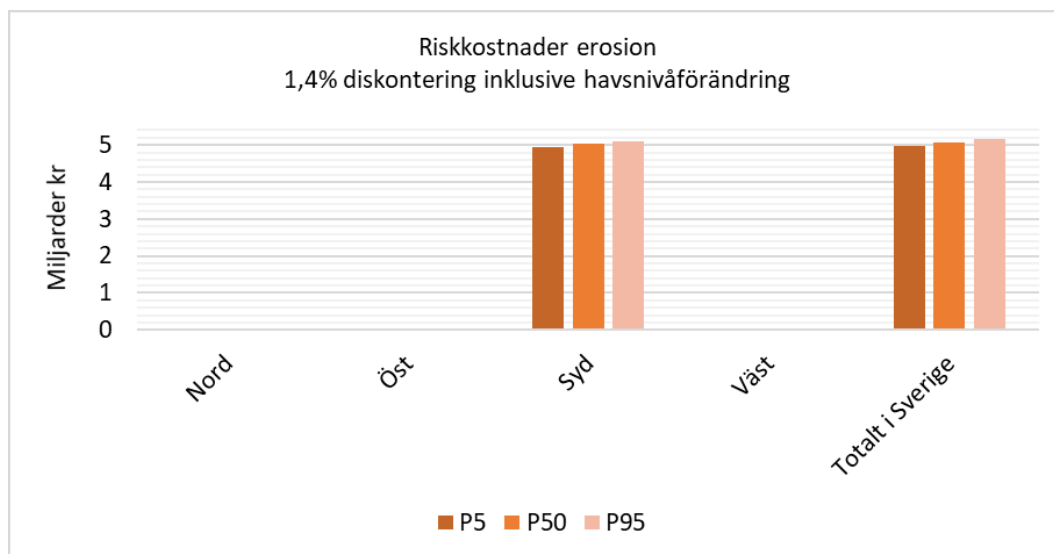
Tabell 3-3. Havsnivåförändringen i meter år 2100 jämfört med år 2021 med hänsyn till landhöjning respektive landsänkning (Hieronymus et al, 2020) för de olika områdena med RCP 8.5

Medelförändring (m) av havsnivå år 2100 jämfört med år 2021	Nord	Öst	Syd	Väst
	-0,05	0,3	0,65	0,5

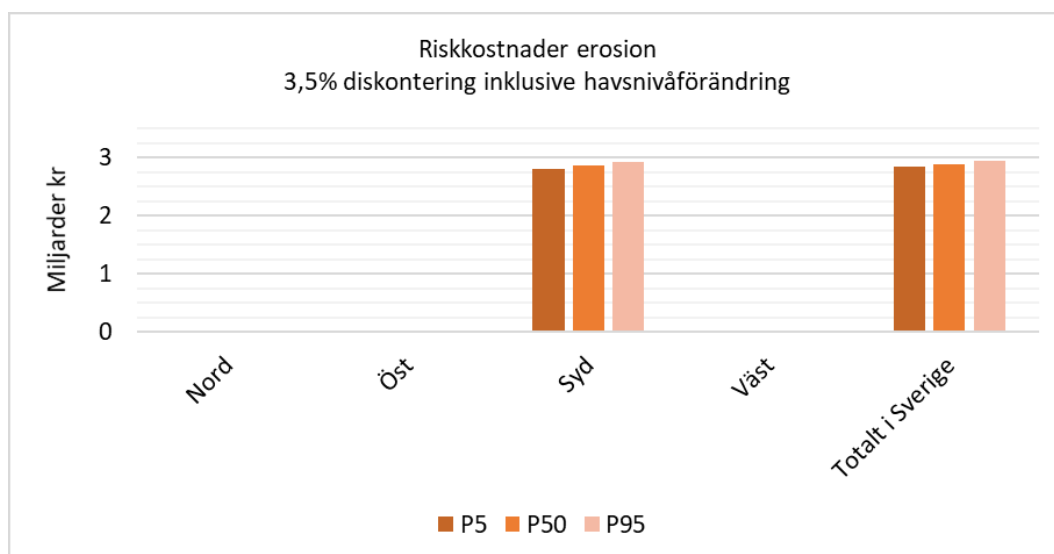
Resultat

Riskkostnader för erosion har översiktligt beräknats utifrån ett genomsnittligt markvärde per kommun och en årlig erosionshastighet för aktuell strandtyp och strandlängd. Erosionshastigheten kommer att förändras med framtida havsnivåförändringar vilket beaktats i beräkningarna. Riskkostnaden inkluderar erosion på havsstränder samt stränder vid Väner och Vättern. Erosion i vattendrag har inte beaktats. Riskkostnaden för erosion för medianrisken (50-percentilen) har beräknats till 5 miljarder kronor vid 1,4% diskontering. Klimatförändringar har mycket stor betydelse för riskkostnaden för erosion och baseras på antaganden och förenklingar. Därför har riskkostnad även beräknats utan havsnivåförändringar och då till i storleksordningen 200 miljoner kronor med 1,4 % diskontering.

I Figur 3-6 och Figur 3-7 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för erosion under tidsperioden år 2021 - 2100 med hänsyn till havsnivåförändringar vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



Figur 3-6. Beräknad riskkostnad till följd av erosion under tidsperioden år 2021–2100 med hänsyn till havsnivåförändringar vid 1,4 % diskontering.



Figur 3-7. Beräknad riskkostnad till följd av erosion under tidsperioden år 2021–2100 med hänsyn till havsnivåförändringar vid 3,5 % diskontering.

Översvämning

Översvämning innebär att ytor täcks med vatten utöver den normala gränsen för sjö, vattendrag eller hav (MSB, 2020b). Översvämning kan också drabba markområden som normalt inte gränsar till vatten men där vatten blir stående på grund av skyfall. I detta uppdrag har inte översvämningar orsakade av skyfall beaktats.

Översvämning i sjöar och vattendrag orsakas av förändrade vattennivåer vilket beror på bland annat nederbörd, snösmältning och reglering av vattendrag. Även en hög havsnivå

kan påverka sjöar och vattendrag längre in på land. I Sverige är vi relativt förskonade från stora översvämningskatastrofer och dödsfall i samband med översvämnningar är här mycket sällsynta (SMHI, 2017). De materiella skadorna och kostnaderna för samhället till följd av översvämnningar är dock betydande. I samband med klimatförändringarna ökar riskerna för översvämnning i stora delar av Sverige. Klimatförändringar kommer innebära förändrade nederbördsförhållanden och förändrade flöden i Sveriges vattendrag men påverkan på haven kommer att vara än mer betydande. Detta både med generellt stigande havsnivåer (delar av Norra Sverige undantaget där landhöjning kompenserar) och förändrade vågmönster och stormar. Havsnivåerna bedöms stiga med som mest 70 cm till år 2100 (Hieronymus et al, 2020).

Förutsättningar

För att beräkna riskkostnaderna för översvämnningar orsakade av vattendrag och hav har tidigare kostnads-nyttoanalysrapporter med modellen FloodMan utgjort underlag (Sweco, 2018) och (Sweco, 2019).

I databasunderlaget är områden och objekt som drabbas av översvämnningar tillgängligt (SGI, 2021c). Detta uppdelat på översvämnningar vid vattendrag och översvämnningar orsakade av havet.

Beräkningarna av riskkostnader baseras på en värdering av kostnader för återställning av skador till följd av översvämnning. Liksom för övriga typer av skadehändelser har inte effekter på trafikförseningar, förluster i produktion av varor och tjänster, påverkan på tillgången på ekosystemtjänster eller hälsoeffekter värderats. Skadekostnader baseras på försäkringsstatistik och värderingarna har gjorts ex post, vilket innebär att människors riskpreferenser att undvika översvämnningar inte vägts in.

Beräkningarna av riskkostnad för översvämnningar har i enlighet med (MSB, 2021) utgått ifrån en situation som representerar en 100-årshändelse år 2100. En sådan händelse baseras på klimatscenario RCP4.5. Utsökningar har därefter gjorts av skadeobjekt för denna händelse. Utifrån antagande om s.k. klimatfaktorer har sedan en skalning av antalet skadeobjekt gjorts till startåret (2021). Därefter har en linjär ökning av skadeobjekt (och därmed risken) antagits upp till slutåret 2100, varefter diskontering skett till nuvärde för varje år och slutligen en summering till en total riskkostnad för hela tidsperioden år 2021–2100, se metodik nedan.

Metod

Se Tabell 3-4 för sammanfattning av delmoment. Metodiken beskrivs vidare nedan i avsnittet *Modellen FloodMan*.

Tabell 3-4. Beskrivning av delmomenten i översvämningsmodellen.

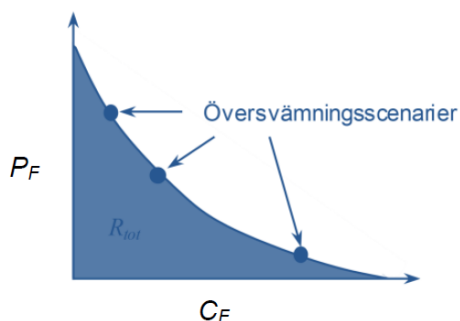
Delmoment	Hantering av delmomentet för skadehändelsen översvämning
1. Återkomsttider och frekvenser	Utifrån återkomsttider för dimensionerande händelser (MSB, 2021)
2. Konsekvenser	Modellerat utbredningsområde och utsökning av drabbade objekt (SGI, 2021c)
3. Skadekostnader	Schablonskadekostnader för drabbade objekt (Sweco, 2018) och (Sweco, 2019)
4. Klimatförändringar	Beräknade förändringar i havsnivå och nederbördsförhållanden till år 2100 (Hieronymus et al, 2020)

Modellen FloodMan

Beräkningen av riskkostnad genomförs enligt metodiken som används i verktyget FloodMan (Sweco, 2018), vilket utvecklats av Sweco i samverkan med Göteborgs stad och i projektet *Klimatanpassning av det kustnära samhället* (Sweco, 2019), finansierat av Naturvårdsverket.

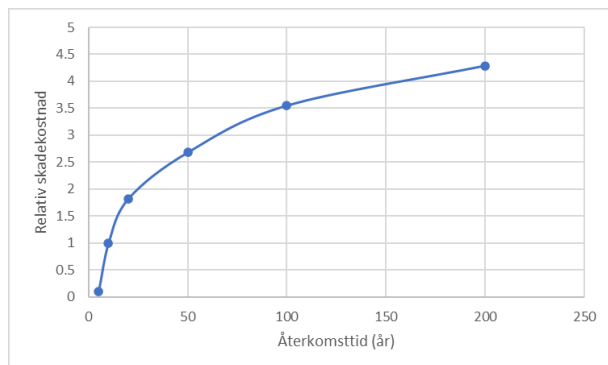
Hur stora skadekostnaderna är, och därmed den ekonomiska risken, blir beror på översvämningarnas omfattning. Händelser med olika omfattningar (scenarier) uppstår med olika sannolikhet (återkomsttid). Sambandet mellan de ekonomiska skadekostnaderna och återkomsttid kan uttryckas med hjälp av en skadekostnadsfunktion, se Figur 3-8

Det har inte varit möjligt att inom ramen för detta uppdrag göra en exakt beräkning av riskkostnaden, eftersom detta skulle kräva ett mycket omfattande modelleringsarbete. Beräkningen görs därför approximativt baserat på tre till fem olika scenarier (händelser) för de dimensionerande skadehändelserna, se Figur 3-8. För varje scenario uppskattas en sannolikhet (baserat på återkomsttid) och dess konsekvenser, se ovan.



Figur 3-8 Principiell beskrivning av den totala risken, vilket svarar mot den totala ytan i grafen.

I beräkningarna av samhällsekonomisk risk för översvämningar har endast modellberäkningar av skadeobjekt funnits tillgängligt för en skadehändelse med 100 års återkomsttid år 2100. Sambandet mellan skadekostnad och återkomsttid har därför behövt uppskattas erfarenhetsmässigt från tidigare genomförda beräkningar av Sweco i exempelvis Göteborg, Stenungsund och Söderhamn, se Figur 3-9.



Figur 3-9. Sambandet mellan återkomsttid och relativ skadekostnad. Exempelvis antas en 100-årshändelse för ett givet år ha 3,5 gånger så hög skadekostnad som en 10-årshändelse.

För varje område har en klimatfaktor antagits som representerar förväntad förändring i återkomsttid till år 2100 för den vattennivå som år 2021 har 100 års återkomsttid. Klimatfaktorn beskriver hur skadekostnaden för samtliga återkomsttider förändras under tidsperioden från år 2021 till år 2100, se Figur 3-10. Klimatfaktorn har för havsnivåförändringar baserats på tillgängliga uppgifter från tidigare genomförda simuleringar i Göteborg stads hydromodell (Göteborgs stad, 2014). Där befanns skillnaden mellan startåret (2014) och år 2100 vara ca en faktor 4, dvs det identifierades i medeltal ca 4 gånger så många skadeobjekt för år 2100 som för startåret 2014. Detta bedömdes vara rimligt att använda som klimatfaktor för område Väst. Utifrån bedömningar i projektgruppen har motsvarande klimatfaktorer skattats för övriga områden. Den inbördes relationen mellan de olika områdena har uppskattats utifrån skillnader i förväntad havsnivåhöjning (Hieronymus et al, 2020). Eftersom det inte funnits tillgång till mer detaljerade underlagsdata för att beräkna klimatfaktorn är dessa uppskattningar förknippade med stora osäkerheter, se Tabell 3-5.

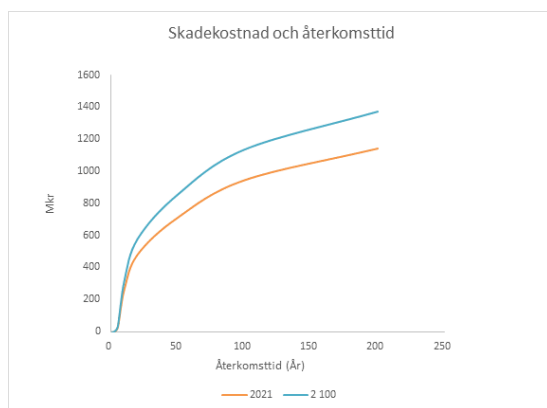
Tabell 3-5 Osäkerhetsintervall (25- och 75-percentiler) representerade av beta-fördelning med angivna parametrar.

Område	Osäkerhetsintervall		Beta (min; max)
	25-percentil	75-percentil	
Väst	3	5	Beta(1;10; 2,8; 5,5)
Syd	4	6	Beta(1;10; 4,2; 5,2)
Öst	2	4	Beta(1;10; 1,5; 4,8)
Norr	1,2	2	Beta(1;10; 1; 11,8)*

*Beta-fördelningen har här anpassats till att 1 är det troligaste värdet (mode)

För vattendrag baseras klimatfaktorn på ett allmänt antagande baserat på de klimatfaktorer som brukar tillämpas vid förändringar av nederbördsförhållanden (ofta tillämpas en klimatfaktor på 1,2–1,5 här). I dessa beräkningar har en klimatfaktor på 1,2 använts för samtliga områden.

Klimatfaktorerna för hav och vattendrag innebär således att skadekostnadsfunktionen för startåret skiljer sig för slutåret i den studerade tidsperioden, se Figur 3-10. I beräkningarna har antagits att det sker en linjär förändring av skadekostnadsfunktionen från startåret till slutåret. Detta innebär att beräkningarna tar hänsyn till att översvämningarnas utbredning (och därmed konsekvenser) kontinuerligt ökar (vid en klimatkfaktor > 1) från startåret till slutåret för en händelse med specifik återkomsttid.



