

**Klimatanpassning
av transport-
infrastruktur**

OKTOBER 2024

Innehåll

Förord	2
Sammanfattning	3
1. Inledning	6
1.1 En kartläggning av klimatrisker och klimatanpassningsåtgärder av Sveriges statliga vägar och järnvägar	6
1.2 Så har vi gått till väga	7
1.3 Disposition	7
2. Klimatanpassning – vad är det?	8
2.1 Klimatförändringarna leder till stora ekonomiska förluster	8
2.2 Klimatanpassning minskar sårbarheten	10
3. Klimatförändringarnas påverkan på transportinfrastrukturen	14
3.1 Ett förändrat klimat innebär nya risker	14
3.2 Väg- och järnvägsnätets sårbarhet kopplat till översvämningar, ras, skred och erosion	21
4. Ansvarsfördelning mellan aktörer	47
4.1 Myndigheter med nationellt fokus	48
4.2 Aktörer med regionalt och lokalt fokus	52
5. Hinder för klimatanpassningsarbete	55
5.1 Det saknas långsiktig finansiering för klimatanpassningsåtgärder i den skala som krävs	55
5.2 Trafikverket har inte alltid rådighet över den mark där åtgärder behöver göras	56
5.3 Effektivt klimatanpassningsarbete kräver tydligare organisation, stärkt samverkan och sammanhållen planering	56
5.4 Brist på kunskap och kompetens om klimatanpassning leder till att åtgärder fördröjs eller uteblir	57
5.5 Rekommendationer inom fyra teman	57
Referenser	59
Bilaga 1 – Intervjuer	63
Bilaga 2 – Metod klimatriskbedömning	64
GIS-analys av klimatrisk för kritiskt transportinfrastruktur	64

Förord

Ett förändrat klimat påverkar samhället. Naturmiljöer och ekosystem riskerar att förändras och den fysiska infrastrukturen utsätts för påfrestningar. Samhället kommer aldrig att kunna anpassa sig fullt till ett förändrat klimat, men det finns möjlighet att minska sårbarheten för dess effekter.

Klimatanpassningsarbetet behöver gå hand i hand med utsläppsminskningar. Insatser krävs för att vända utvecklingen och ställa om till ett mer hållbart samhälle. Men det finns trots det ett behov av anpassning till följd av de utsläpp som redan skett.

Redan idag påverkas infrastruktur av extremväder, vilket bedöms bli allt vanligare i takt med att klimatförändringarna fortskrider. Översvämningar, ras, skred och erosion riskerar leda till att vägar och järnvägar stängs av eller raseras. Det påverkar i sin tur näringslivet när företagens transporter blir mer sårbara eller logistikkedjor bryts.

Utan transporter kan företag i Sverige varken importera rå- och insatsvaror eller exportera sina produkter, vilket påverkar såväl ekonomin i stort som näringslivets omställning. Det påverkar också företagens möjlighet att få ut hållbara produkter på världsmarknaden, och deras bidrag till det globala omställningsarbetet.

Sverige har idag en betydande underhållsskuld. Under lång tid har vi underinvesterat i att ta hand om befintliga vägar och järnvägar. En sliten infrastruktur innebär inte bara ökade kostnader, det gör oss också mer sårbara för klimatrelaterade risker.

Konsultföretaget Ramboll har på Svenskt Näringslivs uppdrag tagit fram den här rapporten som beskriver risker förknippade med mer extremt väder, hur klimatanpassning kan minska sårbarheten i transportsystemet och hinder som berörda aktörer upplever i sitt klimatanpassningsarbete av infrastrukturen.

Vägen framåt kräver samverkan och tydlig ansvarsfördelning mellan utpekade myndigheter och infrastrukturförvaltare på statlig och regional nivå. Att fördela ansvar räcker dock inte, det krävs kompetenshöjande insatser, en mer sammanhållen planering och framför allt ökade satsningar på såväl underhåll som klimatanpassning.

Regeringen kan genom ett tilläggsuppdrag till pågående klimatanpassningsutredning eller inom ramen för den kommande nationella planen för transportinfrastruktur prioritera upp frågan om klimatanpassning av Sveriges vägar och järnvägar.

Vi hoppas att rapporten ska bidra till en lösningsorienterad debatt och öka medvetenheten om klimatförändringarnas effekter på näringslivets transporter.

Nils Paul
Expert infrastruktur

Madeleine Svenberg
Expert klimatpolicy

Sammanfattning

Väg-och järnvägsnätet behöver klimatanpassas för att minska näringslivets sårbarhet inför klimatförändringarna

Klimatförändringarna innebär stora påfrestningar för hela samhället. De påverkar allt från människors hälsa och säkerhet till ekonomisk stabilitet och naturresurser som skog och jordbruksmark. Förändrade vädermönster och extremväder, som värmeböljor och skyfall, kan orsaka hälsoproblem, skador på infrastruktur, och ökade kostnader för samhället. Transportinfrastrukturen är särskilt utsatt för olika klimatrisker, där exempelvis översvämningar, ras, skred och erosion kan försvåra framkomligheten och leda till stora konsekvenser för näringslivet. Förseningar och avbrott i gods- och persontransporter kan resultera i försämrad leveranssäkerhet, ökade transportkostnader samt störningar i produktionskedjor, vilket minskar den svenska ekonomins konkurrenskraft. Transportinfrastrukturen behöver anpassas till ett förändrat klimat för att säkra dess robusthet och pålitlighet i framtiden.

Näringslivet efterfrågar ökad kunskap kring klimatförändringarnas påverkan på infrastrukturen

Trots att klimatrelaterade risker i transportsystemet de senaste åren blivit allt tydligare saknas det idag en överblick kring vilka vägar och järnvägar som är särskilt sårbara och som samtidigt är kritiska ur näringslivssynpunkt. För att kunna sätta in rätt åtgärder behövs ökad kunskap hos samtliga berörda aktörer, från regering och statliga myndigheter till enskilda kommuner och företag. Alltför ofta prioriteras inte frågorna på den politiska agendan.

Denna rapport kartlägger kritisk transportinfrastruktur, tydliggör ansvarsfördelningen och ger exempel på klimatrisker, åtgärder och hinder

Mot bakgrund av problemformuleringen ovan har Ramboll på uppdrag av Svenskt Näringsliv, genomfört en kartläggning och analys av klimatanpassningsarbetet för existerande statliga vägar och järnvägar i Sverige. Rapportens syfte är dels att lyfta klimatanpassning av statlig transportinfrastruktur på den politiska agendan, dels att medvetandegöra näringslivet om de risker som hotar för dem viktiga transportvägar. Studien har genomförts under våren 2024 och identifierar klimatrisker och områden med kritisk infrastruktur – vilket innebär vägar och järnvägar som är av särskild betydelse för näringslivet och samtidigt utsatta för klimatrisker. I rapporten lyfter vi även olika hinder som aktörerna möter i klimatanpassningsarbetet, och presenterar ett antal övergripande förslag på lösningar.

Väg-och järnvägsnätets sårbarhet kopplat till översvämningar, ras, skred och erosion är utbredd över hela landet

Vår studie visar att det svenska väg-och järnvägsnätets sårbarhet inför en ökad förekomst av översvämningar, ras, skred och erosion är utbredd över hela Sverige. Bland annat är viktiga godstransportstråk längs Norrlandskusten, Västkusten och i Mälardalen alla sårbara för klimathändelser. För att hantera dessa risker behöver flera aktörer, med Trafikverket i spetsen, samordna sina insatser bättre. Även om arbete pågår och området får viss politisk uppmärksamhet, sker inte investeringar i den takt som krävs. Detta beror på en rad hinder som bromsar de sociala, institutionella och strukturella åtgärderna som behöver ske för att öka samhällets, grupper och individers resiliens.

Otillräcklig finansiering, rådighet, samordning, kunskap och kompetens utgör hinder för klimatanpassningsarbetet

Ett exempel på hinder för effektivt klimatanpassningsarbete är att det saknas långsiktig och tillräcklig finansiering för klimatanpassningsåtgärder. Trafikverkets budget för klimatanpassning för 2023 omfattade två miljarder kronor, men ingår i ordinarie underhållsbudget vilket leder till prioriteringsutmaningar och risk för en framtida klimatanpassningsskuld. Finansieringsansvaret för enskilda åtgärder är dessutom ofta otydligt, vilket skapar asymmetri och ojämlikhet mellan olika aktörer.

Trafikverket har inte heller alltid rådighet över marken där klimatanpassningsåtgärder behövs, vilket komplicerar samarbetet med kommuner och privata markägare. Även med avtalssamverkan kvarstår svårigheter med samordning, något som skapar en administrativ börda och motverkar ett effektivt klimatanpassningsarbete.

Dessutom leder brist på kunskap och kompetens om klimatanpassning i allmänhet samt inom specifika centrala kompetensområden, såsom geoteknik, ofta till fördröjda eller uteblivna åtgärder. Kommuner och länsstyrelser behöver satsa på kompetensutveckling som tydligare kopplar samman klimatrisker och transportplanering.

Rekommendationer för det fortsatta klimatanpassningsarbetet

Baserat på analysen i den här rapporten har vi formulerat nio rekommendationer för det fortsatta arbetet med att rusta Sveriges transportinfrastruktur inför ett förändrat klimat. Dessa kan delas in i fyra kategorier:

Säkerställ långsiktig finansiering

- Utveckla finansieringsmodeller som säkerställer långsiktig finansiering för klimatanpassningsåtgärder för transportinfrastruktur, säkerställ att medel inte behöver prioriteras bort från andra viktiga underhållsarbeten
- Utveckla en metod för att fördela kostnaderna mellan kommuner, länsstyrelser och staten för att säkerställa effektiva och rättvisa åtgärder.

Förbättra markåtkomst och samarbete

- Förbättra samarbetet mellan offentliga aktörer och privata/andra markägare för att säkerställa effektiv och proaktiv klimatanpassning även där Trafikverket inte har direkt rådighet över marken.

Utökad organisation och planering

- Skapa en övergripande plan för klimatanpassning av transportinfrastruktur med tydligare organisation och stärkt samverkan mellan berörda aktörer.
- Involvera fler myndigheter och aktörer, såsom Skogsstyrelsen, i klimatanpassningsarbetet för att säkerställa en holistisk ansats.
- Implementera en mer långsiktig och sammanhållen planering med tydliga politiska riktlinjer för klimatanpassningstakten och tidsramarna.