Figur 3-10. Exempel på skadekostnadsfunktion (skadekostnad vs. återkomsttid) för översvämningsscenarier i ett område. I diagrammet visas skadekostnadsfunktion för början av en studerad tidsperiod (här år 2021) och slutet av den studerade tidsperioden (här år 2100).

För att kunna beräkna en *total riskkostnad* måste en summering göras över alla översvämningsscenarier som är möjliga.

Som ovan beskrivits i kapitel 2 beräknas den totala ekonomiska risken för ett specifikt tidssteg (år) som:

$$R_{tot} = E[CF] = \int_0^1 C_F(P_F)dP \quad (\text{ekvation 3})$$

där PF är sannolikheten ($1/\text{återkomsttid}$) för översvämning (F) och CF är skadekostnaderna till följd av översvämning (kr). Risken är således, med användning av ett statistiskt uttryckssätt, väntevärdet för skadekostnaden, $E[CF]$.

En total riskkostnad beräknas för en vald tidshorisont, exempelvis ett antal år:

$$Risk_T = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} R_{tot,t} \quad (\text{ekvation 4})$$

där:

$Risk_T$ = den totala risken för valt tidshorisont T , exempelvis 100 år

r = diskonteringsränta

T = tidshorisont angivet i antal år t

Resultat översvämning

I avsnitten nedan redovisas först resultat för översvämning orsakad av havet, med exempel visat med område Nord, och sedan resultat för översvämning orsakad av

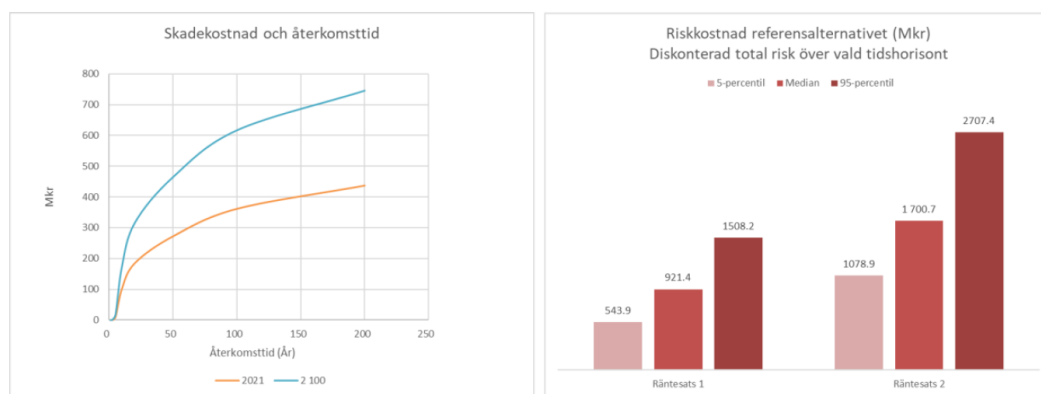
vattendrag med exempel visat med område Nord. Samtliga områdesresultat finns i Bilaga B. Avslutningsvis i avsnittet redovisas en sammantagen värdering av översvämning där riskkostnad för både havet och vattendrag för respektive område och nationellt visas.

Resultat - översvämning av havet

I avsnitt nedan redovisas resultat för översvämning orsakad av havet för område Nord, som exempel. Samtliga områden redovisas i Bilaga B.

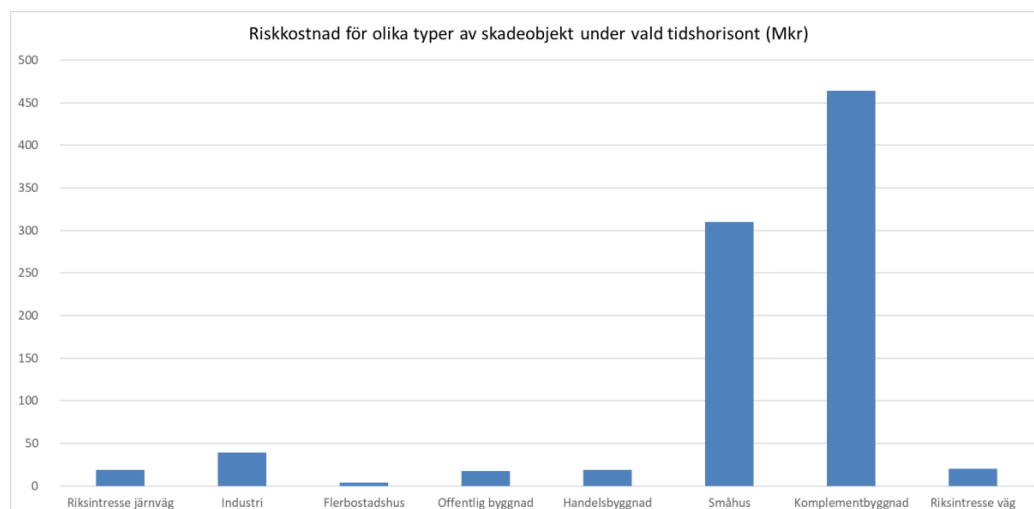
Område Nord

I Figur 3-11 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av havet under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



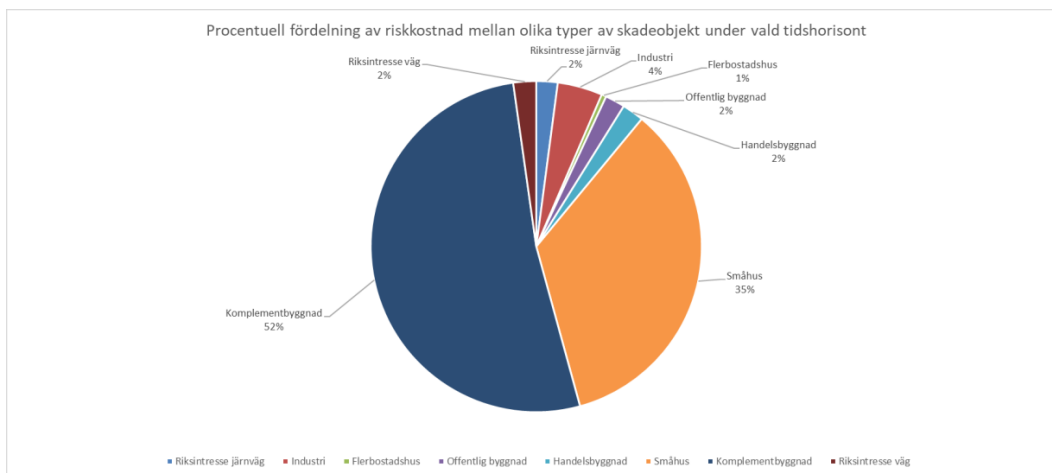
Figur 3-11. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från stigande nivåer i havet under tidsperioden år 2021-2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Nord.

I Figur 3-12 nedan visas total riskkostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 3-12. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021-2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från stigande nivåer i havet inom område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

I Figur 3-13 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 3-13. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från stigande nivåer i havet mellan olika typer av skadeobjekt inom område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

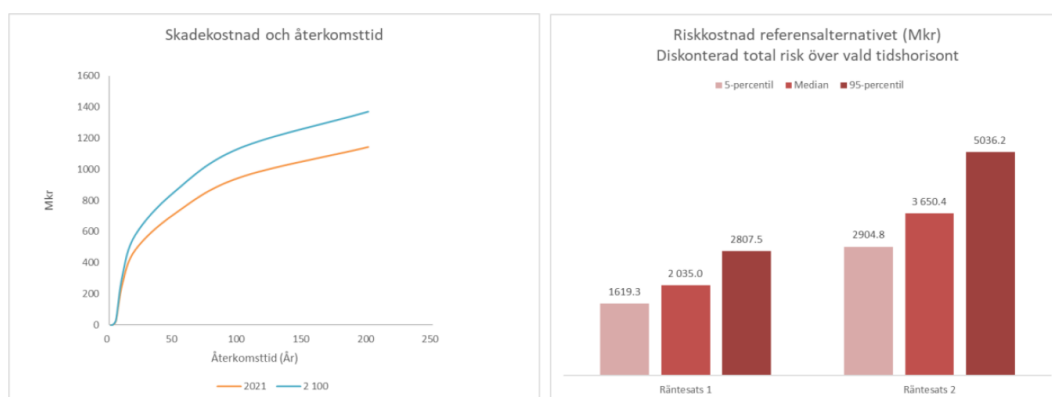
Resultat - översvämning av vattendrag

I avsnitten nedan redovisas resultaten för översvämning orsakade av vattendrag för område Nord, som exempel. Samtliga områden redovisas i Bilaga B.

För översvämning till följd av stigande nivåer i vattendrag har en generell klimatkfaktor på 1.2 antagits för hela landet.

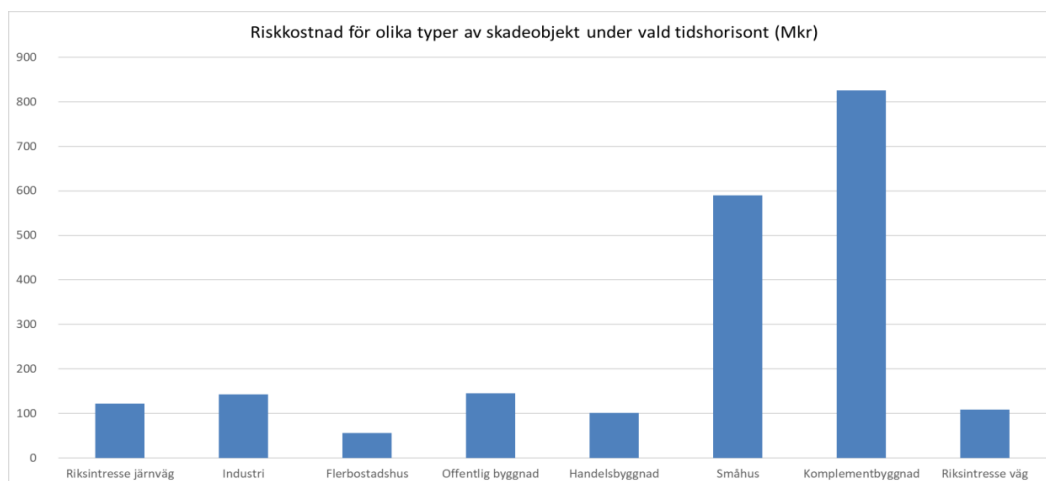
Område Nord

I Figur 3-14 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av vattendrag under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



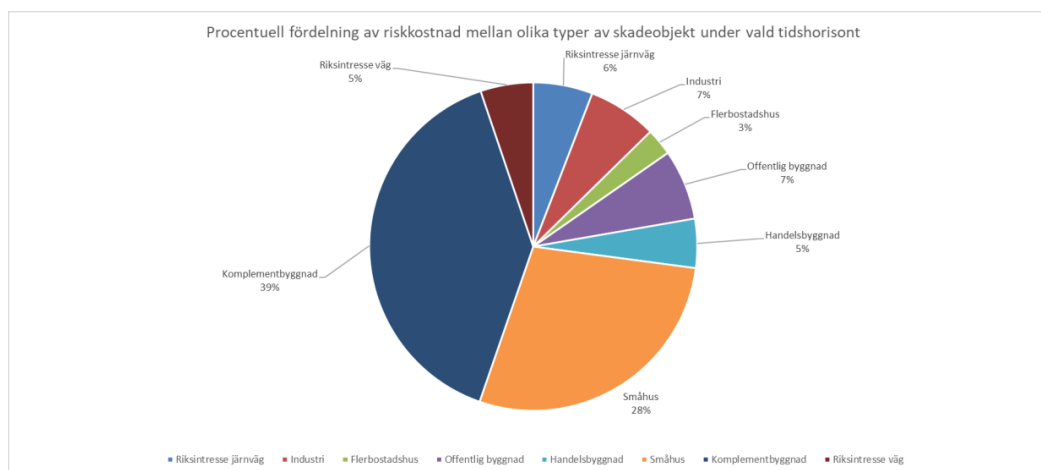
Figur 3-14. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Nord.

I Figur 3-15 nedan visas total skadekostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 3-15. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från vattendrag inom område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

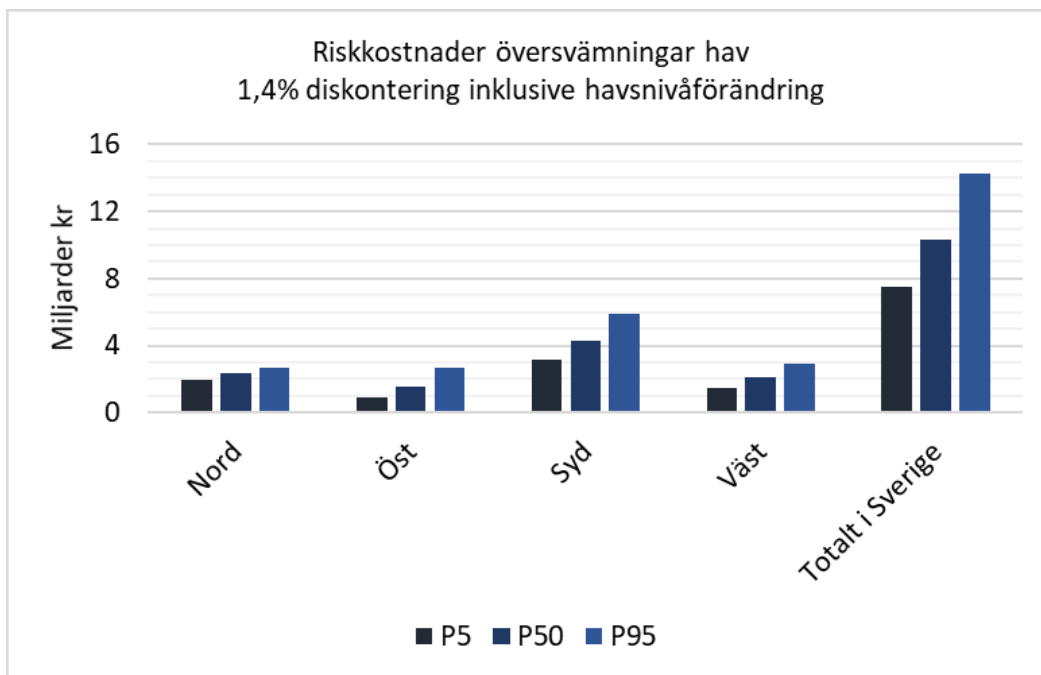
I Figur 3-16 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