Satsa på ökad kunskap och kompetens

- Satsa på utbildning och kompetensutveckling inom klimatanpassning för att stärka kapaciteten hos kommuner, länsstyrelser och andra berörda organisationer.
- Integrera klimatanpassningsperspektivet mer tydligt i universitetsutbildningar och i kommunernas roll som beställare av infrastruktur.
- Säkerställ att klimatanpassning blir en integrerad del av den övergripande planeringen och beslutsprocesserna inom kommuner och länsstyrelser för att minska sårbarhet vid personalskiften.

1. Inledning

Samhället står inför utmaningar relaterade till klimatförändringarna. För att möta dessa pågår ansträngningar för att minska utsläppen och minimera den negativa klimat- och miljöpåverkan och därmed framtida negativa effekter på vårt samhälle. Men även med kraftiga minskningar av utsläppen kommer vi behöva anpassa oss till de klimatförändringar som redan skett och de som kommer ske framöver som ett resultat av de utsläpp vi genererar idag.

Klimatförändringarnas effekter varierar kraftigt beroende på geografiska och regionala förutsättningar, både globalt och inom Sveriges gränser. Att anpassa sig till klimatförändringar handlar inte om att kapitulera inför dem, utan om att proaktivt förebygga allvarliga miljöhändelser och stärka samhällets skyddsmekanismer. Ett tillvägagångssätt för att möta utmaningarna är att systematiskt arbeta med klimatanpassning.

1.1 En kartläggning av klimatrisker och klimatanpassningsåtgärder av Sveriges statliga vägar och järnvägar

Ramboll har, på uppdrag av Svenskt Näringsliv, genomfört en kartläggning och analys av klimatanpassningsarbetet för statliga vägar och järnvägar i Sverige. Studien har identifierat områden med kritisk infrastruktur, vilket innebär vägar och järnvägar som är av särskild betydelse för näringslivets logistikkedjor och samtidigt utsatta för risker som översvämningar, ras, skred och erosion.

Rapportens syfte är att lyfta klimatanpassning av existerande statlig transportinfrastruktur på den politiska agendan, att medvetandegöra näringslivet om de risker som hotar viktiga transportvägar samt att peka på för företagen viktiga åtgärder som regering och myndigheter behöver vidta för att minska transportrelaterade konsekvenser av ett förändrat klimat.

Som framgår ovan fokuserar rapporten på klimatanpassning av befintliga statliga vägar och järnvägar. Det innebär att rapporten inte fokuserar på ny infrastruktur, även om insikter och rekommendationer kan vara relevanta även för framtida projekt.

1.2 Så har vi gått till väga

Arbetet har genomförts under våren 2024 genom litteratur- och dokumentstudier kombinerat med intervjuer med statliga myndigheter, branschorganisationer och utförare av klimatanpassningsåtgärder. För att kartlägga och identifiera kritisk infrastruktur har en geografisk analys med hjälp av geodata från Trafikverket, MSB, och SGI genomförts. Metoden för den geografiska analysen beskrivs i Bilaga 2.

1.3 Disposition

Kapitel 2 beskriver innebörden av klimatanpassning. I kapitel 3 beskrivs några av de konsekvenser som klimatförändringar har på väg- och järnvägsnätet. Exempel på åtgärder för att hantera dessa utmaningar presenteras också, liksom kartläggningen av kritisk infrastruktur och tre exempel på för näringslivet viktiga sträckor som är hotade av översvämning, ras och skred, eller erosion. I kapitel 4 beskrivs hur ansvaret för klimatanpassning av den statliga transportinfrastrukturen fördelas mellan olika aktörer. Slutligen, beskrivs hinder och rekommendationer för klimatanpassningsarbetet i kapitel 5.

2. Klimatanpassning – vad är det?

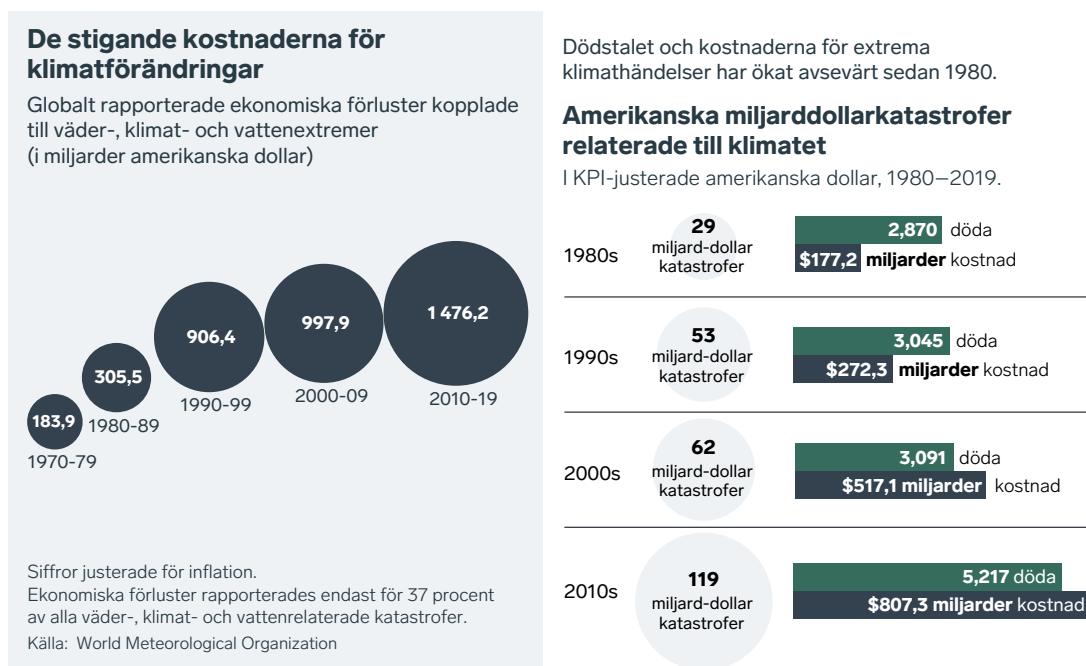
Klimatanpassning innebär att samhällen anpassar sig till pågående och förväntade effekter av ett förändrat klimat. Detta arbete inkluderar att öka motståndskraften och resiliensen i naturmiljöer och samhällssystem, däribland infrastruktur, för att hantera konsekvenserna av extremväder, som exempelvis översvämningar, samt gradvis förändrade klimatförhållanden som höjda temperaturer och förändrade nederbördsmonster. Extremväder och miljöhändelser ser olika ut i olika delar av landet. Medan vissa områden drabbas hårdare av översvämningar, kan andra uppleva längre perioder av torka eller fler stormar. Detta kapitel ger en överblick kopplat till varför vi behöver klimatanpassa våra samhällen, samt vad klimatanpassning innebär.

2.1 Klimatförändringarna leder till stora ekonomiska förluster

Direkta ekonomiska förluster¹ kopplat till klimatförändringarna har ökat avsevärt de senaste decennierna. Figur 1 visar de globala rapporterade ekonomiska förlusterna kopplade till väder-, klimat- och vattenextremer, mätt i miljarder amerikanska dollar. Det senaste decenniet (2010–2019) uppgick förlusterna till hela 1 476 miljarder dollar – jämfört med 184 miljarder dollar under 1970-talet. Sannolikt är de verkliga kostnaderna idag betydligt högre eftersom ekonomiska förluster endast uppskattats för 37 procent av alla rapporterade händelser.

Att de ekonomiska förlusterna har ökat beror på att händelsernas frekvens och konsekvenser har ökat. Under det senaste decenniet, 2010–2019, nådde antalet miljard-dollar-katastrofer 119 stycken, med en total kostnad på cirka 807 miljarder dollar och resulterade i 5 217 dödsfall. Detta kan jämföras med 1980-talet då det inträffade 29 olika miljard-dollar katastrofer med ekonomiska förluster på 177 miljarder dollar och 2 870 dödsfall.

¹ Det vill säga värdet av förstörd infrastruktur och bebyggelse.

Figur 1. Stigande kostnader för extrema klimathändelser

Statistiken illustrerar en global trend av ökande ekonomiska förluster och frekvens av extremväderhändelser som konsekvens av klimatförändringar. Även i Sverige ser vi detta mönster. En uppskattning indikerar att de direkta skadekostnaderna för ras, skred, erosion och översvämning kan uppgå till mellan 20 och 50 miljarder kronor fram till år 2100 om klimatanpassningsåtgärder inte implementeras (SGI och MSB, 2021). Det är viktigt att notera att denna uppskattning endast inkluderar de direkta skadekostnaderna, och alltså inte de indirekta kostnader som uppstår på grund av skadorna. Exempel på indirekta kostnader som MSB och SGI lyfter i sin rapport är kostnader för förseningar i gods- och persontrafik, avbrott i industriproduktion och utebliven försäljning i handel. De indirekta kostnaderna är därmed betydande, och en stor del av dem påverkas av tillståndet på vägar, järnvägar och annan transportinfrastruktur.

Klimathändelser kan påverka leveranser, produktivitet och affärsstrategier

När transportvägar påverkas av översvämningar, skred, eller extremt väder, kan det leda till förseningar och avbrott i leveranskedjor. Noder i transportsystemet, såsom hamnar och flygplatser, utgör särskilt sårbara punkter där stopp och förseningar kan ha effekter i flera led nedströms. Detta påverkar logistikföretag, tillverkningsindustrin, detaljhandeln och andra sektorer som är beroende av punktliga leveranser för till exempel råmaterial, insatsvaror och produkter.

Störningar i transportinfrastrukturen kan även leda till att anställda inte kan ta sig till arbetet eller att arbetet avbryts vilket resulterar i produktivitetsförluster. Detta gäller särskilt för företag som är beroende av fysiska arbetsplatser eller som har tät samverkan mellan olika produktionssteg. Klimatrisker gör alltså att företag behöver omvärdera sina affärsstrategier och försörjningskedjor för att bli mindre sårbara för klimatrelaterade störningar. Exempelvis kan de behöva diversifiera sina leverantörskedjor, använda lokala resurser eller förändra produktionslokalisering, med potentiellt ökade kostnader som följd.

Flygplatser och hamnar

Flygplatser och hamnar är knutpunkter i globala och regionala logistik- och transportkedjor, vilket gör dem strategiskt viktiga för Sveriges import och export. Förseningar här kan påverka transportkedjan i flera led. Dessutom spelar både flygplatser och hamnar en viktig roll för beredskap, säkerhet och resiliens.

Klimatanpassning är nödvändig för både flygplatser och hamnar. Hamnar är exempelvis sårbara för havsnivåhöjningar och extremväder, medan flygplatser påverkas av värmeböljor som kan påverka landningsbanornas asfalt.

Inom ramen för denna analys har vi inte studerat klimatanpassningsåtgärder av, eller i anslutning till, flygplatser och hamnar. En anledning till detta är att flygplatser och hamnar inte ägs och förvaltas av Trafikverket, utan i stället både statliga och kommunala bolag i kombination med privata aktörer. Processerna för att utreda och upphandla klimatanpassningsåtgärder ser därför annorlunda ut jämfört med för den statliga väg- och järnvägsinfrastrukturen.

Två statliga utredningar om framtidens flyginfrastruktur har nyligen redovisats: en om Arlanda och en om statens ansvar för det svenska flygplatssystemet. Dessa utredningar ger förslag på hur flygplatserna kan anpassas för att möta ett förändrat klimat. I Göteborgs hamn pågår dessutom ett projekt i samarbete mellan SMHI, VTI och Göteborgs hamn AB, som syftar till att utveckla ett ramverk för klimatanpassning av hamnar (Infrastrukturnyheter, 2024).

Utöver direkta störningar i leveranskedjor står näringslivet inför flera relaterade ekonomiska utmaningar på grund av klimatförändringarna. Ökade försäkringskostnader är en sådan faktor, där företagen behöver hantera högre premier för att skydda sina tillgångar mot ökade risker för naturkatastrofer. En annan kostnad är investeringar i redundanssystem, såsom extra produktionskapacitet eller alternativa transportvägar, för att säkerställa kontinuitet vid störningar. Ökad lagerhållning kan också vara nödvändigt för att skydda verksamheten mot leveransavbrott, vilket kräver ökad kapitalbindning och mer utrymme. Dessa åtgärder belastar företagens budgetar och kan påverka deras konkurrenskraft vilket kräver noggrann planering och strategiskt tänkande för att balansera kostnaderna mot riskerna.

2.2 Klimatanpassning minskar sårbarheten

För att minska sårbarheten inför ett förändrat klimat, krävs att samhället klimatanpassas på samtliga nivåer. För att belysa detta kan klimatanpassning delas in i tre olika typer – strukturell, institutionell och social klimatanpassning. De tre typerna av klimatanpassning är integrerade och bidrar till att bygga upp samhällets resiliens på individ-, grupp- och samhällsnivå (MSB, 2022). Tabell 1 definierar och exemplifierar institutionell, strukturell och social klimatanpassning. Definitionerna, som inspireras av MSB:s rapport (2022), har utvecklats inom ramen för denna studie.

Tabell 1. Definition av institutionell, strukturell och social klimatanpassning

Definition	Exempel på åtgärder
Institutionell klimatanpassning	
Institutionell anpassning handlar om hur klimatanpassning hanteras på organisatorisk och politisk nivå. Denna typ av anpassning innebär att utveckla och implementera policy, lagar och regler som stödjer klimatanpassning samt att säkerställa att de rätta systemen, resurserna och den rätta expertisen finns på plats.	Politiska insatser och styrmedel: Regeringar kan införa skatter, subventioner och andra ekonomiska incitament för att uppmuntra klimatanpassning. Ett exempel kan vara små lån och finansiellt stöd till individer och småföretag för att genomföra klimatanpassningsåtgärder. Försäkringsprogram: Utveckling av försäkringslösningar som täcker klimatrisker kan hjälpa samhällen att hantera kostnaderna för klimat-händelser som översvämningar och stormar. Byggregler: Uppdatering av byggregler för att säkerställa att ny infra-struktur och byggnader är anpassade till framtida klimatförhållanden, såsom högre temperaturer och ökade nederbörds mängder. Utbildningssystem: Anpassning av utbildningssystemet för att inkludera utbildning och forskning inom klimatförändringar, klimatanpassning och hållbar utveckling, vilket säkerställer att det finns tillräckligt med kvalificerad arbetskraft inom området. Arbetsmarknadsåtgärder: Stärkta utbildningsmöjligheter inom klimatanpassningsarbete.
Strukturell klimatanpassning	
Strukturell anpassning handlar om att anpassa fysisk infrastruktur och miljö för att hantera klimat-förändringar. Detta innefattar både tekniska och naturbaserade lösningar för att minska klimatrelaterade risker.	Dagvattenhantering: Implementering av system för att hantera ökad nederbörd och förhindra översvämningar. Anläggning av våtmarker: Skapande och restaurering av våtmarker för att absorbera översvänningsvatten och stärka biologisk mångfald. Erosionsskydd: Konstruktion av skyddsåtgärder längs kuster och flodbankar för att förhindra erosion och skydda mot stigande havsnivåer. Klimatsmarta byggnader: Utveckling av byggnader som är designade för att vara energieffektiva och resistent mot extrema väderförhållanden
Social klimatanpassning	
Social anpassning handlar om hur individer och grupper i samhället anpassar sig till förändrade klimat-förhållanden. Denna typ av anpassning innefattar åtgärder som stärker det sociala kapitalet, stärker välmående och ökar medvetenheten och kunskapen om klimatförändringar och åtgärder.	Stärkande av socialt kapital: Främjande av gemenskap och samarbete mellan olika samhällsgrupper för att skapa ett mer resilient samhälle. Detta kan inkludera initiativ för gemensamma trädgårdar, lokala nätverk för krisberedskap och stödgrupper. Informationsdelning och utbildning: Kampanjer och program som syftar till att utbilda allmänheten om klimatrisker och anpassningsåtgärder. Samverkansprogram: Skapande av plattformar och forum där olika aktörer (offentlig sektor, privat sektor, forskningsinstitutioner och civilsamhället) kan samarbeta och dela kunskap om klimatanpassning. Minskad sårbarhet kopplat till hälsa och välbefinnande: Klimat-förändringar kan ha betydande effekter på människors hälsa och välbefinnande. Exempel på åtgärder som minskar människors sårbarhet inkluderar: • Implementering av varningssystem för extrema väderhändelser såsom värmeböljor, och säkerställa tillgång till kylningscenter för sårbara grupper. • System för att övervaka och rapportera klimatrelaterade hälsoproblem, som värmeslag och spridning av vektorburna sjukdomar. • Erbjudna stödprogram för att hantera klimatrelaterad stress och ångest, inklusive rådgivning och mental hälsovård.

Förebyggande åtgärder är nästan alltid samhällsekonomiskt lönsamt

Tidigare litteratur visar att det ofta är samhällsekonomiskt lönsamt att investera i proaktiva klimatanpassningsåtgärder (Ramboll, 2023). I arbetet med att prioritera vilka åtgärder som bör investeras i är en konsekvensanalys av kostnader och nyttor ett värdefullt verktyg – särskilt när det kommer till fysiska klimatanpassningsåtgärder då de ofta leder till andra indirekta konsekvenser på olika nivåer i samhället. Exempelvis kan investeringar i översvämningsskydd påverka den biologiska mångfalden negativt, samtidigt som anläggning av grönområden för att absorbera ökade vattenmängder kan leda till ökat välmående genom rekreation. Nedan beskrivs översiktligt vilka typer av konsekvenser som är förknippade med klimatanpassningsåtgärder.

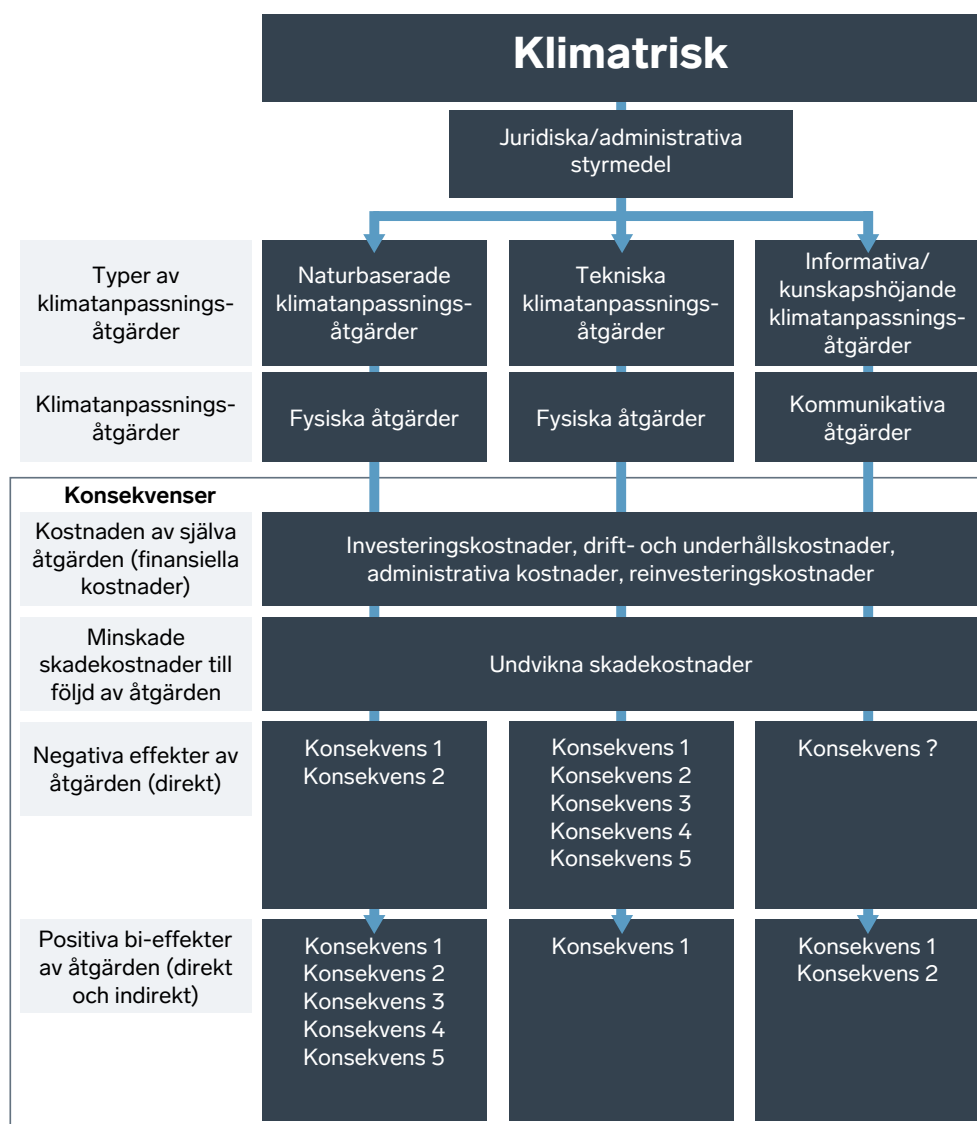
Fyra typer av konsekvenser kopplat till fysiska klimatanpassningsåtgärder

Alla fysiska klimatanpassningsåtgärder medför konsekvenser. Två konsekvenser som är gemensamma för alla typer av åtgärder är kostnaden för själva åtgärden, inklusive investerings- och underhållskostnader, samt de minskade eller undvikna skadekostnader som åtgärden resulterar i. Teoretiskt sett bör alla åtgärder leda till att skador från den identifierade klimatrisk undviks.