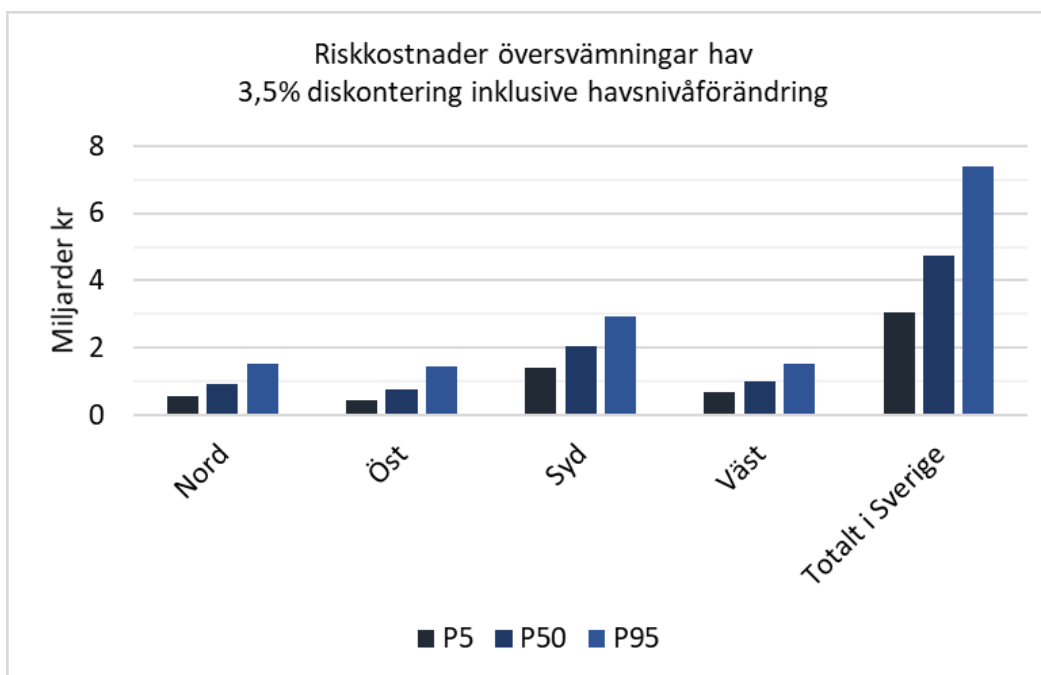
Figur 3-16. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från vattendrag mellan olika typer av skadeobjekt i område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

Sammantagen riskkostnad översvämning

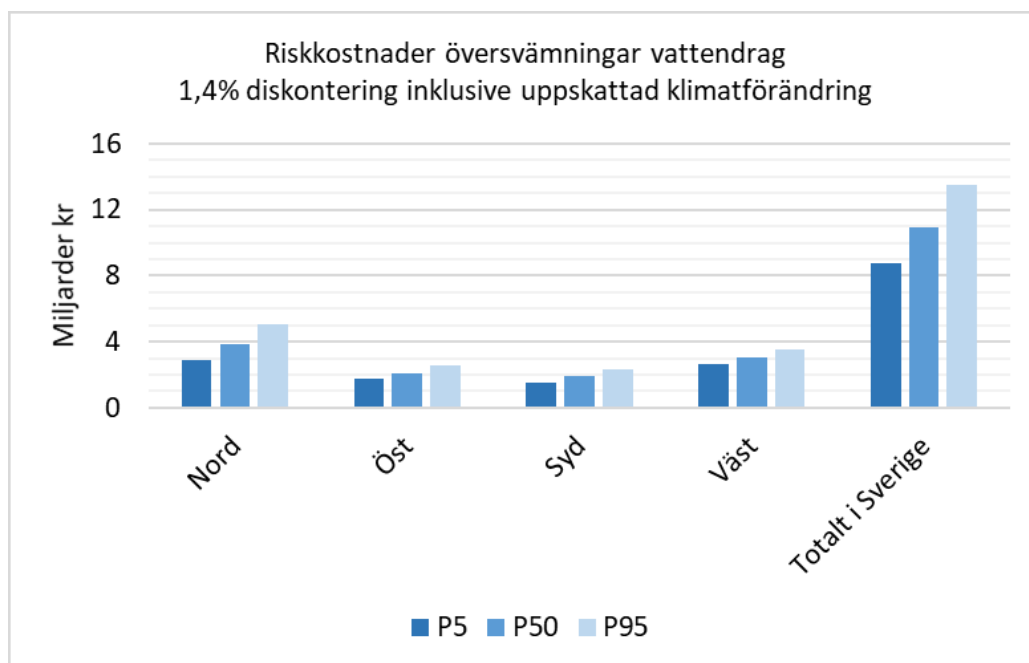
Utifrån genomförda beräkningar inom respektive område har en samhällsekonomisk riskkostnad för landet beräknats för översvämning från hav respektive vattendrag, se Figur 3-17 - Figur 3-20. Observera att riskkostnaderna är beräknade med enbart hänsyn till direkta skadestnader.



Figur 3-17. Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från havet under tidsperioden år 2021–2100 vid 1,4 % diskontering
Figur 3-18. Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från havet under tidsperioden år 2021–2100 vid 3,5 % diskontering



Figur 3-19. Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 vid 1,4 % diskontering



Figur 3-20. Beräknad riskkostnad till följd av översvämningar från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 vid 3,5 % diskontering

Resultat

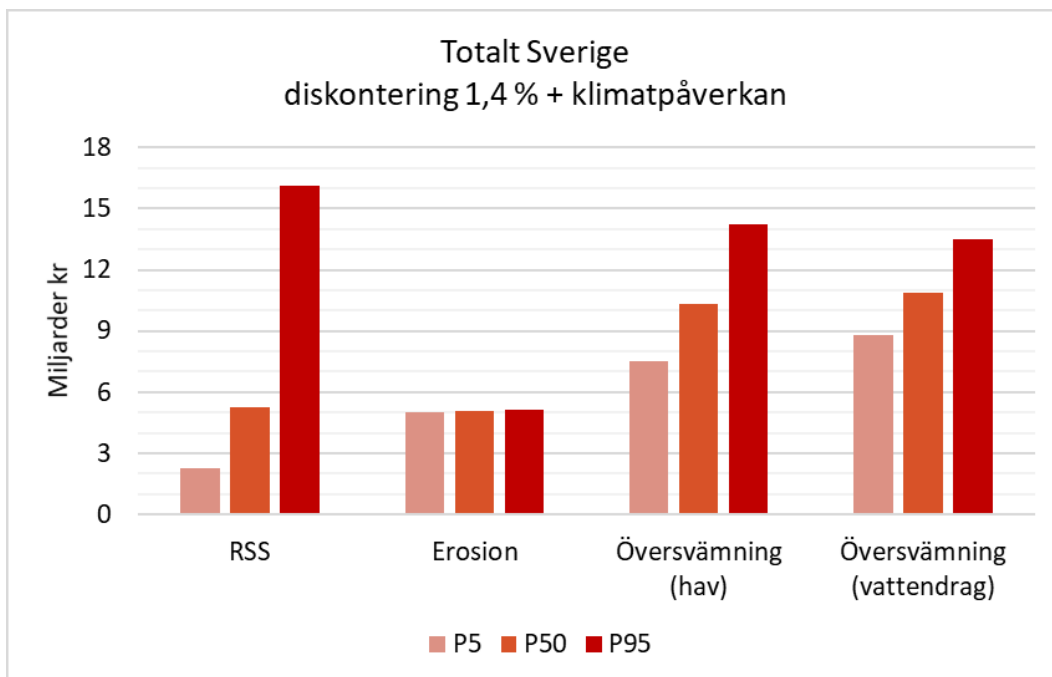
Nedan presenteras en sammanställning av resultatet för de olika skadehändelserna på nationell nivå. Resultat för de olika områdena (Nord, Öst, Syd och Väst) redovisas under respektive skadehändelse, se kapitel 3 samt bilaga B.

För översvämning kopplat till havet och erosion har de faktorer som antagits avseende klimatförändringar, havsnivåförändringar, i modellen mycket stor påverkan på resultatet. För erosion finns en stor osäkerhet kring sambandet mellan havsnivå och erosion.

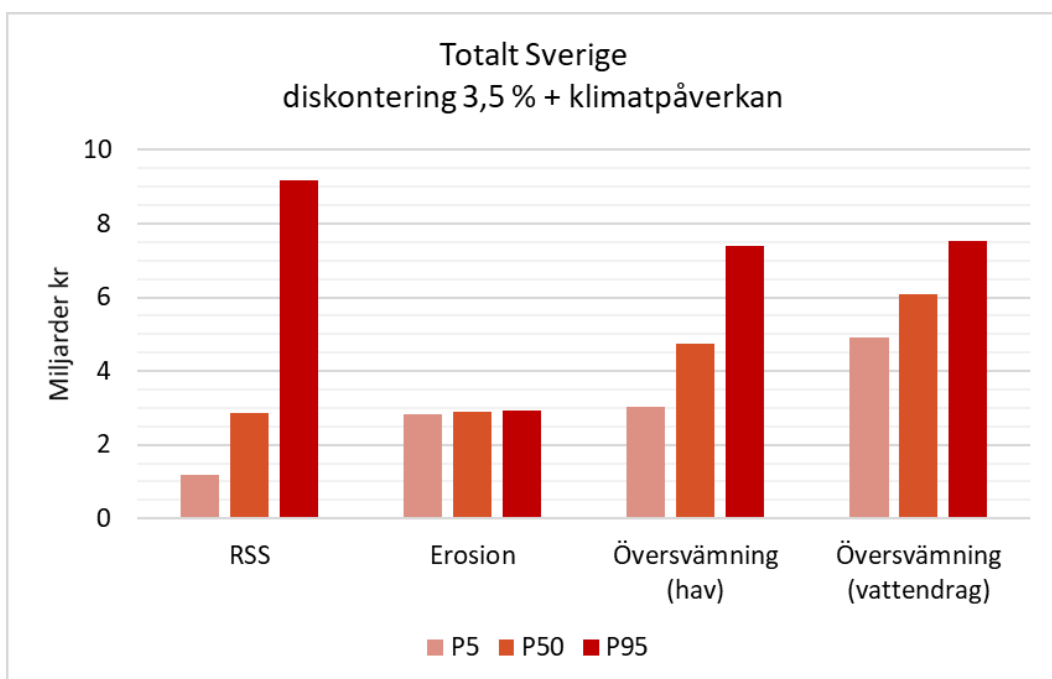
För RSS och översvämningar i vattendrag har de faktorer som antagits avseende klimatförändringar i modellen mindre påverkan på resultatet. Där är också faktorerna som påverkar dessa fler och osäkerheterna kring dem större jämfört med havsnivåförändringar och dess påverkan på översvämningar kopplade till havet.

Det är också av vikt att betona att anledningen till den stora spridningen i resultat för RSS-händelser har med en osäkerhet kopplad till den naturliga variationen i drabbad yta vid RSS-händelser.

Nedan redovisas den totala beräknade riskkostnaden i Sverige under tidsperioden år 2021 till år 2100 beräknad med 1,4 % respektive 3,5 % diskontering, se Figur 4-1 och Figur 4-2. Notera att underlagsdata och beräkningsmetoder varierar för de olika skadehändelserna (RSS, erosion och översvämning), varför jämförande slutsatser kring deras riskkostnader bör ske med försiktighet.



Figur 4-1 Total beräknad riskkostnad i Sverige till följd av de olika skadehändelserna under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med 1,4 % diskontering.



Figur 4-2 Total beräknad riskkostnad i Sverige till följd av de olika skadehändelserna under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med 3,5 % diskontering.

De beräknade osäkerheterna i figurerna ovan illustrerar en underskattning av resultatens egentliga osäkerheter. Detta eftersom det finns flera parametrar som inte angetts med ett osäkerhetsintervall eftersom dess osäkerheter inte kunnat uppskattas eller funnits tillgängligt i underlaget. Det medför att riskkostnaderna för skadehändelserna framstår som mer säkra än vad de faktiskt är.

Diskussion och osäkerheter

I detta kapitel diskuteras resultaten och de huvudsakliga osäkerheterna för respektive skadehändelse, även gemensamma osäkerheter berörs.

En direkt jämförelse mellan skadehändelsernas resultat är svår att genomföra. Detta beroende på att en rad faktorer, däribland att skadehändelserna till sin natur är mycket olika. Därutöver är uppskattningen av skadekostnader för de olika skadehändelserna (RSS, erosion och översvämning) olika. Vidare baseras även beräknade riskkostnader för erosion respektive översvämning på olika klimatscenario (RCP 8.5 respektive RCP 4.5), vilket ytterligare försvårar möjligheterna att jämföra olika skadehändelser mot varandra. Anledningen till detta beror på skillnader i underlagsdata.

Generellt gäller att för:

- ras, skred och slamströmmar (RSS-händelser) beräknas skadekostnader utifrån andelen drabbade objekt och deras byggnadsvärde per kvadratmeter samt antalet skadehändelser och drabbade areor under ett år
- erosion beräknas skadekostnaden utifrån ett genomsnittligt markvärde och en årlig erosionshastighet
- översvämning beräknas skadekostnaden utifrån skadekostnadsschabloner från försäkringsbranschen och antalet drabbade objekt

Resultatdiskussion

Resultaten inbegriper stora osäkerheter och flera olika typer av samhällsekonomiska konsekvenser har inte kunnat inkluderas, se nedan. De beräknade riskkostnaderna representerar därmed inte de fullständiga konsekvenser som kan förväntas i samhället till följd av dessa skadehändelser. Sett till resultaten för de olika områdena för respektive skadehändelse fås däremot en relevant kartläggning av var skadehändelserna kan bedömas få störst konsekvenser.

Avseende RSS-händelser är det framförallt i område Väst och Nord som betydande riskkostnader uppstår.

Erosionspåverkan är störst i område Syd. För Väst och Öst är riskkostnaderna i sammanhanget begränsade och för Nord kommer landhöjningen leda till att nya markområden tillkommer.

Sett till översvämningar orsakade av havet är riskkostnaderna i fallande ordning störst i område Syd, Nord, Väst och Öst. Att riskkostnaden är relativt hög i Nord, där framtida översvämningrisker delvis motverkas av en större landhöjning, beror på att område Nord är mycket stort med en mycket lång kuststräcka jämfört med övriga regioner, främst region Väst, och därmed har en stor mängd objekt som rapporterats kunna översvämmas.

Sett till översvämningar orsakade av vattendrag är riskkostnaderna i fallande ordning störst i område Nord, Väst och likvärdiga i Syd och Öst. Även här har det större geografiska området som Nord representerar betydelse men området inbegriper också åtskilliga betydande vattendrag.

Denna utredning har enbart beräknat riskkostnader för skadehändelserna till och med år 2100.

Gemensamma osäkerheter

I denna rapport har inte indirekta kostnader analyserats och beräknats. Indirekta kostnader kan inbegripa exempelvis reduktion i produktion och försäljning av varor och tjänster, trafikstörningar eller effekter på tillgången på ekosystemtjänster. Värderingen av konsekvenser, och därmed värderingen av den samhällsekonomiska risken, har gjorts *ex post* och tar inte hänsyn till människors preferenser att undvika att dessa skadehändelser inträffar. De absoluta värdena som redovisas representerar därmed inte de fulla konsekvenserna av de studerade skadehändelserna.

Indirekta kostnader och människors riskpreferenser är dock svåra att schablonisera och är därmed osäkra och komplicerade att kartlägga på en nationell och regional skala. Sett till andra utredningar som genomförts kan det konstateras att indirekta kostnader generellt utgör en stor andel av de totala riskkostnaderna. Detta främst för RSS-händelser och översvämning men sannolikt även för erosion. Se exempelvis rapporter från SOU (SOU, 2007:60), SGIs Göta älvutredningen (SGI, 2012), Trafikverket (Trafikverket, 2020), och Sweco (Sweco, 2019), (Sweco, 2016).

I samhällsekonomiska kostnads-nyttoanalyser av olika åtgärder för klimatanpassning har de indirekta kostnaderna sannolikt stor betydelse. Detta särskilt om direkta kostnader inte anses tillräckliga för att motivera åtgärder. Det vill säga de indirekta kostnaderna bör beräknas om osäkerhet finns om åtgärd är rimlig att vidta eller ej.