Införandet av åtgärder kan också leda till både negativa och positiva följeffekter. Det kan handla om negativa effekter av själva åtgärden utöver investeringskostnaden, men även positiva bieffekter som går utöver den undvikna skadekostnaden. Tidigare litteratur visar att naturbaserade åtgärder (såsom återställande av våtmarker för att förhindra översvämningssrisk) generellt sett är förknippade med större positiva bieffekter jämfört med tekniska åtgärder (exempelvis översvämningssvallar) (Ramboll, 2023).

Figur 2 presenterar en översiktlig illustration av det logiska flödet från en specifik klimatrisk till olika typer av klimatanpassningsåtgärder. Dessa åtgärder syftar till att minimera den negativa påverkan av en eller flera klimatrisker och visar de olika konsekvenser som kan uppstå till följd av dessa åtgärder.

Figur 2. Konsekvenser av klimatanpassningsåtgärder för att avhjälpa negativa effekter av en klimatrisk



Källa: Baserad på Ramboll (2023)

3. Klimatförändringarnas påverkan på transportinfrastrukturen

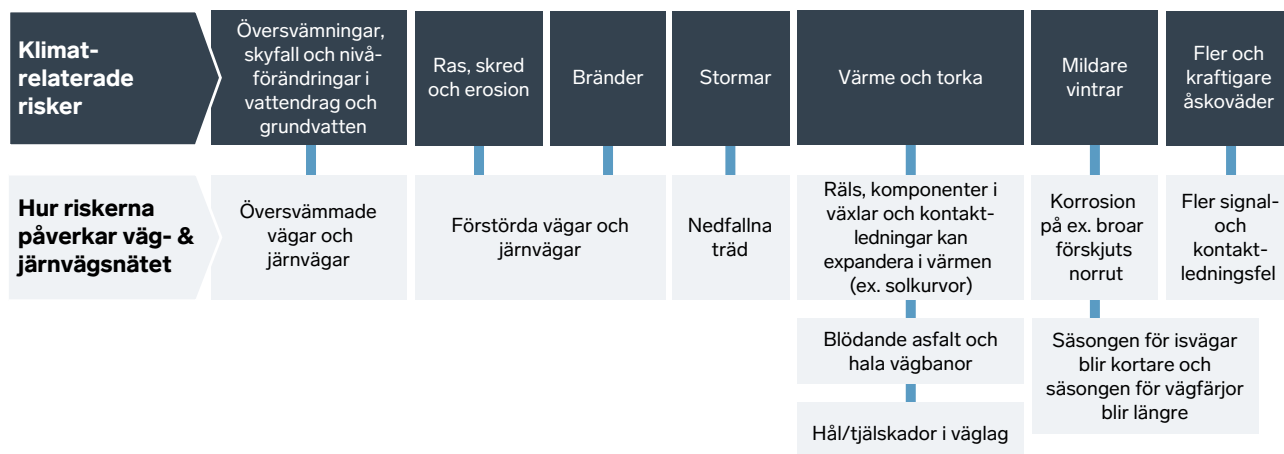
Klimatförändringarna innebär en ökning av extrema väderhändelser såsom stormar, översvämningar och extrem hetta, vilka kan ha allvarliga konsekvenser för väg- och järnvägsnätet. Samtidigt kan proaktiva och reaktiva klimatanpassningsåtgärder mildra sårbarheten inför de klimatrelaterade riskerna. En proaktiv klimatanpassningsåtgärd kan handla om att anlägga skyddsvallar för att förebygga översvämningar medan exempel på en reaktiv klimatanpassningsåtgärd är sandning av väglag vid blödande asfalt. Många gånger kan klimatanpassningsåtgärder vara både proaktiva och reaktiva. Exempelvis kan en järnväg ha översvämmats några gånger innan ett beslut tas för att höja järnvägen.

I det här kapitlet belyses några av de viktigaste aspekterna som rör klimatförändringarnas påverkan på transportinfrastrukturen. Inledningsvis beskrivs de främsta klimatriskerna som vägar och järnvägar står inför och hur dessa risker kan påverka näringslivet.

3.1 Ett förändrat klimat innebär nya risker

Klimatförändringar utgör en allt större risk för infrastruktur, såsom vägar och järnvägar, vilket kan leda till betydande konsekvenser i samhället. Diverse klimatrisker påverkar vägar och järnvägar på flera olika sätt och några exempel ges i figuren nedan. (Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning, 2023; Trafikverket, 2018).

Figur 3. Exempel på hur olika klimatrisker påverkar väg- och järnvägsnätet



Översvämningar kan påverka funktion och användbarhet och belasta andra delar av väg-och järnvägsnät

Översvämningar, orsakade av intensiva skyfall samt förändrade nivåer i hav, sjöar och grundvatten, kan direkt påverka vägarnas och järnvägarnas strukturella funktion och användbarhet. Ökade vattenmängder kan leda till underminering av vägar och järnvägs-spår vilket ökar risken för olyckor. Dessutom kan sådana händelser störa de elektriska systemen som är kritiska för järnvägens funktion och orsaka omledning av trafik vilket belastar andra delar av vägnätet.

Det finns otaliga exempel på när vägar översvämmats i samband med exempelvis skyfall. På flera platser har det inträffat upprepade gånger som vid Kålleredsmotet på E6 söder om Göteborg. Enligt Trafikverket är det genomsnittliga stoppet på en väg i samband med en översvämning cirka 75 timmar (Trafikverket, 2019).

För att hantera riskerna med översvämningar krävs en välplanerad strategi för dagvattenhantering. Genom att strategiskt utnyttja vissa vägar som temporära avledningsvägar vid skyfall, kan dessa utformas för att medvetet översvämmas och på så sätt säkert omdirigera vatten under extrema väderförhållanden. Andra exempel på åtgärder som kan vidtas för att minska översvämningsskador av väg och järnväg är återställande av vattendrag till sin naturliga bäckmiljö, bevarande och anläggning av grönområden, översvämningsskydd eller anläggning av regnrabatter^{2,3}. Boxen nedan beskriver ett exempel där järnväg och väg höjdes längs Göta älv för att minska översvämningsskador.

Exempel på faktisk åtgärd

Höjning av järnväg och väg längs Göta älv, 2012

Klimatrelaterad risk: Vägen längs Göta älv översvämmas regelbundet, vilket ofta krävde stängning av körfält eller omdirigering av trafiken via lokalvägar. Översvämningsskador beror på höga havsnivåer nära Göteborg som hindrar avrinningen från älven (SMHI, 2018).

Åtgärd: Eftersom transportsträckan har en stor betydelse för både dagligt pendlande och regional utveckling beslutade Trafikverket (dåvarande Banverket och Vägverket) att höja 22 km av väg och järnväg med upp till 1,5 meter där översvämningsskador var som störst. Järnvägen höjdes en halv meter extra för att undvika konsekvenser av översvämningar (såsom skador på elektriska system) (SMHI, 2018).

Kostnader: Kostnaden för hela projektet var 13,6 miljarder kronor, vilket finansierades av Trafikverket. Över en miljard kronor lades på geotekniska åtgärder för att begränsa sättningar och minska risken för översvämningar. SMHI, 2018) Kostnaden för att höja järnvägen en halv meter extra (det som direkt kan kopplas till klimatförändringen) beräknades till 50–60 miljoner kronor (SMHI, 2018).



² Kallas även biofilter, regnbäddar, eller rain gardens.

³ Se exempel på SMHIs hemsida: <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning> (hämtad 2024-06-18).

Stormar med nedfallna träd skapar faror och kan leda till ökade underhållskrav vid omledning av trafik – trädsäkring minskar risken

Stormar och förändrade mönster i grundvattennivåer och markfuktighet kan leda till att träd faller över vägar och järnvägsspår vilket blockerar dessa och skapar faror för trafikanter. Nedfallna träd kan också kräva omledning av trafik och medföra ökade underhållskrav på andra sträckor.

Erfarenheter efter exempelvis stormen Gudrun 2005 visade på nödvändigheten att fälla träd i närheten av vägar och järnvägsspår för att minska risken att träd faller över spår eller kontaktledningar. Enligt Trafikverket inträffar det årligen över 200 händelser med fallande träd över vägar. Det genomsnittliga totalstoppet per händelse är cirka 1,5–2 timmar (Trafikverket, 2019).

Trafikverket röjer och avverkar kontinuerligt träd utmed järnvägen och skapar så kallade skötselgator. Dessa sträcker sig från spårets mitt och 20 meter ut på vardera sidan. Allra närmast järnvägen ägs marken av Trafikverket. För området utanför detta, som ägs av andra markägare, ansöker Trafikverket om servitut hos Lantmäteriet. Dessa servitut gäller då både för skötselgatorna närmast spåret och kantzonen utanför skötselgatorna (Trafikverket, 2023a).

Röjningen bidrar inte bara till att minska risken från fallande träd utan är även en viktig underhållsåtgärd för att bevara en tillförlitlig spåranläggning med bättre dränering, mindre spårhalka, ökad säkerhet genom bättre sikt och därmed också minskad viltpåkörning.

Till följd av stormen Gudrun beslutades 2006 att minst 450 mil strategiskt viktig järnväg skulle trädsäkras. Fram tills 2019 hade Trafikverket trädsäkrat över 500 mil järnväg. Trafikverket trädsäkrar även i samband med att de rustar upp eller bygger nya banor.

Idag trädsäkras cirka 15 mil järnväg per år⁴. Trafikverket använder sig av tre kriterier när de prioriterar vilka järnvägssträckor som ska trädsäkras (Trafikverket, 2023a):

1. Hur många så kallade trädfel en bana haft inom de senaste åren (träd som på något sätt stört trafiken).
2. Hur viktig en bana är för transportsystemet. Banan kan utgöra en viktig nod för resande eller så går det mycket person- och godstrafik längs den.
3. Eventuella planerade upprustningar av banan inom de kommande åren, såsom byte av kontaktledningar, där arbetet kan underlättas av nyligen genomförda åtgärder för trädsäkring.

⁴ Se karta över trädsäkring 2022–2024: https://www.trafikverket.se/contentassets/66cd8f6906044e-3ca5a250a971ffca81/tradsakring_jvg_20232.pdf

Ras och skred påverkar särskilt vägar och järnvägar nära sluttningar eller kustremsor

Ras och skred⁵ är exempel på snabba massrörelser i jord eller berg som kan orsaka stora skador på järnvägs- och vägnätet (Klimatanpassning.se, 2023). Andra begrepp som ofta används kopplat till ras och skred är slamströmmar och moränskred. Morän är en specifik jordart som bildats av material som transporterats, blandats eller avlagrats av glaciär eller inlandsis. Morän täcker cirka 75 procent av Sveriges yta och är därmed den vanligaste jordarten i landet (SGU, 2020). Slamströmmar är en flytande massa av vatten och jord som rör sig nedför en bäckravin eller en brant sluttning. De uppstår i samband med intensiva nederbördstillfällen och är vanliga i fjällen men förekommer även i övriga landet (SGI, 2018).