Det har under arbetets gång framkommit att i det dataunderlag från SGI och MSB som funnits tillgängligt finns stora osäkerheter (SGI, 2021c) (MSB, 2019). Detta har delvis hanterats i uppdraget men innan strategiska beslut utifrån beräknade riskkostnader tas fram bör dataunderlaget ses över och eventuellt behöver beräkningarna uppdateras.

Människors vilja att betala för säkerhet är med stor sannolikhet olika för de olika skadehändelserna. Detta har inte värderats eller diskuterats vidare i detta uppdrag, men det kan vara av betydelse för framtida prioriteringsbeslut kring exempelvis åtgärder.

För samtliga skadehändelser har de skadekostnader som inkluderats beräknats med 2020 årsprisnivå. Hur skadekostnader utvecklas varje år har inte varit möjligt att uppskatta. De kan både öka och minska beroende på en rad faktorer, exempelvis byggstandard, lagstiftning, ekonomiska cykler och andra makroekonomiska faktorer. Ökande skadekostnader skulle leda till en högre riskkostnad och minskande skadekostnader till en lägre riskkostnad.

Sett till vägar och järnvägar har det i dataunderlaget endast funnits tillgång till infrastruktur som är av riksintresse. Detta påverkar i mindre grad järnväg där en större andel av det totala nätet utgörs av riksintresse. För vägnätet som omfattar drygt 600 000 kilometer (Trafikverket, 2021) är en större andel (jämfört med järnväg) inte riksintresse. En inkludering av större delar av vägnätet i modellerna skulle sannolikt öka riskkostnaderna för översvämning samt RSS-händelser till en viss grad men inte för erosion, där vägar inte har inkluderats. Vägnätet är framförallt relevant att hantera

ytterligare om indirekta kostnader (ex. trafikförseningar) beaktas. Eftersom skador på vägnätet då får en större påverkan på riskkostnaden.

För RSS-händelser innebär varierande skredstorlek och frekvensuppskattningar att resultatet får ett mycket stort osäkerhetsintervall. För översvämningar och erosion har spridning i antalet skador inte varierat i samma omfattning, inte alls för översvämning och endast till följd av erosionshastigheten för erosion. Dessa skadehändelsers faktiska konsekvenser och sannolikheter för dem är mer kända, i alla fall för översvämning, därmed blir spridningen i resultatet mindre. Dock finns en osäkerhet i antalet skadade objekt och vilken översvämningshändelse som modellerats avseende översvämningar, se vidare under 5.5. De mindre variationerna i resultatet för översvämning och erosion kan också kopplas till de metodval som var nödvändiga att genomföra i detta arbete. Där till exempel osäkerheten kring havsnivåförändring inte kunnat modelleras.

RSS-händelser

En rad osäkerheter finns i modellen och en rad faktorer har inte kunnat hanteras i modellen. För RSS-händelser innebär varierande skredstorlek (naturlig variation) och frekvensuppskattningar att resultatet får ett mycket stort osäkerhetsintervall från något 100-tal miljoner till i storleksordningen 24 miljarder kronor i beräknad riskkostnad. De huvudsakliga osäkerheterna beskrivs nedan.

Gällande parameterosäkerheter är det framförallt osäkerheten i frekvensen av RSS-händelser (mest i Nord och Väst) som bedöms medföra störst påverkan på resultatet. Osäkerheten med avseende på antal småhus och flerfamiljshus per kvadratkilometer inom utpekade riskområden inom respektive kommun medför också viss påverkan på resultatets osäkerhet, även om korrelationen är låg. I övrigt är det framförallt den stora osäkerheten i drabbad yta av skred i det Västra området som medför störst inverkan på resultatet. RSS-händelsers konsekvens, det vill säga storleken på den drabbade arean, har stor betydelse för den stora spridningen i resultatet för RSS-händelser.

De modellosäkerheter som bedöms medföra störst osäkerheter för skadekostnaden av RSS-händelser i Sverige är listade i punktform nedan och innefattar:

- Vilka områden som är utsatta för RSS-händelser
- Andel objekt och områden som är ras- och skredskyddade inom respektive region
- Framtida effekter av klimatförändringar
- Valet av fördelningar för ingångsvariablernas osäkerheter.

En betydande modellosäkerhet är kopplad till dataunderlaget avseende vilka områden som faktiskt är utsatta för RSS-händelser. Det konstateras till exempel gällande skredunderlaget av SGU (SGU, 2016) att:

- ”Produkten kan inte användas för platsspecifika bedömningar av sannolikhet eller förutsättning för skred”

- ”Produkten är avsedd att användas för mycket översiktliga bedömningar av finkorniga jordars skredbenägenhet i olika delar av landet”.

En betydande osäkerhet är hur stor andel av bebyggelsen och infrastruktur i drabbade områden som är skyddad mot RSS-händelser, en sådan bedömning har inte varit för de stora områden som studerats. Samtlig bebyggelse och infrastruktur har i modellen därför antagits förstöras vid RSS-skadehändelser, vilket är att betrakta som en mycket stor överskattning och ett konservativt antagande. Om det antas att 50 % av det som kan skadas vid en RSS-händelse är skyddat och inte skadas, ges en halvering av riskkostnaderna. Detta innebär att andelen bebyggelse och infrastruktur som är skyddad mot RSS-händelser är en viktig parameter att undersöka vidare.

Vilka effekter som ett förändrat klimat kommer att medföra på RSS-händelserna är i dagsläget fortfarande osäkert. Det finns indikationer på att frekvensen av RSS-händelser sannolikt kommer att öka i takt med att den globala medeltemperaturen ökar och vädrets dynamik förändras med exempelvis förändrade nederbördsmonster. I vilken omfattning som RSS-frekvensen kommer att förändras är ännu inte fastställt. I samråd med SGI har det antagits att frekvensen av RSS-händelser kommer att öka med ca 20% i Nord och Väst till år 2100. Detta baserat på motsvarande nederbördsökning under samma period. Det är dock osäkert huruvida detta antagande speglar verkligheten. Det är fler faktorer än genomsnittlig nederbörd som påverkar risken för RSS-händelser, som till exempel regnets intensitet, dynamiken mellan torka och regn, förändrade havsnivåer och förändrade snösmältningsmonster. En klimatfaktor på 1,2 innebär en ökning med 5 – 7 % av den totala riskkostnaden. Framtida klimatförändringar kan således eventuellt medföra en större ökning av RSS-frekvenser än vad som tagits höjd för i modellen, även om den faktiska ökningen ännu är okänd.

För småhus och flerbostadshus har det från tillgängligt underlag varit möjligt att uppskatta och beräkna värdet på en genomsnittlig byggnad. För övriga byggnadskategorier har endast bottenarea varit möjlig att identifiera och därmed har sannolikt en viss underskattning av riskkostnaden skett. Detta har till viss mån kompensrats genom att för de olika kategorierna har en högre standard för byggnadstyperna (högre kvadratmeterpris) valts från tabell i underlag från Skatteverkets (Skatteverket, 2018).

Vidare påverkar även valet av variabelernas fördelningskurvor analysens resultat och det är därför viktigt att valet av fördelningar speglar verkligheten i så stor utsträckning som möjligt. För RSS-händelserna är det framförallt förväntad skredarea som medför störst påverkan på resultatet.

RSS-händelsers och översvämningars skadekostnader har huvudsakligen beräknats utifrån skadekostnader, det vill säga återställning av skadan. För erosion har skadekostnaderna däremot beräknats som permanenta förluster av mark och därmed är skadekostnaden att likställa med det förlorade markvärdet. För RSS-händelser finns här dock ett problem som är svårt att fånga i modellen eftersom det kopplar till avfolkningsbygd respektive områden med stor inflyttning. I områden med inflyttning är det rimligt att anta att markvärdet inte förloras efter ett skred, visserligen krävs åtgärder för att säkra området, men därefter kommer marken sannolikt att bebyggas igen. Men i

områden där en utflyttning sker är mark inte eftertraktat på samma sätt och där kommer marken sannolikt förlora i värde efter en RSS-händelse och en större förlust är därmed sannolikt trolig. Denna varierande effekt på markvärde beroende på drabbad plats i landet har inte kunnat uppskattas i modellen.

Det resultat som beräknas är relevant att jämföra med kända skadekostnader. Uppgifter från försäkringsbolag för kostnader för försäkringsskador kopplade till ras, skred och erosion med mera de senaste åren har funnits tillgängliga. Kostnader för detta har som mest uppgått till drygt 1 Mkr/år, som minst 200 000 kr/år och i medeltal knappt 500 000 kr/år. Det är viktigt att beakta att detta endast är en begränsad tidsperiod, och att det är en delmängd av alla de kostnader som en ras, skred eller erosions händelse har inneburit. Kostnader för andra aktörer såsom kommunen, Trafikverket och andra, större företag och även till viss del privatpersoner finns inte med i dessa kostnader.

Erosion

I erosionsmodellen beräknas skadekostnaden utifrån det totala markvärdet och totala arealen i aktuell kommun (kronor per kvadratmeter och kommun). Havs- och sjönära fastigheter värderas generellt högre än genomsnittlig mark i en kommun. Detta innebär sannolikt att ett genomsnittligt markvärde ger en underskattning av det faktiska värdet på mark som eroderar bort. Ett specifikt värde på havs- och strandnära mark i de drabbade kommunerna har dock inte varit möjligt att uppskatta inom ramen för denna utredning.

I markvärdet har inte vissa enheter som är skatte- och avgiftsbefriade inkluderats. Exempel på sådana enheter är kommunikations-, skol-, kultur- och vårdbyggnader. Detta innebär att den skattning av markvärdet som gjorts här sannolikt leder till en underskattning av skadekostnaden.

De uppskattningar av erosionshastigheter som gjorts av SGI ger årliga max- och minintervall på erosionshastigheter för en rad stränder i Sverige och även uppskattningar för stränder generellt. Erosionens omfattning har antagits vara oberoende mellan olika år, vilket innebär att i Monte Carlo-simuleringarna så kompenseras år med snabb erosion av år med långsam erosion över tid, vilket innebär att osäkerhetsintervallet för den totala erosionen över 100 år blir litet (se Figur 3-6 och Figur 3-7).

Det är av vikt att betona att den uppskattning som gjorts kan förfinas med bland annat ytterligare flygbildsanalyser. I en kommun där det finns flera stränder med samma strandtyp har inte de unika erosionshastigheterna använts. Istället har två medelvärden beräknats utifrån intervallen, ett för max- respektive ett för minintervallet. En detaljeringsgrad där erosionen på respektive strand beräknats har inte varit möjlig eftersom uppgifter om enskilda stränder inte funnits tillgängligt i dataunderlaget. Detta innebär att erosionen i vissa kommuner kan underskattas och överskattas i vissa fall. I modellen har en rad kostnader till följd av erosion inte kunnat inkluderas, som till exempel minskad turism och negativ påverkan på ekosystemtjänster (Sweco, 2016). Uppskattningar av kostnader för minskad turism och skador på ekosystemtjänster visar på att kostnaderna kan vara både avsevärda och av mindre betydelse beroende på vilket område och vilken strand som studeras. I refererad rapport beräknades kostnaderna av minskad turism i Ystad kommun när stranden Ystad Sandskog och stranden Löderups

Strandbad eroderar, utan åtgärder. Kostnaderna uppskattades där till cirka 700 miljoner kronor respektive ett 10-tal miljoner kronor beräknat till och med år 2100 med en diskonteringsränta på 1,4 % (Sweco, 2016). Denna typ av kostnader bör därmed vara relevanta att beakta i en fördjupad studie för att få en mer korrekt värdering av kostnader på grund av erosion.

Klimatförändringar kommer förändra de skadehändelser som har en direkt koppling till stigande havsnivåer i betydande omfattning. Uppskattningar av klimatförändringar är i denna utredning bäst uppskattade för översvämningar kopplade till havet och där är det starka sambandet med havsnivåer väl underbyggt. För erosion är kopplingen till havets nivå tydlig, men den uppskattning som gjorts av hur den direkta påverkan på erosion blir är mer osäker, se 3.2.2. Därutöver har det inte varit möjligt att i detta uppdrag modellera osäkerheten i havsnivåförändring utifrån olika RCP-scenarier. Vilket skulle innebära en betydligt större spridning i resultatet.

I modellen har en förenkling av havsnivån med hänsyn till landhöjning respektive landsänkning gjorts. Den har antagits till en genomsnittlig nivå i respektive område, i själva verket förekommer olika nivåer. Dock är denna förenkling sannolikt av begränsad betydelse för resultatet. Riskkostnaden för erosion för medianrisken (50-percentilen) har beräknats till 5 miljarder kronor vid 1,4% diskontering. Klimatförändringar har mycket stor betydelse för riskkostnaden för erosion och baseras på antaganden och förenklingar. Därför har riskkostnad även beräknats utan havsnivåförändringar och då till i storleksordningen 200 miljoner kronor med 1,4 % diskontering. Denna kostnad är enbart relevant för att bilda en uppfattning om hur kraftigt erosionsproblem sannolikt kommer att öka på grund av klimatförändringar.

Översvämning

En rad osäkerheter finns i ingående data och en rad faktorer har inte kunnat hanteras i modellen. De huvudsakliga beskrivs i detta avsnitt.

Översvämningsdrabbade objekt har i den underlagsdata som funnits tillgängligt delats upp i vattendrag respektive hav. I detta uppdrag har underlagsdata för översvämningar orsakade av havet utgjorts av beräkningar av antalet skadeobjekt för en 100-årsöversvämning år 2100 med hänsyn till bedömda klimatförändringar, enligt klimatscenario RCP 4.5. Detta medför att en nedräkning till år 2021 havsnivåer har varit nödvändig. En bättre skattning hade givits om de drabbade objekten för nivåerna vid år 2021 hade kunnat sökas ut. Därutöver är klimataktorn för respektive område som uppskattats förknippad med stora osäkerheter, se 3.2.2.

RCP 4.5 har utgjort valt klimatscenario för att modellera en översvämning med 100-årsåterkomsttid år 2100 (MSB, 2021). RCP är ett scenario för koldioxidutsläpp där utsläppen ökar något för att sedan kulminera år 2040 (SMHI, 2021). RCP 8.5, som är ett avsevärt värre klimatscenario, används ofta vid översvämningsutredningar och har till exempel valts som representativt scenario för beräknat högsta flöde (MSB, 2021). Beräkningarna i denna utredning utgår från data baserade på ett RCP 4.5 scenario, eftersom data inte finns för en 100-återkomsttid varken för nuläget eller år 2100 för RCP 8.5. Kostnaden för översvämningar orsakade av havet ter därför som låg jämfört med

andra utförda kostnads-nyttoanalyser (KNA), till exempel i KNA för av översvämningsåtgärder i Göteborg (Sweco, 2014) och Hydromodell Göteborg (Göteborg stad, 2014). Den förhållandevis låga riskkostnaden för översvämningar ger anledning att göra en fördjupad översyn både av hur dessa söks ut och vilket klimatscenario som bör väljas. Det ska här observeras att för en samhällsekonomisk analys utgående från en neutral syn på risk bör det mest troliga scenariot väljas (med osäkerhetsangivelse), inte ett extremscenario.

I beräkningsmodellen för översvämning finns det möjlighet att beräkna indirekta kostnader i form av avbrottskostnader inom industri och försäljningsförluster inom handelsverksamhet. I resultatet har dessa beräkningar dock inte inkluderats eftersom resultaten ska vara mer likvärdiga mellan de olika skadehändelserna, och för övriga skadehändelser har de inte kunnat bedömas och uppskattas inom ramen för detta uppdrag.