Vägar och järnvägar som ligger nära berg och sluttningar är särskilt utsatta för ras och skred, drivna av förändringar i nederbördsmönster och markfuktighet. Dessa fenomen påverkar användbarheten av transportvägar och kan leda till både direkta olyckor och indirekta effekter genom att trafik måste ledas om och infrastruktur repareras.

Skredet i Småröd 2006 resulterade i betydande skador på både väg- och järnvägsinfrastruktur och hade en omfattande ekonomisk påverkan på samhället. De totala samhällsekonomiska kostnaderna för detta skred har beräknats till cirka 520 miljoner kronor⁶ (Trafikverket, 2019).

För att minska risken för skador förknippade med ras och skred bör ny infrastruktur planeras inom områden med mindre risk för detta. För att minska sårbarheten av befintlig infrastruktur kan släntförstärkande åtgärder anläggas (SMHI, 2016).

Erosion påverkar främst vägar och järnvägar nära kusten eller som ligger i vindexponerade lägen

Erosion innebär att jord och berg nöts bort, oftast av rinnande vatten och vågor men även vind och is kan orsaka erosion. Kust- och vattennära områden är därför särskilt utsatta för erosionsrisk.

Erosion kan bekämpas med både hårda och mjuka erosionsskydd. Hårda erosionsskydd är konstruerade av sten, betong eller liknande material. Mjuka erosionsskydd är i stället gjorda av olika naturmaterial såsom rötter, sand eller levande växter. Erosionsskydd kan dessutom anpassas till naturen, så kallade naturanpassade erosionsskydd. Dessa bidrar till att stärka naturvärden som biologisk mångfald (SGI, 2019; Danielsson, 2016). Boxen nedan innehåller ett exempel på anläggning av naturbaserat erosionsskydd längs Klarälven, Södra Älvsjön.

⁵ I ett ras rör sig de enskilda delarna som sand, grus och stenar fritt i förhållande till varandra under hela förloppet. I ett skred är det en sammanhängande massa av jord eller en större del av en bergsslänt som kommer i rörelse.

⁶ 2006 års penningvärde.

Exempel på faktisk åtgärd

Naturbaserat erosionsskydd längs Klarälven, Södra Älvkullen väg 62, 2021

Klimatrelaterad risk: Vägen utgör riksintresse för vägnätet och är även utpekad för transport av farligt gods. Eftersom marken delvis består av lera medför bristande stabilitet en risk för skred. En åtgärd var brådsakande eftersom sprickbildning hade uppstått i vägytan vilket kan tyda på markrörelser (Trafikverket, 2024).

Åtgärd: En tryckbank med ett naturbaserat erosionsskydd. Jämfört med en lösning som enbart består av sten (en stenskoning) har mervärden i form av flera olika ekosystemtjänster skapats. Exempelvis har släntens övre del förtätats med jordmassor så att vegetation lättare kan etablera sig och kan därmed fungera som passage för såväl klövvilt som för andra djur och för människor. Erosionsskyddet har anlagts med sten av varierande storlek och död ved har tillförts i form av stockar i strandkanten (Trafikverket, 2024).

Valet av åtgärd var ett resultat av de krav som Länsstyrelsen ställde inom ramen för en miljökonsekvensbeskrivning som togs fram – vilket innebar att Trafikverket behövde presentera exempel på skydds- och varsamhetsåtgärder för att ersätta den naturmiljö som planerades att tas i anspråk och som dessutom kunde förbättra miljön jämfört med innan åtgärden. Trafikverket samverkade med SGI som bidrog med kunskap hur ett naturanpassat erosionsskydd kan byggas (Trafikverket, 2024).

Ett varmare klimat kan öka antalet olyckor och leda till förseningar

Extrem värme kan få räls och andra kritiska komponenter att expandera och deformeras vilket stör järnvägstrafiken. Exempelvis utvidgas metaller i kontaktledningsanläggningen vid värme. Linorna kan även utvidgas och hänger då ned längre än normalt. Det ökar risker för att linorna går mot varandra vilket i sin tur ökar risken för kontaktledningsfel. Risken är större om det är varmt samtidigt som det blåser (Trafikverket, 2024a).

På vägar kan värmen göra asfalten mjuk och klibbig (så kallad blödande asfalt) vilket ökar risken för halkolyckor även under torra sommardagar. Ett varmare klimat kan även öka sannolikheten för så kallade solkurvor. En solkurva är en lokal sidoförskjutning av ett järnvägsspår som initieras av solvärmens när spåret inte kan stå emot krafterna som verkar i spårets längdriktning. Solkurvor har varit bidragande faktorer till åtminstone tre urspårningar under perioden 2014–2019 (Trafikverket, 2019).

Trafikverket vidtar kontinuerligt förebyggande åtgärder för att undvika olika risker förknippade med ett varmare väder. Åtgärder för att förhindra solkurvor inkluderar ballastkomplettering⁷, neutralisering⁸ och skarvreglering⁹ (Trafikverket, 2023b). Blödande asfalt åtgärdas ofta reaktivt med sand eller finkornigt stenmaterial. Efter sommaren 2023 har flera åtgärder genomförts för att minska risker med problem orsakade av dåliga isolationsavstånd mellan kontaktledningar. Bland annat har Trafikverket förändrat typritningen för viktavspänningar (Trafikverket, 2024a).

Ökad risk för skogsbränder kan leda till fler förseningar

Ett varmare klimat och torka ökar även risken för vegetationsbränder vilket kan kräva att vägar används som brandskyddszoner eller stängs av helt. En mycket stor skogsbrand längs västra stambanan mellan Laxå och Töreboda sommaren 2018 orsakade en merförsening på 475 timmar. Bortsett från denna händelse står skogsbränder och gräsbränder för en genomsnittlig merförsening på cirka 15 respektive 6 merförsenings-timmar per år (Trafikverket, 2019).

Åtgärder som tas för att minska risken för och spridning av skogsbränder under torra perioder inkluderar exempelvis tillgång till vattenvagnar och att bevattna områden för att kunna genomföra spårarbete. Vattenvagnar finns som en nationell resurs för räddningstjänsten för brandbekämpning. År 2024 är vattenvagnarna preliminärt placerade i Vännäs och Boden. Det pågår ett arbete med att anskaffa ytterligare vagnar (Trafikverket, 2024b).

Förändrade vinterförhållanden påverkar underhållsarbetet och framkomligheten

Minskat behov av snöplogning och vägsaltning kan förväntas i landets södra delar medan behoven kan öka i landets norra delar. Detta illustrerar tydligt hur olika delar av landet drabbas olika av olika klimatförändringar: Medeltemperaturen behöver bara öka en grad för att Sydsverige ska få det klimat som nu råder i centrala Tyskland. Detta kan leda till mildare vintrar, vilket minskar behovet av snöplogning och vägsaltning. Nederbörden väntas öka mest i norra och västra Sverige. Detta kan leda till mer snöfall, vilket ökar behovet av snöplogning och vägsaltning (Naturvårdsverket, 2024).

⁷ Ballastkomplettering är en metod inom järnvägsunderhåll där man fyller på eller justerar ballastmaterialet under och kring järnvägsspåren. Ballastmaterialet består vanligtvis av krossat sten eller grus.

⁸ Neutralisering inom järnvägssammanhang hänvisar till en process som involverar justering av järnvägsspårens längd för att minska påkänningar som uppstår på grund av temperaturvariationer. Järnvägsspåren expanderar och drar ihop sig med temperaturförändringar, vilket kan leda till spänningar och potentiella problem som buckling (böjning) eller sprickbildning. Neutralisering används för att säkerställa att järnvägsspåren ligger i en optimal spänningsfri position vid en viss temperatur.

⁹ Skarvreglering är en process inom järnvägsunderhåll som syftar till att justera och stabilisera skarvarna mellan rälssegmenten. Järnvägsspåren är vanligtvis sammanfogade med hjälp av skarvjärn och bultar, och skarvreglering innebär att man säkerställer att dessa skarvar är korrekt justerade för att minimera problem som kan uppstå på grund av temperaturförändringar, slitage eller rörelser i spåret.

Förändringar i antal temperaturväxlingar kring noll grader (så kallade nollgenomgångar) kan leda till ökad förekomst av halt väglag och frostsprängningar vilket i sin tur kan skada vägytan. Användningen av isvägar kan minska och vägar som är beroende av tjäle för stabilitet kan kräva mer underhåll (Trafikverket, 2019).

Trafikverket ansvarar för sju isvägar i Norrbottens och Jämtlands län varav sex ersätter färjeleder vintertid. År 2009 lades isvägen över Hjälmaren ned eftersom issäsongen har blivit för kort. Även på Storsjön har milda vintrar förkortat säsongen för isvägar (Trafikverket, 2019).

Fler och kraftigare åskoväder

Ett varmare klimat kommer även kunna leda till kraftigare åskoväder (MSB, 2022). Blixtnedslag under åskväder utgör en betydande risk för järnvägens infrastruktur, särskilt genom att orsaka signalfel och kontaktledningsfel. Under perioden 2010–2018 resulterade dessa typer av fel i betydande förseningar inom järnvägstrafiken. Signalfel bidrog till 807 förseningstimmar per år medan kontaktledningsfel stod för 68 förseningstimmar årligen. Framtidsutsikterna pekar på att denna problematik kan förvärras då antalet dagar med sannolikhet för åskväder förväntas öka. Prognoser indikerar att antalet åskdagar fram till år 2100 kan öka med 10–15 dagar per år (Trafikverket, 2019).

Trafikverket arbetar intensivt för att minimera störningar orsakade av åskväder. Den känsligaste utrustningen finns på driftplatser, det vill säga platser där tågen kan byta spår. Samtliga driftplatser med datoriserade ställverk har överspänningsskydd eller annat åskskydd. Trafikverket bygger också in detta i alla nya anläggningar (Trafikverket, 2023b).