För översvämning underskattas sannolikt riskkostnaderna ytterligare eftersom förlust i markvärde inte inkluderas. Det kan antas att om översvämningar blir väldigt frekventa i ett område kommer markvärdet förloras helt eftersom området då i stort sett är permanent under vatten. Klimatförändringar har mycket stor betydelse för riskkostnaden för översvämningar orsakade av havet. De bedöms få väldigt olika påverkan på vattendrag respektive hav. Uppskattningar av klimatförändringar är i denna utredning bäst uppskattade för översvämningar kopplade till havet och där är det starka sambandet med havsnivåer väl underbyggt. Det har dock inte varit möjligt att beräkna riskkostnader för olika havsnivåförändringar. Val av klimatscenario för framtida havsnivåförändringar behöver diskuteras och analyseras mera ingående vid mera detaljerade analyser av samhällsekonomiska effekter av översvämningar från stigande nivåer i havet, se ovan.

För vattendrag finns också en stor osäkerhet kring hur klimatförändringar påverkar resultatet. Detta eftersom det inte gick att studera enskilda vattendrag i detalj i detta uppdrag. En stor del av Sveriges vattendrag har en stark koppling till havet, det vill säga en stigande havsnivå kommer även att påverka nivåerna i flera vattendrag. I modellen har detta samband inte kunnat hanteras för vattendrag eftersom det varierar med platsen. Underlagsdata för vattendrag innehåller inte detaljer om beroenden med havet finns. Och det har inte varit möjligt att undersöka data i den detaljeringsgraden. Antalet skadade objekt är beräknat för 100-årsnivåer för år 2100. Vid omräkning till år 2021 för vattendrag har det inte varit möjligt att ta hänsyn till att även havsnivån påverkar delar av vattendrag. Det innebär att sannolikt överskattas antalet objekt som översvämmas år 2021 av vattendrag. Det innebär troligen att skadekostnaderna för vattendrag överskattas i denna modell.

Havsnivån i havet kommer i vissa fall att kunna vara uppemot 70 centimeter högre år 2100 jämfört med 2021 (Hieronymus et al, 2020). Det kommer att resultera i en kraftig ökning i antalet översvämningar. Exempelvis kommer då en havsnivå i sydligaste Sverige som år 2021 har en 100-års återkomsttid år 2100 att ha en återkomsttid på ungefär 2 år. Detta är inte orimligt skattning sett till data men det innebär att allvarliga översvämningar orsakade av havet kommer att öka dramatiskt jämfört med de från vattendrag. Dessa

översvämningar kommer att stå för en allt större del av riskkostnader som uppstår på grund av de undersökta skadehändelserna.

Slutsatser och rekommendation

I följande avsnitt redovisas först uppdragets slutsatser och därefter lämnas förslag på fortsatt arbete.

Slutsatser

Utifrån den genomförda studien kan följande huvudsakliga slutsatser dras: - Den totala riskkostnaden under perioden år 2021–2100 för ras, skred, slamströmmar, erosion och översvämningar har grovt uppskattats till 20–50 miljarder kronor med 1,4 % diskontering. Detta bedöms vara en underskattning av den verkliga riskkostnaden bland annat eftersom en fullständig värdering av samhällsekonomiska konsekvenser inte varit möjlig. Observera att riskkostnader för de olika skadehändelserna har beräknats på olika sätt och med olika underlagsdata, varför jämförelser mellan dem bör ske med försiktighet. - Riskkostnader för översvämningar bedöms preliminärt utgöra den största samhällsekonomiska riskkostnaden.

- Avseende ras-, skred- och slamströmshändelser är det framförallt i område Väst som betydande riskkostnader uppstår. Men även till viss del i område Nord. RSS-händelser medför störst beräknad osäkerhet för de analyserade skadehändelserna. RSS-händelser har i beräkningarna antagits påverkas i mindre utsträckning av klimatförändringar, men betydande osäkerhet finns gällande sambanden mellan klimatförändringar och förändrade sannolikheter och konsekvenser för RSS-händelser.

- Riskkostnader för erosion domineras av område Syd. Stigande havsnivåer kommer att få en stor inverkan på erosion, men hur mycket är osäkert.

- Sett till översvämningar orsakade av havet är riskkostnader i fallande ordning störst i område Syd, Nord, Väst och Öst. Riskkostnaderna är relativt jämnt fördelade i jämförelse med RSS-händelser och erosion. Att område Nord har relativt höga riskkostnader, trots att landhöjningen dämpar ökningen för översvämningrisk inom stora delar av detta område, beror på att området är mycket stort i förhållande till övriga. Stigande havsnivåer får en stor inverkan på riskkostnaden för översvämningar från havet.

- Sett till översvämningar orsakade av vattendrag är riskkostnader i fallande ordning störst i område Nord, Väst, Öst och Syd. Liksom för översvämning från havet gör storleken på område Nord att detta område har en relativt hög riskkostnad. Riskkostnaderna är dock relativt jämnt fördelade i jämförelse med RSS-händelser och erosion. Klimatförändringars påverkan på översvämningar i vattendrag är mindre omfattande än de som sker kopplade till översvämningar vid havet. - De beräknade osäkerheterna illustrerar en underskattning av resultatens egentliga osäkerheter. Detta eftersom det finns flera parametrar som inte angetts med ett osäkerhetsintervall, eftersom de inte kunnat uppskattas eller funnits tillgängligt i underlaget. Det medför att resultaten för skadehändelserna framstår som mer säkra än vad de faktiskt är.

Slutligen bör det påpekas att en samhällsekonomisk analys endast utgör en, men en viktig, del av det fullständiga beslutsunderlaget rörande åtgärder mot dessa skadehändelser. Inför slutliga val kring klimatanpassningsåtgärder måste också andra aspekter än de samhällsekonomiska beaktas, såsom det juridiska regelverket samt människors oro och utsatthet.

Resultaten från detta arbete är menat att fungera som underlag för diskussioner och utredningar kring klimatanpassning i samhället, samt som del i det underlag som måste finnas för en rimlig och välgrundad användning av samhällsliga resurser. Presenterade riskkostnader bedöms dock vara i underkant, Detta innebär att riskkostnadsanalysen behöver kompletteras för att inte åtgärder ska framstå som mindre samhällsekonomiskt lönsamma än de faktiskt är.

Fortsatt arbete

Följande rekommenderas för en välgrundad prioritering av åtgärder för klimatanpassning:

- Åtgärder för att reducera risker med RSS-händelser, erosion och översvämning bör identifieras och dokumenteras för analyserade skadehändelser.
- Aktuella åtgärder bör kostnadsuppskattas. - Behovet av framtida åtgärder kan även prioriteras utifrån viktiga samhällsfunktioner. I detta perspektiv bör denna prioritering utgå från en vedertagen uppfattning om vilka samhällsfunktioner som är viktigast. - Undersökningar av människors betalningsvilja att undvika analyserade skadehändelser för att på så vis kunna ta hänsyn till människors riskpreferenser i värderingen av den samhällsekonomiska risken.
- En rangordning av framtida åtgärder bör baseras på kostnads-nyttoanalyser på nationell, regional och lokal nivå för att kunna rangordna åtgärderna utifrån deras samhällsekonomiska effektivitet. Innan samhällsekonomisk lönsamhet utvärderas utifrån presenterade riskkostnader bör beräkning av riskkostnader kompletteras enligt nedan.
- De tre modellerna bör utvecklas vidare för att ta hänsyn till fler faktorer samt möjliggöra beräkningar för mindre områden. - Analyser av indirekta konsekvenskostnader till följd av analyserade skadehändelser, såsom utebliven produktion och försäljning, trafikstörningar, effekter på tillgången på ekosystemtjänster och effekter på människors hälsa. - För att mer utförligt beskriva osäkerheterna i beräkning av samhällsekonomiska riskkostnader för skadehändelserna bör följande genomföras:
 - En mera noggrann kartläggning av sannolikheter och konsekvenserna för de aktuella skadehändelserna. Detta både sett till ingående antaganden om sannolikhet och konsekvens samt med hänsyn till de dynamiska effekterna över tid av förväntade klimatförändringar. Exempelvis bör antaganden förfinas gällande RSS-frekvenser, konsekvenser och andelen skyddad yta samt antagande gällande erosion. För översvämningar bör bland annat en fördjupad översyn av hur skadeobjekt har sökts ut ske.
 - Innan strategiska beslut utifrån beräknade riskkostnader tas fram bör dataunderlaget ses över och eventuellt behöver beräkningarna uppdateras.

Referenser Bilaga 6

- Expressen. (den 16 07 2014). Dagarna som skakade Sverige, Katastrofen i Tuve.
- Göteborg stad. (2014). *Hydromodell för Göteborg simuleringsuppdrag 5*. Göteborg stad.
- Hieronymus et al, K. (den 28 01 2020). *Sea-level rise projections for Sweden based on the new IPCC special report: The ocean and cryosphere in a changing climate*. Hämtat från <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01313-8>
- MSB. (2006). *Analys av samhällsekonomiks kostnad, Skredet vid Småröd*. MSB.
- MSB. (den 3 januari 2019). Räddningstjänstens insatser, ras-skred-slamström och översvämning 2005-2019, RU Riskområden.
- MSB. (2019). *Varför inträffar ras och sked?* Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skred-ras-och-erosion/varfor-intraffar-skred-och-ras/> [2021-03-12]
- MSB. (den 19 01 2020). *Översiktlig stabilitetskartering i morän och grova jordar*. Hämtat från www.msb.se: <https://www.msb.se/sv/verktyg--tjanster/oversiktlig-stabilitetskartering-i-moran-och-grova-jordar/>
- MSB. (2020a). *Ras och skred*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skred-ras-och-erosion/> [2021-03-12]
- MSB. (2020b). *Översvämning*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/oversvamning/> [2021-03-12]
- MSB. (2021). *Underlag till regeringsuppdrag - beskrivning av översvämningskarteringar*.
- SCB. (2020). *Hitta statistik*. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/> [2021-03-02]
- SCB. (2021a). *Taxeringsvärden per kommun 2020*.
- SCB. (2021b). *Kvadratkilometer per kommun*.
- SGI. (2012). *Skredrisker längs Göta älv*. Hämtat från www.sgi.se: <https://www.sgi.se/sv/samhallsplanering--sakerhet/skredriskutredningar/gota-almiljo/verktyg-underlag-och-rapporter/>
- SGI. (2018a). *Ras, skred och slamströmmar*. Hämtat från <https://www.sgi.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/ras-och-skred/> [2021-03-12]
- SGI. (2018b). *Erosion*. Hämtat från <https://www.sgi.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/vad-ar-erosion/> [2021-03-12]

- SGI. (2018c). *Erosion vid kuster och sjöar*. Hämtat från <https://www.sgi.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/vad-ar-erosion/varfor-intraffar-erosion/>
- SGI. (2020). *Identifiera särskilda riskområden*. Hämtat från <https://swedgeo.se/sv/om-sgi/vart-samhallsuppdrag/regeringsuppdrag/identifiera-riskomraden/> [2021-03-12]
- SGI. (2020). *PM Stranderosion*. 2020-05-29.
- SGI. (2021a). Skreddatabasen (händelser tom 20-12-05). Linköping: SGI.
- SGI. (2021b). *Erosionshastigheter arbetsmaterial*.
- SGI. (2021c). Final_dataset slutversion_ba_ANTAL_och_Byggnadsarealer_och_erosion_RI_Jvg_korrekt.
- SGU. (den 15 12 2016). *Riksöversikt finkorniga jordars skredbenägenhet*. Hämtat från www.sgu.se: <https://resource.sgu.se/dokument/produkter/produktblad/riksoversikt-finkorniga-jordars-skredbenagenhet.pdf>
- Skatteverket. (2018). *Skatteverkets almänna råd om riktvärdeangivelser och grunderna för taxeringen och värdesättningen av industrienheter utom täktmark vid 2019 års allmänna fastighetstaxering*. SKV A 2018:15.
- Skatteverket. (den 23 03 2021). *Taxeringsvärde*. Hämtat från <https://www4.skatteverket.se/rattsligvagledning/edition/2021.5/3438.html#h-Taxeringsvardet-ska-motsvara-75-procent-av-marknadsvardet>
- SMHI. (2017). *Översvämningar*. Hämtat från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/oversvamningar-1.5949> [2021-03-12]
- SMHI. (den 12 05 2020). *Havsnivåhöjning efter 2100*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/havsnivahojning-efter-2100-1.165465>
- SMHI. (den 23 03 2021). <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/vagledning-klimatscenarier/vad-ar-rcp-1.80271>. Hämtat från Vad är RCP.
- SOU. (2007:60). *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter. Bilaga B14 - Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat*.
- Stern. (2006). *The Economics of Climate Change - the Stern Review*. Cambridge University press, Cambridge: Cabinet Office, HM Treasury.
- Sweco. (2014). *Kostnads-nyttoanalys av översvänningsåtgärder i Göteborg – en pilotstudie*. Göteborg stad.
- Sweco. (2016). *Kostnads-nyttoanalys av... ersions- och översvänningshot vid Ystad Sandskog och Löderups Strandbad*.
- Sweco. (2018). *FloodMan – Sustainable Flood Management Assessment Tool*. Lars Rosén och Johan Nimmermark.

Sweco. (2019). *Systemlösningar för utveckling av klimatanpassning av det kustnära samhället. Handbok för planeringsverktyg i klimatanpassningsarbetet av det kustnära samhället*. Lars Rosén, Johan Nimmermark m.fl.

Söderqvist. (2006). *Diskontering i samhällsekonomiska analyser av klimatåtgärder*. Naturvårdsverket.

Trafikverket. (2020). *ASEK 7.0*. Trafikverket.

Trafikverket. (den 23 03 2021). Hämtat från <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/Sveriges-vagnat/>

Västerbotten Kuriren. (2020). *Ovädret kostade 40 miljoner*. Hämtat från <https://www.vk.se/2020-11-17/ovadret-kostade-40-miljoner> [2021-03-02]

Bilaga A

Tore Söderqvist, 2021-03-22 Holmboe & Skarp AB tore.soderqvist@holmboe-skarp.se

Värdet av minskade dödsrisker relaterade till skred, ras, erosion och översvämningar

Ett vanligt sätt att uttrycka det ekonomiska värdet av minskade dödsrisker är i form av det ekonomiska värdet av att rädda ett statistiskt liv (VSL). VSL kan räknas ut utifrån medelbetalningsviljan för en dödsriskminskning. Om medelbetalningsviljan exempelvis skulle vara 100 kr för en åtgärd som skulle minska sannolikheten för att dö i en viss typ av olycka från 0,00010 till 0,00009 kan VSL för detta exempel räknas ut som 100 kr dividerat med riskminskningen 0,00001, dvs. VSL blir 10 miljoner kronor. Se Johansson och Kriström (2018) för detaljer.