Översvämningar, ras, skred och erosion prioriteras i anpassningsarbetet

I Trafikverkets operativa arbete med klimatanpassning ligger ett betydande fokus på att hantera konsekvenserna av översvämningar, ras, skred och erosion. Dessa risker representerar direkta hot mot infrastrukturens funktionssäkerhet och är därför prioriterade områden. De är även förenade med mer konkreta och applicerbara klimatanpassningsåtgärder.¹⁰ Exempelvis kan Trafikverket använda historiska data och avancerade geologiska och hydrologiska modeller för att förutsäga var och när dessa händelser är mest sannolika att inträffa vilket underlättar planering och genomförande av förebyggande åtgärder. För att hantera dessa risker finns det en rad etablerade tekniska lösningar och anpassningsstrategier.

Andra klimatrisker orsakade av exempelvis värmeböljor är svårare att anpassa sig till. Detta då de påverkar större områden och är svårare att hantera på ett lokaliserat sätt.

¹⁰ Intervju med representant från Trafikverket (10 april 2024).

3.2 Väg-och järnvägsnätets sårbarhet kopplat till översvämningar, ras, skred och erosion

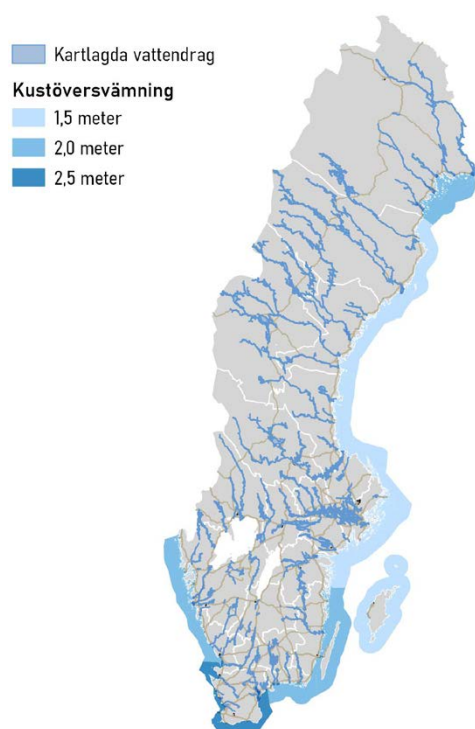
I detta delkapitel analyserar vi hur statliga vägar och järnvägar i Sverige påverkas av olika typer av klimatrisker. Inledningsvis ges en övergripande bild som illustrerar den sammantagna utsattheten i hela landet, följt av mer detaljerade beskrivningar av transportinfrastrukturens känslighet för klimatriskerna översvämning, ras och skred, samt erosion. I varje avsnitt redogörs för hur utsattheten fördelar sig över landet, kombinerat med ett exempel på ett område som konkret illustrerar hur klimatriskerna kan manifesteras sig och vilken påverkan en klimathändelse kan ha på näringslivet. Avslutningsvis beskrivs, med hjälp av tidigare klimathändelser, de ekonomiska konsekvenserna som en klimathändelse kan medföra.

Bred geografisk spridning av olika klimatrisker

Som beskrivs i avsnitt 3.1 utgör kustöversvämningar en betydande risk för infrastruktur och näringsliv, särskilt i södra Sverige och längs östkusten. Stigande havsnivåer och ökade frekvenser av extrema väderhändelser kan leda till översvämning av industriområden, hamnar och bostäder. Detta kan orsaka stora ekonomiska förluster och avbrott i handel och logistik.

Södra Sverige, framförallt Skåne, Blekinge och delar av Halland, är särskilt sårbara. Detta inkluderar viktiga hamnstäder som Malmö, Helsingborg och Halmstad. Göteborgsregionen visar också hög sårbarhet för översvämningar vid stigande havsnivåer, vilket kan påverka infrastruktur och näringsliv kraftigt. Stockholms skärgård och delar av Uppsala län är också identifierade som sårbara, vilket kan påverka både bostadsområden och turistnäringen.

Figur 4. Översvämningskarterade vattendrag och utvalda nivåer för kustöversvämning

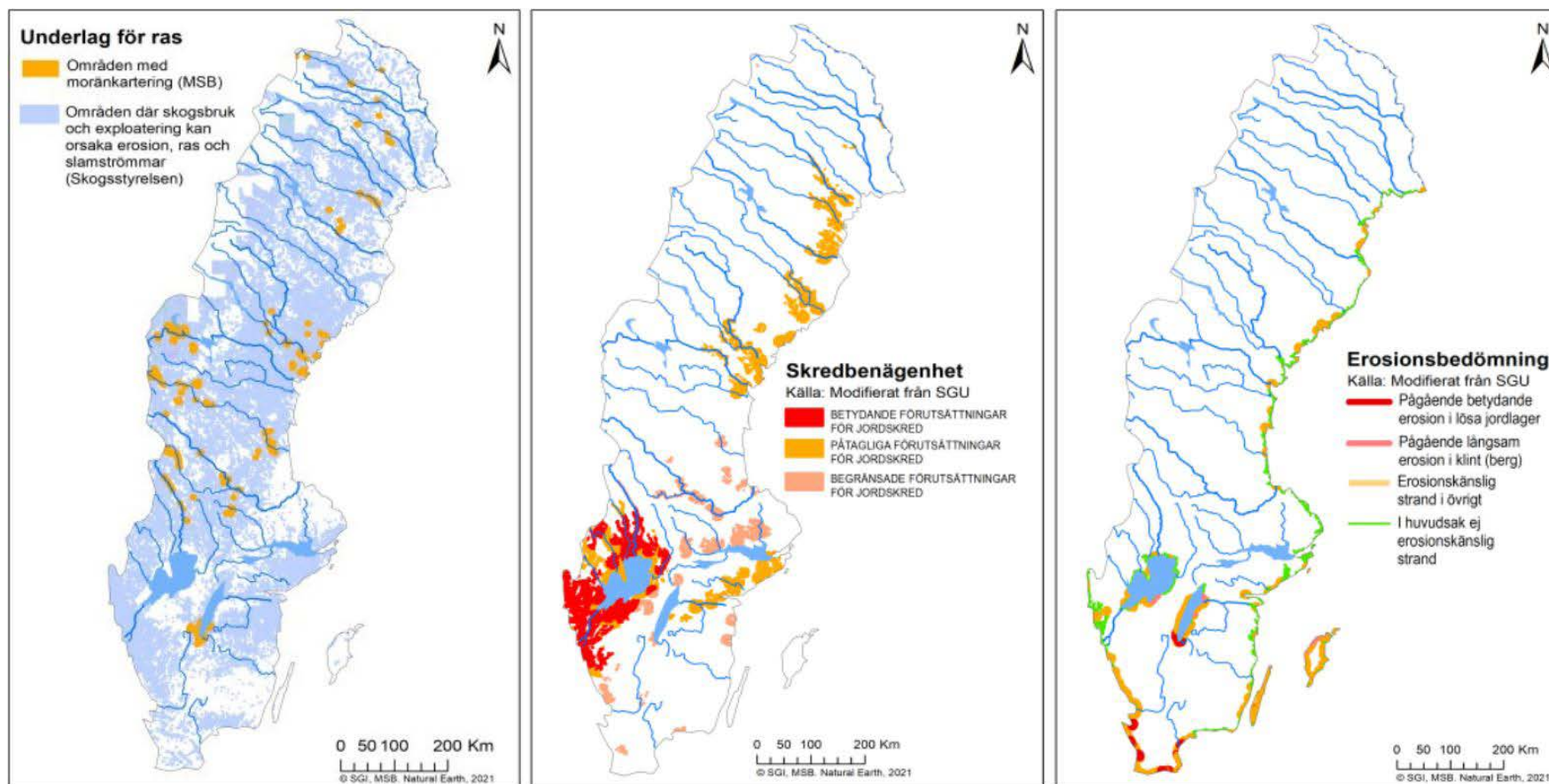


Ras kan leda till allvarliga skador på vägar och järnvägar, och risker finns särskilt i områden med omfattande skogsbruk och exploatering. För näringslivet innebär detta potentiella störningar i transporter, vilket kan leda till förseningar och ökade kostnader för varuförsörjning. Företag som är beroende av just-in-time leveranser, såsom tillverkningsindustrier, kan drabbas hårt. Sårbarheten för ras är särskilt stor i mellersta och södra Norrland där moränmarker dominerar och i områden med intensivt skogsbruk. Detta inkluderar delar av Jämtland och Västernorrland. Områden i Västra Götaland, Dalarna och Jönköping är också utsatta på grund av kombinationen av raskänsliga jordarter som moränmark i kombination med skogsbruk.

Skred kan orsaka omfattande skador på infrastruktur och byggnader. Områden med betydande skredbenägenhet, som Västra Götaland, är därför viktiga att övervaka och klimatanpassa. Näringslivet kan påverkas genom avbrott i transportkedjan och ökade kostnader för reparation och underhåll av skadad infrastruktur. Stora områden kring Göta älv och Vänern är särskilt sårbart, där rödmarkerade områden i den mellersta kartan i Figur 5 bedöms ha betydande förutsättningar för jordskred. I delar av Östergötland samt mellersta Norrlandskusten finns flera områden markerade i orange vilket innebär påtagliga förutsättningar för jordskred. Norr om Mälaren finns områden med begränsade förutsättningar för jordskred.

Erosion kan leda till förlust av mark och skador på infrastruktur som vägar, järnvägar och byggnader nära kusten. För näringslivet, särskilt företag i kustnära områden, innebär detta en risk för anläggningar och transportvägar. Även hamnar, som är avgörande för import och export, kan påverkas negativt av erosion. Skånes kuster samt södra Vätternkusten är särskilt utsatta för betydande erosion i lösa jordlager (markerade i rött i den högra kartan i Figur 5). Det finns också erosionskänslig kust i andra delar av landet, särskild i Halland, Öland och Gotland (orange). För sistnämnda finns också vissa områden med långsam erosion i berg (rosa).