Det är rimligt att tänka sig att VSL varierar beroende på vilken typ av dödsrisk som värderas. Betalningsviljan för att minska dödsrisker kanske är annorlunda för olika sjukdomar, trafiksäkerhet, naturkatastrofer, osv., och den kan också tänkas variera beroende på t.ex. inkomstnivå, riskens initiala storlek och riskförändringens storlek. Kunskapsläget om hur sammanhanget påverkar VSL är bristfälligt, men en metastudie av OECD (2012, s. 70) konstaterar att det finns ett starkt positivt samband mellan inkomst och VSL, och att det finns starka indikationer på att miljörelaterade riskförändringar tenderar att värderas relativt lågt i förhållande till hälsorelaterade riskförändringar, medan inget klart mönster finns mellan hur trafikrelaterade riskförändringar värderas i förhållande till hälsorelaterade riskförändringar. OECD:s metastudie är välciterad och resultaten användes t.ex. av Robinson et al. (2019) i en nylig artikel om generalisering av VSL-skattningar till låg- och medelinkomstländer. Betalningsviljan för att minska dödsrisker inom trafiken är välstuderad i Sverige, vilket visas av att ett VSL-värde på SEK2017 44 miljoner används i ASEK 7.0 som ett kalkylvärde i kostnads-nyttanalyser gällande trafikinfrastruktur (Trafikverket, 2020, kapitel 9). OECD:s metastudie indikerar att det kan vara vanskligt i allmänhet att använda ett sådant trafikrelaterat VSL-värde för andra typer av dödsrisker, och att det i synnerhet inte kan uteslutas att VSL-värdet för miljörelaterade riskförändringar understiger detta VSL-värde. Att miljörelaterade dödsriskförändringar tenderar att värderas relativt lågt i förhållande till andra riskförändringar, inklusive trafikrelaterade dödsriskförändringar, indikeras även av en svensk studie (Svensson, 2012).

Ett huvudresultat från metastudien av OECD (2012, s. 127) är en rekommendation att för dåvarande EU-medlemstatsgruppen EU27 utgå från ett VSL-intervall på USD₂₀₀₅ 1,8–5,4 miljoner, med USD₂₀₀₅ 3,6 miljoner som ett basvärde. För fallet med dödsrisker relaterade till miljörisker såsom skred, ras, erosion och översvämningar är det rimligt att försiktigtvis använda den lägre intervallgränsen på USD₂₀₀₅ 1,8 miljoner för att ta hänsyn till indikationen att miljörisker värderas förhållandevis lågt i jämförelse med andra typer av risker. Att på detta försiktiga vis använda den lägre intervallgränsen bör betyda en mycket låg sannolikhet för att värdet blir en underskattning av det faktiska (men okända) VSL-värdet för dessa typer av miljörisker. Detta understryks av att VSL-studier genomförda i USA under 2010-talet har tenderat att resultera i intervallgränser för VSL som ligger högre än intervallgränserna från OECD (2012), se Robinson et al. (2019).

I det följande görs steg för steg ett antal omräkningar av VSL-värdet på USD₂₀₀₅ 1,8 miljoner för att uttrycka värdet i SEK₂₀₁₉. Stegen följer den omräkningsprocedur som rekommenderas av OECD (2012, s. 128) respektive Trafikverket (2020, kapitel 5). Beräkningsdetaljer finns i en separat Excel-fil.

1. Justering för BNP per capita för Sverige jämfört med EU27:

a. BNP per capita-index för 2005, baserat på AIC (Actual Individual Consumption) (Eurostat, 2008)

i. EU27: 100

ii. Sverige 112

b. VSL:s inkomstelasticitet: 0,8 (OECD, 2012; Robinson et al., 2019)

c. $1\,800\,000 \times (112/100)^{0,8} = \text{USD}_{2005} 1\,970\,820$

2. Översättning från USD till SEK:

a. Växelkurs SEK/USD justerad för köpkraftsparitet för året 2005: 9,479 (OECD, 2021)

b. $1\,970\,820 \times 9,479 = \text{SEK}_{2005} 18\,681\,403$

3. Justering för utvecklingen av real BNP per capita i Sverige under åren 2005-2019 (Eurostat, 2021):

a. 2005: €₂₀₁₀ 37 990

b. 2019: €₂₀₁₀ 43 920

c. VSL:s inkomstelasticitet: 0,8 (OECD, 2012; Robinson et al., 2019)

d. $18\,681\,403 \times (43\,920/37\,990)^{0,8} = \text{SEK}_{2005} 20\,979\,924$

4. Justering för inflationen i Sverige under åren 2005-2019 (SCB, 2021):

a. Konsumentprisindex 2005: 280,40

b. Konsumentprisindex 2019: 334,26

c. $20\,979\,924 \times (334,26/280,40) = \text{SEK}_{2019} 25\,009\,805$

Resultatet av omräkningarna blir alltså ett VSL-värde på ca SEK₂₀₁₉ 25 miljoner.

Om motsvarande omräkningar görs av basvärdet USD₂₀₀₅ 3,6 miljoner blir resultatet ca SEK₂₀₁₉ 50 miljoner, vilket understryker att 25 miljoner bör ses som en försiktig skattning även i ett sammanhang som gäller miljörelaterade riskförändringar.

Om VSL-värdet ska tillämpas på en riskförändring som inträffar i framtiden måste hänsyn tas till att VSL kan förväntas öka i förhållande till framtida inkomstökningar, med vederbörlig hänsyn tagen till inkomstelasticiteten, jfr punkt 3 i omräkningen ovan. Prognoser för inkomstutvecklingen är svåra att göra, men som ett exempel kan nämnas

att Trafikverket (2020, kapitel 5) använder sig av en kontinuerlig uppräkningsmetod av sina riskvärderingar med 1,5 % per år för perioden 2017–2065.

Referenser

Eurostat, 2008. GDP per capita, consumption per capita and comparative price levels in Europe: Final results for 2005 and preliminary results for 2006 and 2007. Statistics in focus 112/2008. Eurostat, Luxemburg.

Eurostat, 2021. Real GDP per capita [SDG_08_10]. Data Browser. Eurostat, Luxemburg.

Johansson, P-O., Kriström, B., 2018. Cost-Benefit Analysis. Cambridge Elements. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

OECD, 2012. Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies. OECD, Paris.

OECD, 2021. Purchasing power parities. https://www.oecd-ilibrary.org/finance-and-investment/purchasing-power-parities-ppp/indicator/english_1290ee5a-en (läst 2021-03-19).

Robinson, L. A., Hammitt, J. K., O’Keeffe, L., 2019. Valuing mortality risk reductions in global benefit-cost analysis. *Journal of Benefit-Cost Analysis* 10, 15-50.
doi:10.1017/bca.2018.26.

SCB, 2021. Konsumentprisindex. Fastställda årsmedeltal, totalt, 1980=100 efter år. Statistiska Centralbyrån, Örebro.

Svensson, M., 2012. Riskvärdering: Ekonomisk värdering av hälsorisker idag och i framtiden. Rapport, MSB 403. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad.

Trafikverket, 2020. Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0. Trafikverket, Borlänge. www.trafikverket.se/asek

Bilaga B

Områdesresultat för översvämningar

I denna bilaga presenteras resultatet för respektive område:

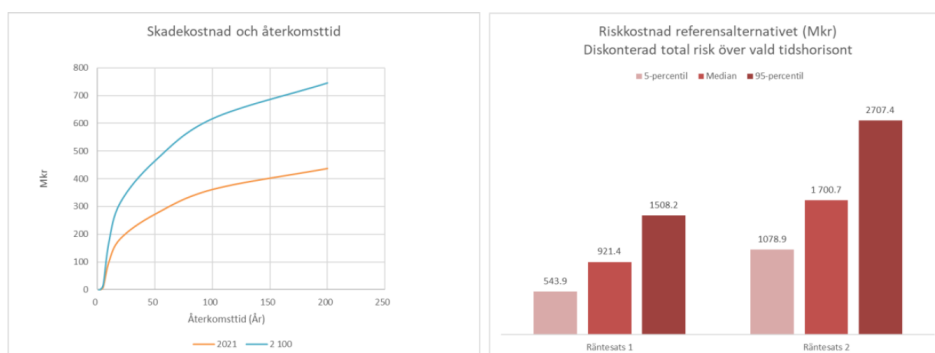
- för översvämningar orsakade av: havet
- för översvämningar orsakade av vattendrag

Översvämningar orsakade av havet

I avsnitten nedan redovisas resultat för översvämning orsakad av havet för samtliga områden.

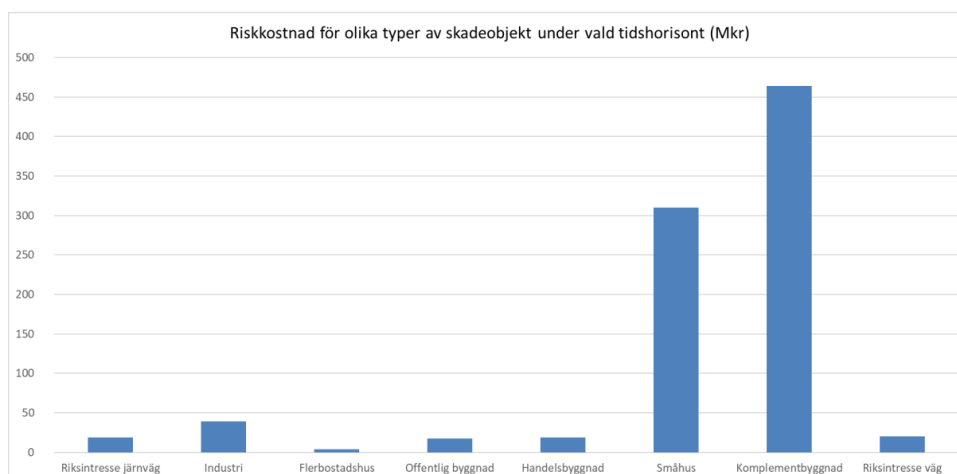
Område Nord

I figur 1 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av havet under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



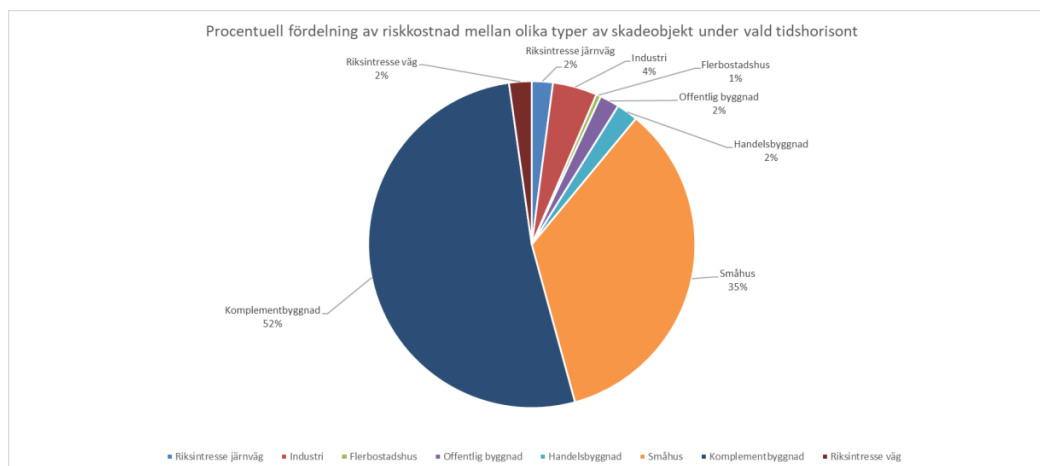
Figur 1. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från stigande nivåer i havet under tidsperioden år 2021-2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Nord.

I figur 2 nedan visas total riskkostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 2. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021-2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från stigande nivåer i havet inom område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

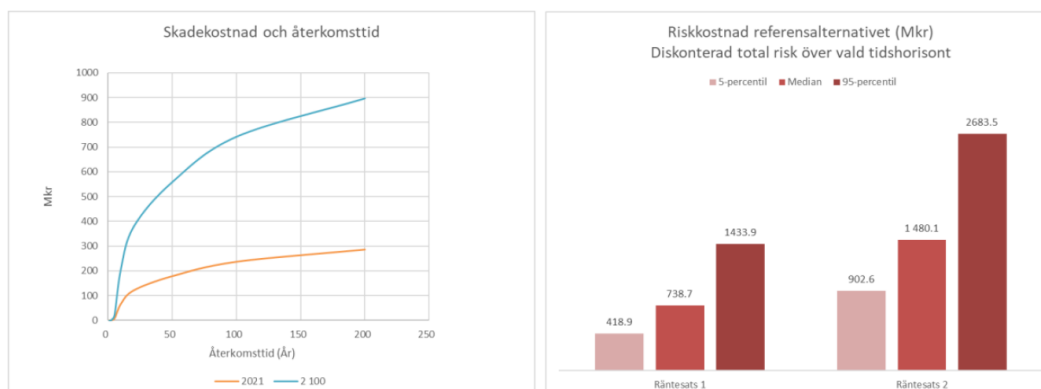
I figur 3 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 3. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från stigande nivåer i havet mellan olika typer av skadeobjekt inom område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

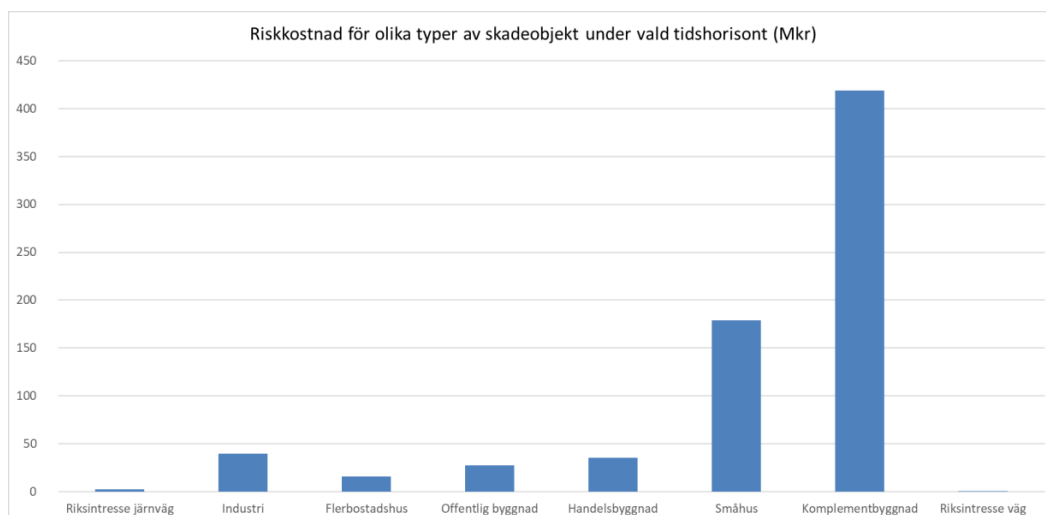
Område Öst

I figur 4 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av havet under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



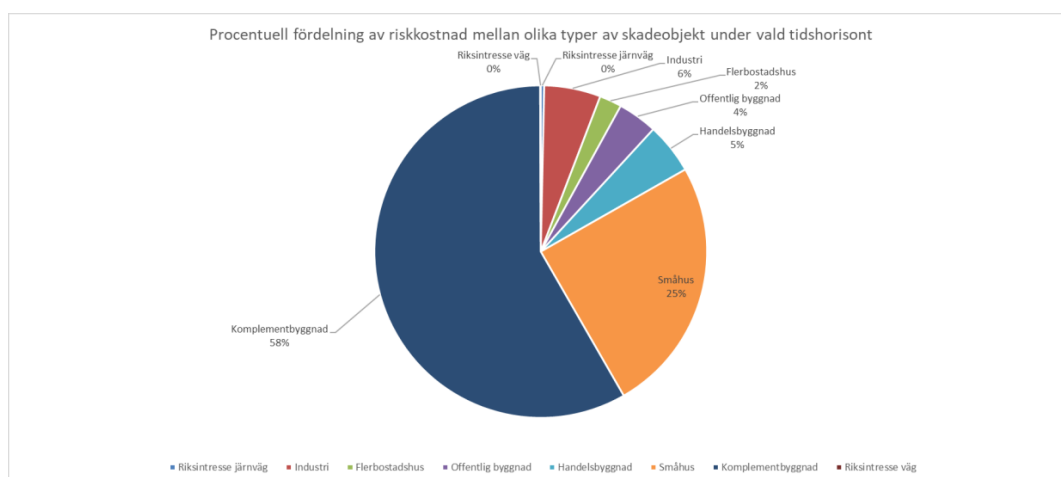
Figur 4. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från stigande nivåer i havet under tidsperioden år 2021-2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Öst.