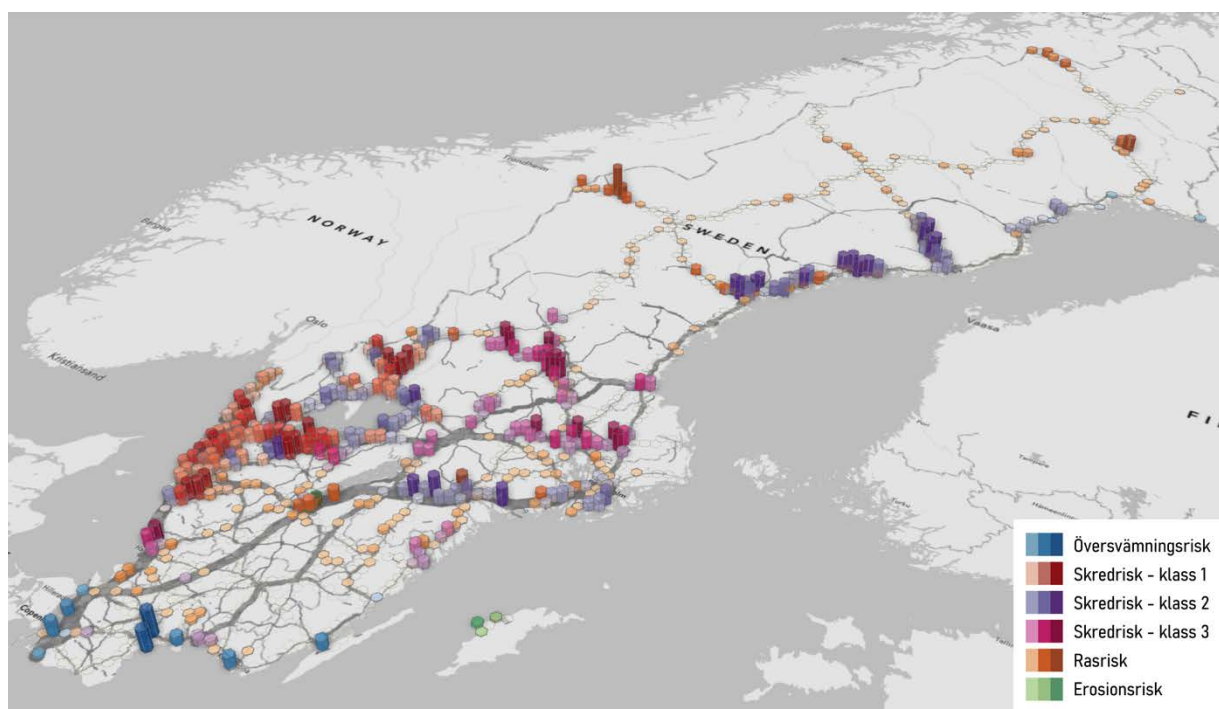
Figur 5. Kartor som visar underlag med förutsättningar för ras (vänster), riksöversikt för riksöversikt för benägenhet för jordskred (mitten) och riksöversikt för stranderosion (höger)



Källa: MSB och SGI:s kartering av nationella riskområden för ras, skred, översvämning och erosion.

Figur 6 visar den geografiska spridningen av olika klimatrisker för transportinfrastrukturen. En hög stapel innebär att en lång sträcka är utsatt för en specifik klimatrisk. Blå staplar är översvämningsrisk. Röd är skredrisk klass 1, lila skredrisk klass 2, och rosa skredrisk klass 3. Gula staplar är rasrisk, och gröna erosion. Staplarnas storlek baseras på andelen av infrastrukturen inom området som överlappar med kartlagda klimatrisker.

Figur 6. Den geografiska spridningen av olika klimatrisker för transportinfrastrukturen



Sveriges väg- och järnvägsnät är avgörande för näringslivet

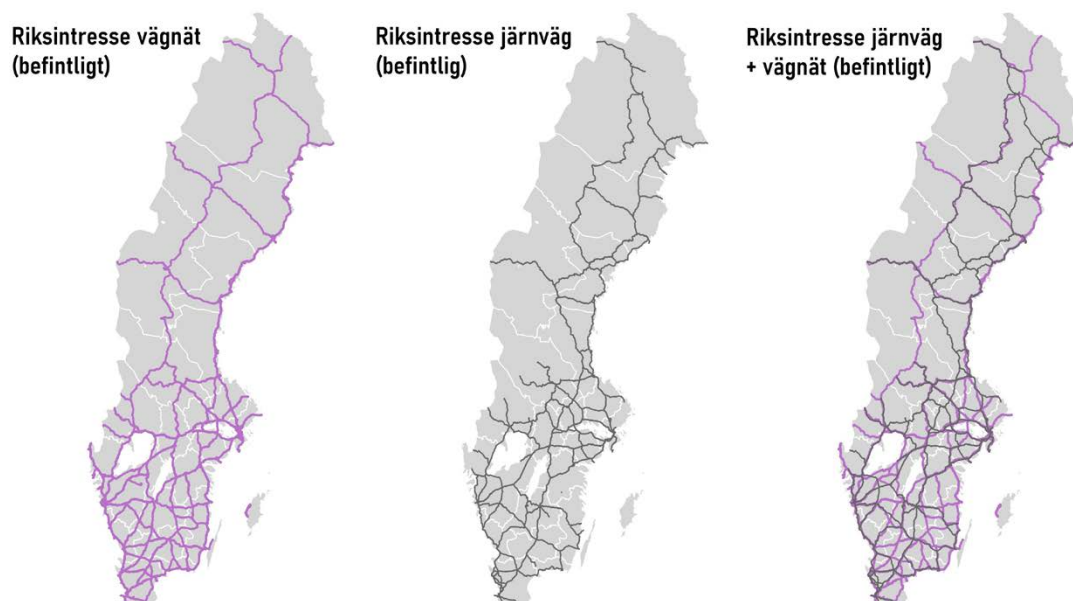
Sveriges näringsliv är starkt beroende av fungerande statliga vägar och järnvägar. En tillförlitlig infrastruktur är avgörande för Sveriges ekonomi och internationella handel. En lång kustlinje och ett skogbeväxt inland, gör att transportinfrastrukturen spelar en central roll i att binda samman industrier och hamnar samt andra förbindelser till Europa.

Hamnarna är viktiga nav för import och export. Industrier som skogsbruk, gruvdrift och tillverkningsindustri är ofta placerade i de norra och centrala delarna av landet, långt från kustens hamnar. Fungerande vägar och järnvägar är därför kritiska för att säkerställa effektiv transport av varor inom landet och vidare till utländska marknader vilket upprätthåller Sveriges konkurrenskraft på den globala arenan.

Kartorna i Figur 7 ger en bild av Sveriges järnvägsinfrastruktur och dess betydelse för olika ändamål. Den första kartan visar Trafikverkets riksintressen för väg- och järnvägsnätet. Den tydliggör hur dessa nätverk sammanflätas för att skapa en robust infrastruktur som stödjer nationella och internationella transporter. Järnvägar (markerade i svart) och vägstråk (markerade i rosa) utgör grunden för Sveriges transportinfrastruktur.

Trafikverket arbetar med att identifiera och peka ut riksintressen genom att bedöma vilka anläggningar och områden som är kritiska för landets transportnät. Detta inkluderar att upprätthålla nationellt och internationellt viktiga strukturer, säkerställa en effektiv transportförsörjning och minimera konflikter med andra markanvändningsintressen (Trafikverket, 2020).

Figur 7. Kartorna illustrerar de delar av Sveriges befintliga vägnät och järnvägsnät som är utpekade som riksintresse för transport och kommunikation

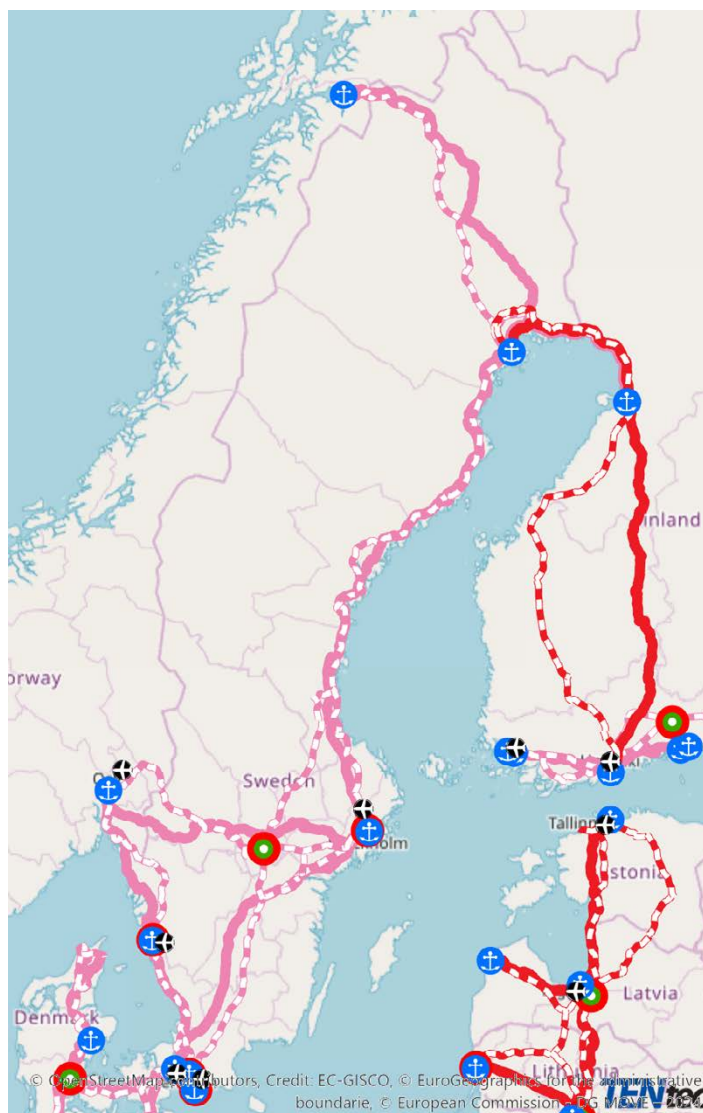


Det finns olika klassningar och attribut för både väg- och järnvägsstråk som indikerar deras betydelse för både person- och godstransporter. Vissa järnvägsstråk är utpekade som viktiga för näringslivet vilket innebär att de spelar en avgörande roll för transport av varor och råmaterial till och från olika industriområden och produktionscentra.

TEN-T-nätverket (Trans-European Transport Network) är ett EU-initiativ som pekar ut viktiga stråk för näringslivstransporter i Europa, både befintliga och planerade, för att skapa samsyn och styra investeringar.