I figur 5 nedan visas total riskkostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 5. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från stigande nivåer i havet inom område Öst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

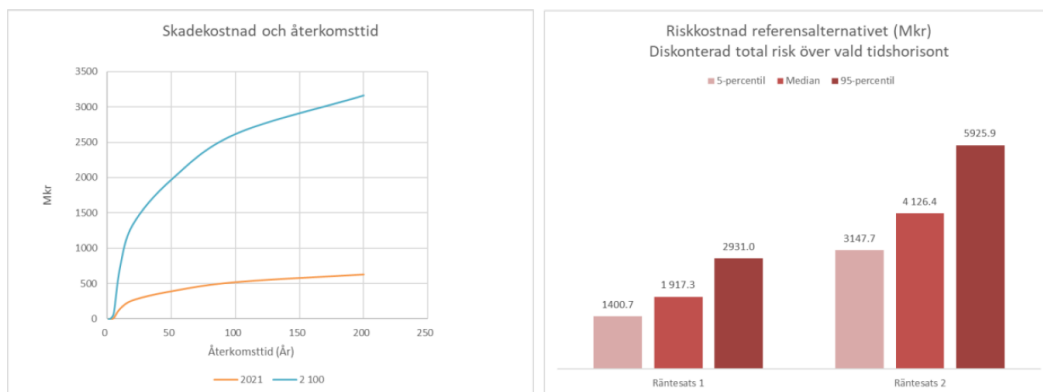
I figur 6 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 6. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från stigande nivåer i havet mellan olika typer av skadeobjekt inom område Öst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

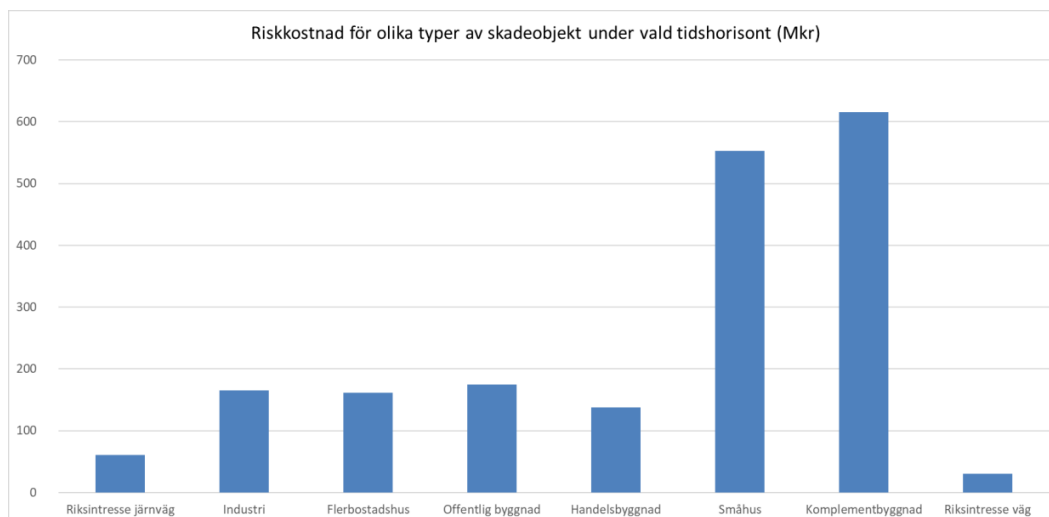
Område Syd

I figur 7 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av havet under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



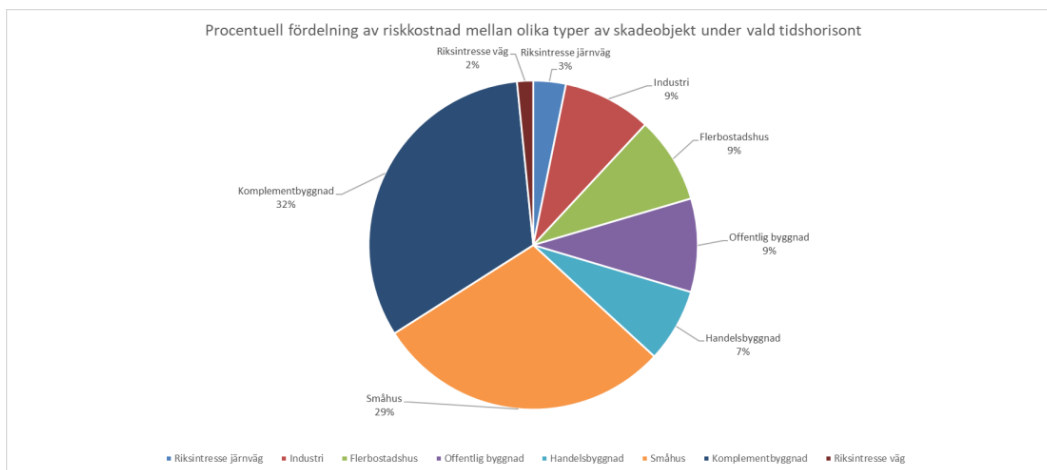
Figur 7. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från stigande nivåer i havet under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Syd.

I figur 8 nedan visas total skadekostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 8. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från stigande nivåer i havet inom område Syd, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

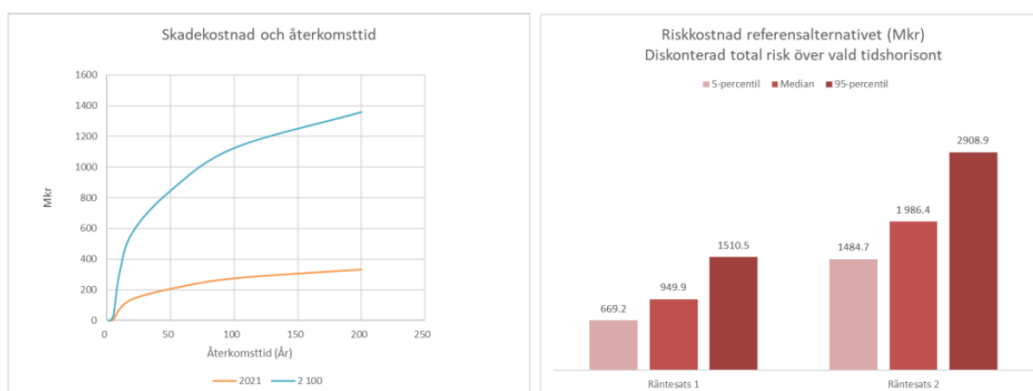
I figur 9 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 9. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från stigande nivåer i havet mellan olika typer av skadeobjekt inom område Syd, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

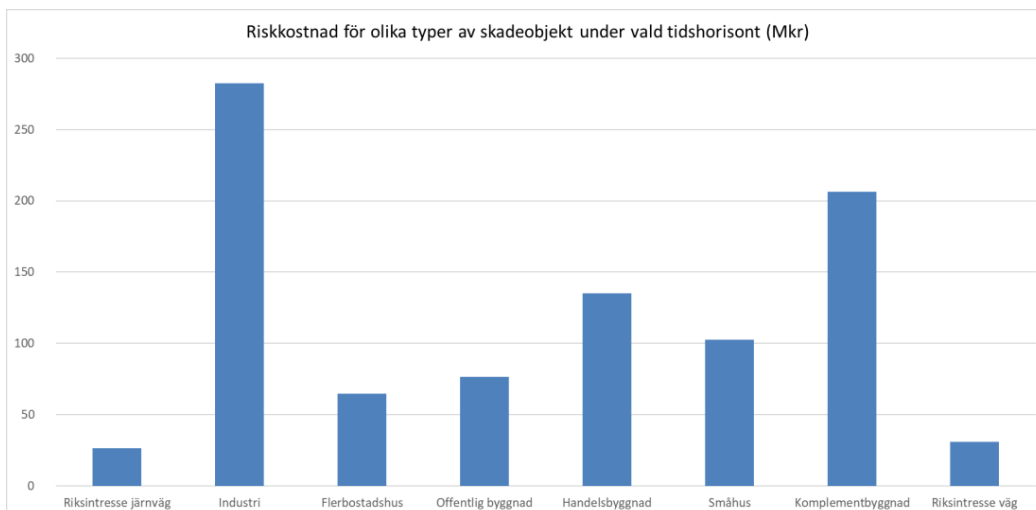
Område Väst

I figur 10 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av havet under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



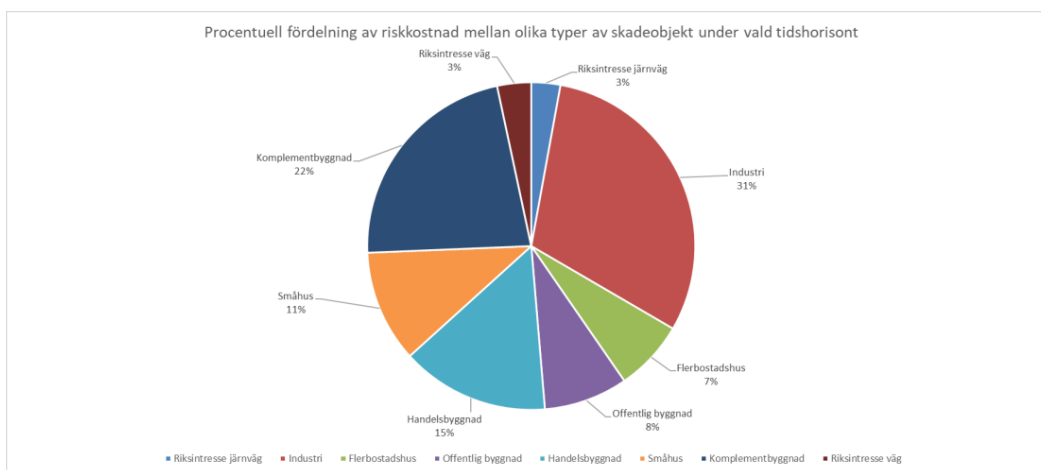
Figur 10. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från stigande nivåer i havet under tidsperioden år 2021-2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Väst.

I figur 11 nedan visas total skadekostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 11. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från stigande nivåer i havet inom område Väst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

I figur 12 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



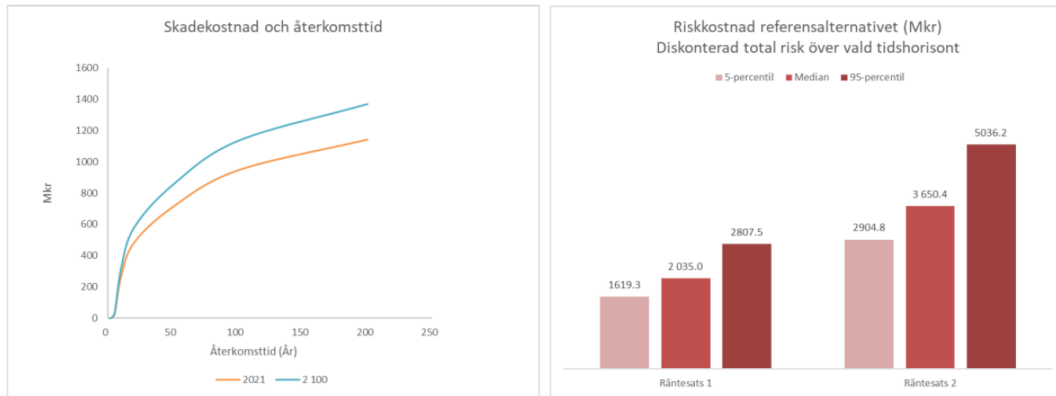
Figur 12. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från stigande nivåer i havet mellan olika typer av skadeobjekt inom område Väst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

Översvämningar orsakade av vattendrag

I avsnitten nedan redovisas resultat för översvämning orsakad av havet för område Nord som exempel.

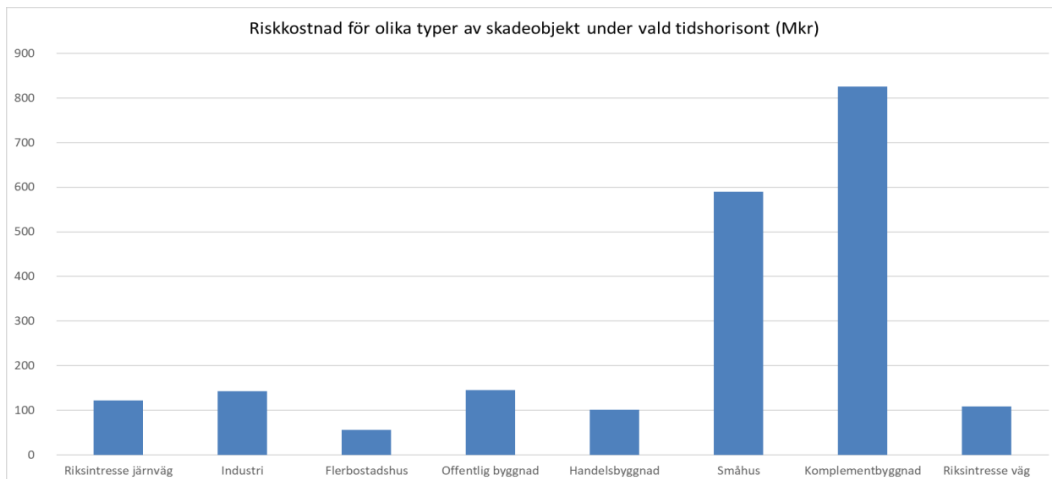
Område Nord

I figur 13 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av vattendrag under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



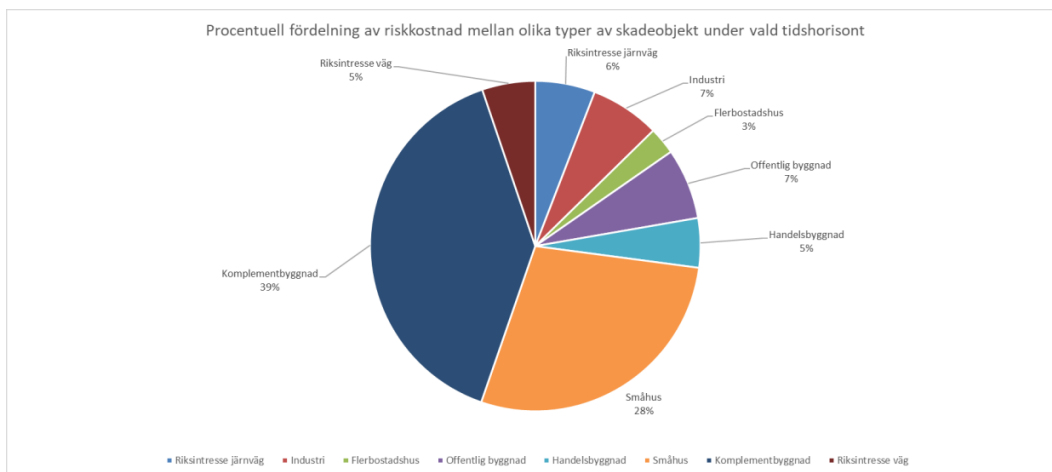
Figur 13. Skadestånd och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Nord.

I figur 14 nedan visas total skadestånd under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 14. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från vattendrag inom område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

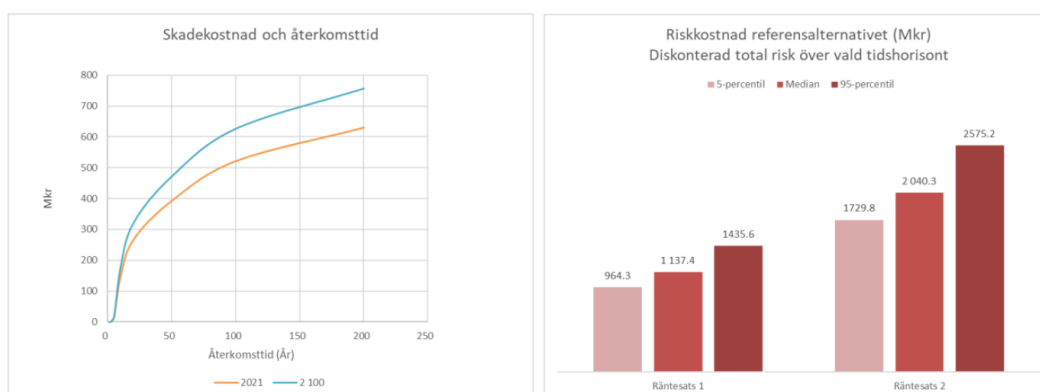
I figur 15 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 15. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från vattendrag mellan olika typer av skadeobjekt i område Nord, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

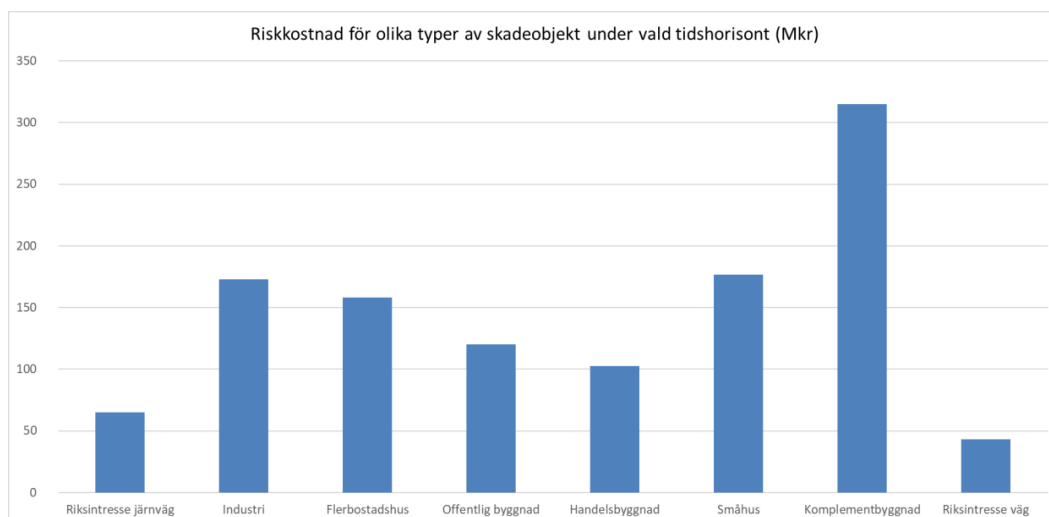
Område Öst

I figur 16 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av vattendrag under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



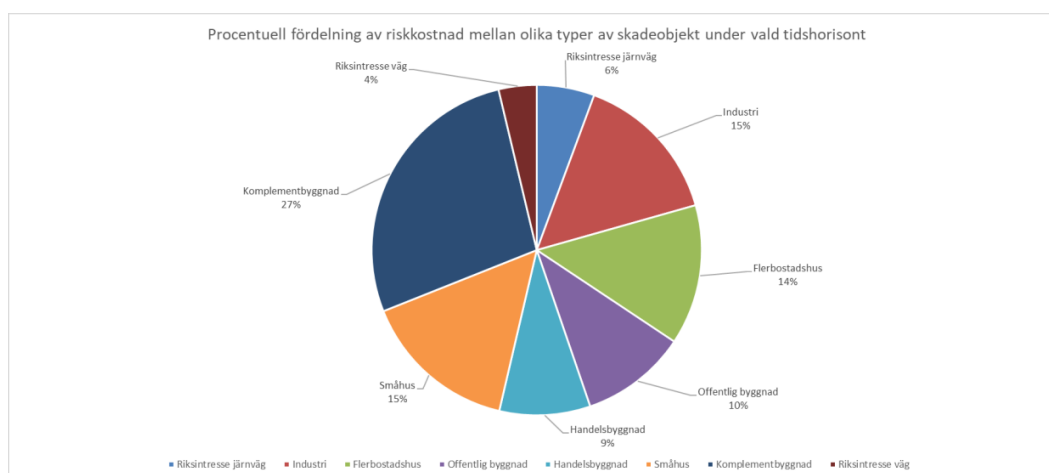
Figur 16. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från vattendrag under tidsperioden år 2021-2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Öst.

I figur 17 nedan visas total riskkostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 17. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från vattendrag inom område Öst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

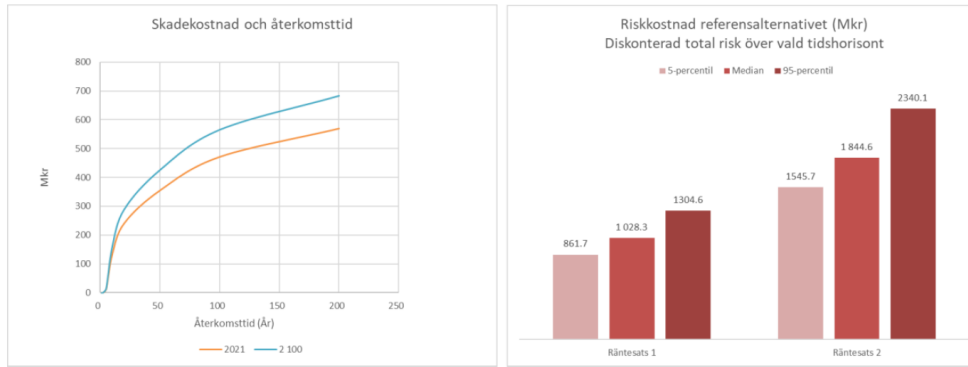
I figur 18 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 18. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från vattendrag mellan olika typer av skadeobjekt i område Öst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

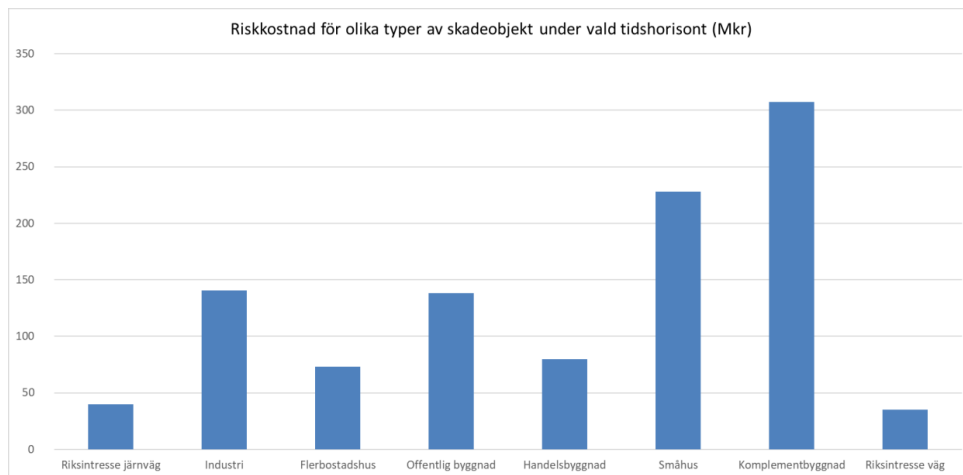
Område Syd

I figur 19 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av vattendrag under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



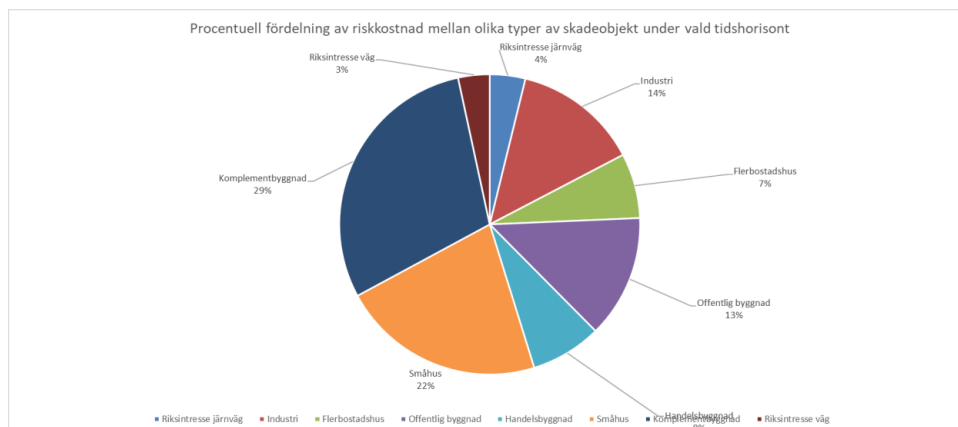
Figur 19. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Syd.

I figur 20 nedan visas total riskkostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 20. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från vattendrag inom område Syd, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

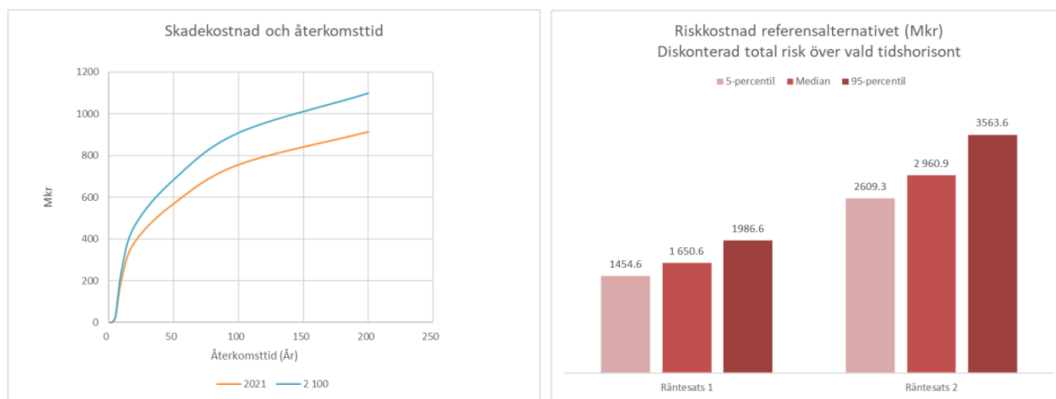
I figur 21 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 21. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från vattendrag mellan olika typer av skadeobjekt i område Syd, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

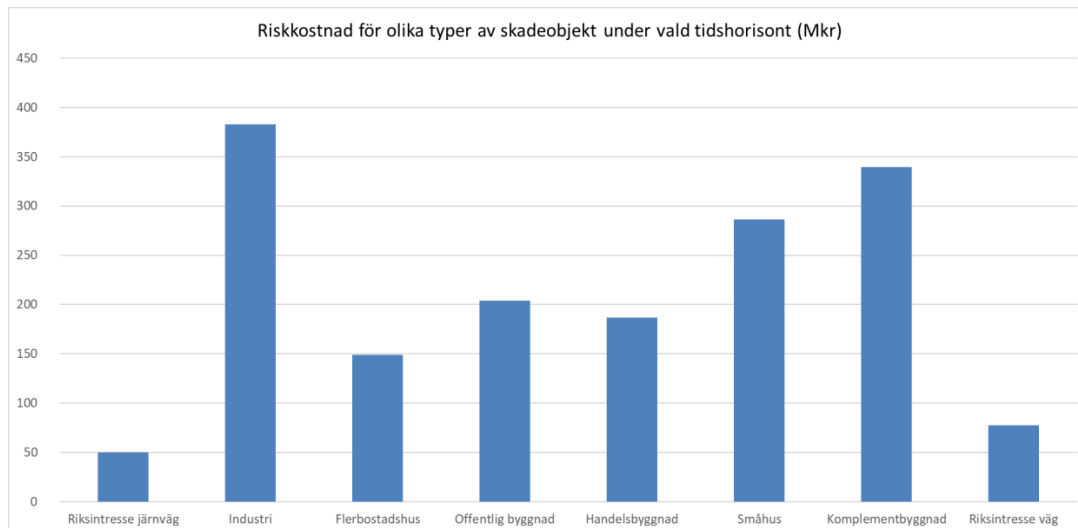
Område Väst

I figur 22 nedan redovisas den förväntade riskkostnaden för översvämningar orsakade av vattendrag under tidsperioden år 2021 - 2100 vid 1,4 % respektive 3,5 % diskontering.



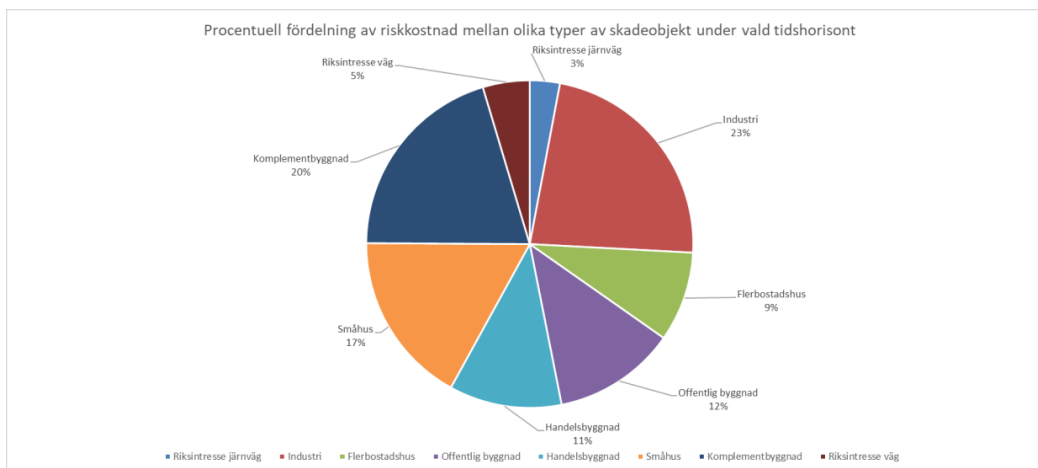
Figur 22. Skadekostnad och återkomsttid samt beräknad total riskkostnad till följd av översvämning från vattendrag under tidsperioden år 2021–2100 beräknad med Räntesats 1 (3,5 %) och Räntesats 2 (1,4 %) för område Väst.

I figur 23 nedan visas total skadekostnad under tidsperioden för olika typer av skadeobjekt.



Figur 23. Total riskkostnad under tidsperioden år 2021–2100 för olika typer av skadeobjekt till följd av översvämning från vattendrag inom område Väst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.

I figur 24 nedan visas procentuell fördelningen av förväntade riskkostnad per drabbad yta.



Figur 24. Procentuell fördelning av riskkostnad för översvämning från vattendrag mellan olika typer av skadeobjekt i område Väst, Räntesats 3,5 %. Fördelningen likartad för räntesats 1,4 %.



**STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT**

Statens geotekniska institut

581 93 Linköping

www.sgi.se

E post: sgi@sgi.se

Växel: 013-20 18 00