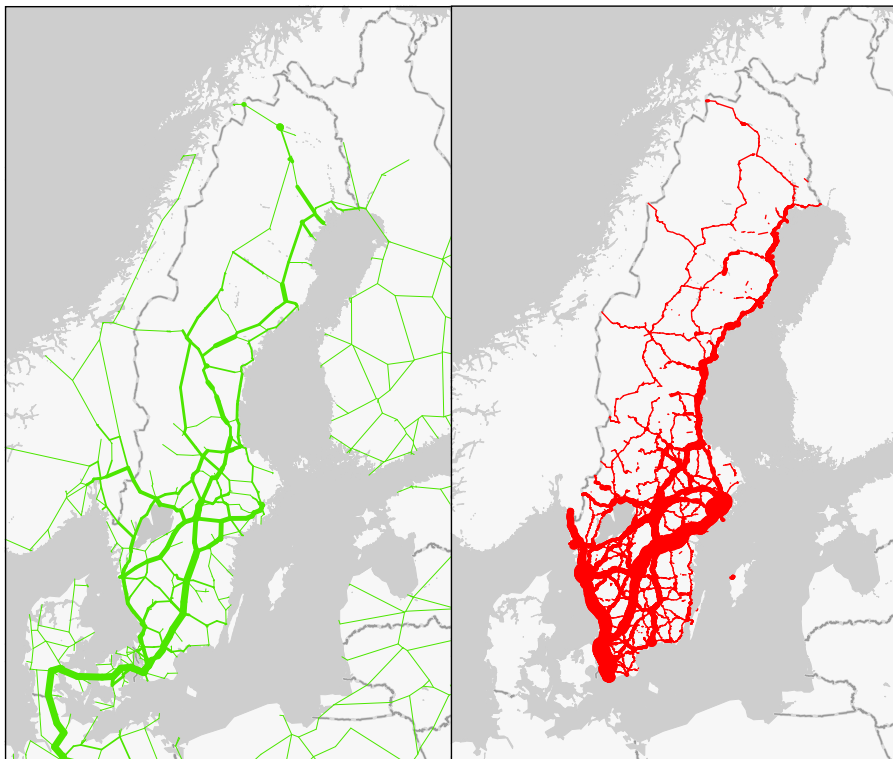
För att säkerställa robusta och pålitliga transportvägar arbetar EU aktivt med att skydda kritisk infrastruktur mot klimatrelaterade risker som översvämningar, ras och skred. Detta inkluderar investeringar i klimatanpassningsåtgärder som förstärkning av broar, vägar och järnvägar samt utveckling av avancerade varningssystem och beredskapsplaner. Genom att bygga motståndskraftiga transportnätverk minskar risken för störningar i logistikkedjor.

I Sverige ingår väg E4, E6, E10 och E18 i TEN-T-nätverket, tillsammans med järnvägsförbindelserna mellan Malmö, Oslo och Stockholm samt vidare norrut förbi Umeå, Luleå till hamnen i norska Narvik. Vissa stråk har uppgraderingsbehov, medan järnvägen mellan Umeå och Luleå är under planering.

Figur 8. Kartan visar TEN-T-nätverket i Sverige

För att vikta stråk och identifiera särskilt viktiga sträckor för näringslivet har vi också tittat på prognosticerade godsflöden i Trafikverkets Samgodsmodell, ett avancerat simuleringsverktyg som används för att analysera och planera godstransporter i Sverige. Modellen kombinerar data om transportflöden, infrastruktur och kostnader för att ge en detaljerad bild av hur gods transporteras med vägtransport, tågtransport, samt sjöfart och flyg. Syftet med Samgodsmodellen är att stödja beslutsfattande inom transportplanering och politik, genom att ge insikter i hur olika förändringar, som infrastrukturinvesteringar eller politiska åtgärder, påverkar godstransporternas effektivitet, kostnader och miljöpåverkan.

Figur 9. Stråk som ingår i samgodsmodellen, med järnväg till vänster (grönt) och vägnät till höger (rött). Linjernas tjocklek är viktad efter uppskattade framtida godsflöden



Genom att jämföra utpekade riskområden från överlagersanalysen med uppskattade framtida godsflöden i Samgodsmodellen har vi kunnat välja ut sträckor för en mer detaljerad beskrivning där klimathändelser förväntas kunna ha en stor negativ påverkan på näringslivets transporter. Vi kallar dessa för kritisk infrastruktur och en kortfattad definition är: stråk utsatta för klimatrisker som också är viktiga för näringslivet.

Nio identifierade områden med kritisk transportinfrastruktur

I överlagersanalysen ingår både vägnät och järnvägsnät av riksintresse, men vi har valt att dela upp analyserna på trafikslag för att kunna illustrera skillnader, exempelvis när det gäller möjlighet till trafikomledning vid avbrott.

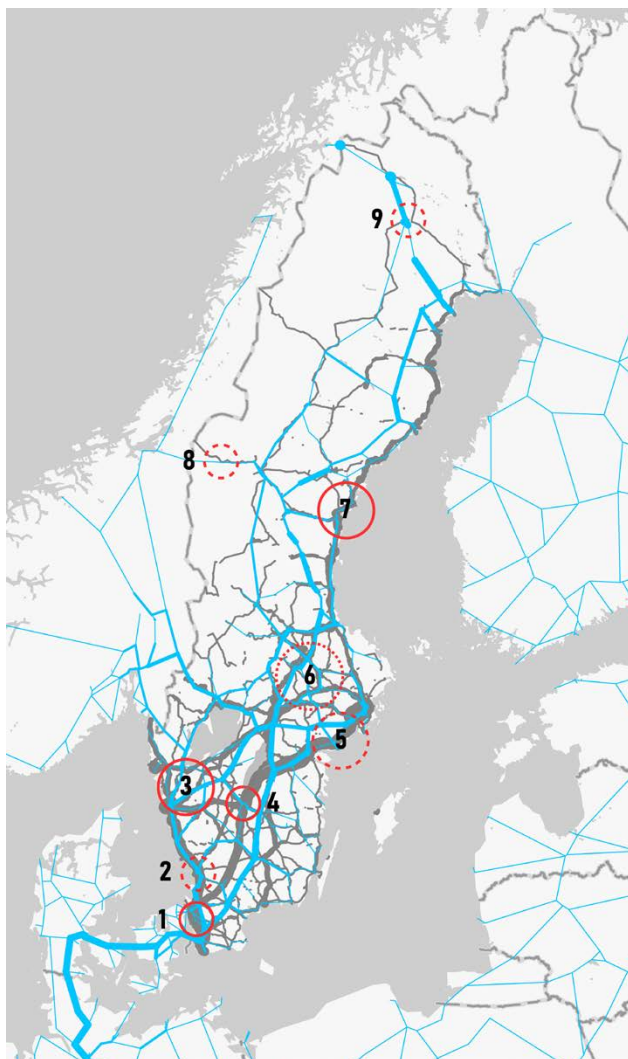
För att analysera risken för en klimathändelse längs väg- och järnvägsinfrastruktur används följande stegvisa metod (se också Bilaga 2):

1. **Punkter längs segment:** Punkter placeras längs väg- och järnvägssegment med 100 meters mellanrum. För översvämningsrisk segmenteras broar och tunnlar bort. Varje punkt representerar alltså 100 löpmeter väg eller järnväg som påverkas och kan behöva klimatsäkras.
2. **Identifiering av överlappande punkter:** Punkter som överlappar med identifierade riskområden (t.ex. områden med hög översvämningsrisk) identifieras. För varje riskkategori (ras, skred, översvämning och erosion) tas intensitetskartor fram som visar geografiska koncentrationer av utsatta väg- och järnvägssträckor.

3. **Definiera rutnät:** Ett rutnät av hexagoner skapas över kartan. Varje hexagon är 10 000 meter i diameter.
4. **Riskenivåberäkning:** Alla punkter inom en hexagon räknas. Detta ger en indikation på risknivån i området genom antalet längdmeter väg eller järnväg inom hexagonen som påverkas av översvämning. I tillägg beräknas andelen transportinfrastruktur som påverkas inom varje ruta, för att också lyfta fram delar utanför tätbebyggda områden som inte har lika många löpmeter väg och järnväg.

Resultatet av övningen sammanfattas i Figur 10. Den illustrerar områden i Sverige som är särskilt utsatta för olika typer av klimatrisker, inklusive översvämningar, ras, och skred och hur dessa påverkar den kritiska transportinfrastrukturen, såsom vägar och järnvägar.

Figur 10. Sammanfattning av kritisk transportinfrastruktur, särskilt utsatt för olika typer av klimatrisk



1. **Skåne:** Skåne är utsatt för olika typer av risker och två områden är av särskilt intresse. I Helsingborgstrakten finns överlappning mellan översvämningsrisk och järnvägsanslutningar till hamnen som kan leda till störningar för godstrafiken. I trakten kring Kristianstad finns överlappning mellan översvämningsrisk från älvar och stigande havsnivåer och vägnät av riksintresse.
2. **Hallandskusten:** Detta område är utsatt för ras och skred vilket påverkar både vägar och järnvägar. Hallandskusten är en viktig transportkorridor för både nationell och internationell trafik.
3. **Västkusten-Göta älvdalen:** Detta område är särskilt utsatt för såväl översvämningsrisk som skredrisk. Göta älvdalen är ett kritiskt transportstråk där störningar kan ha stora konsekvenser för både person- och godstransporter. Ett exempel på en järnvägssträcka som är utsatt för översvämningsrisk i det här området beskrivs nedan.
4. **Södra Vätternområdet:** Detta område är utsatt för erosionsrisk, särskilt väginfrastrukturen. Även om erosion också förekommer på Gotland och kring Ystad är påverkan på näringslivets transporter där mindre betydande. Erosionsrisken i södra Vätternområdet kan dock påverka viktiga vägförbindelser. Ett exempel på en vägsträcka som är utsatt för erosionsrisk i det här området beskrivs nedan.
5. **Östgöta-Sörmlandsområdet:** Detta område bör lyftas fram på grund av dess betydelse för godstransport på väg. Vägnätet här är kritiskt för transport av varor mellan södra och norra Sverige och klimatrisker som påverkar denna region kan ha betydande ekonomiska effekter.
6. **Mälardalen-Stockholm:** Detta är ett annat riskområde på östkusten men med mer begränsad påverkan på godstransporter jämfört med Östgöta-Sörmlandsområdet. Trots detta är det viktigt att övervaka och hantera riskerna i detta tätbefolkade område för att minimera störningar.
7. **Mellersta Norrlandskusten:** Denna region är särskilt utsatt för skredrisk som påverkar järnvägsnätet. Skred i detta område kan leda till stora störningar i järnvägstrafiken, vilket är kritiskt för transport av gods till och från norra Sverige. Ett exempel på en järnvägssträcka som är utsatt för ras- och skredrisk i det här området beskrivs nedan.
8. **Jämtlandsfjällen:** Detta område har utpekade områden med rasrisk som kan påverka både vägar och järnvägar.
9. **Gällivaretrakten:** Här finns en viss översvämningsrisk för järnvägen, särskilt Malmbanan. Även om påverkan är begränsad i analysen kan översvämnningar i detta område få stora konsekvenser genom att stoppa godstransporter på järnväg vilket påverkar gruvindustrin kraftigt.

I följande avsnitt analyserar vi tre av dessa områden närmare. I urvalsprocessen har vi försökt att fånga upp områden som påverkas av olika klimatrisker, och att beskriva sårbarheter både för väginfrastruktur och järnväg. För att också behålla ett fokus på kritiska stråk för näringslivets transporter valdes sträckorna genom att överlagra riskkartorna med flödeskartorna för gods (Samgodsmodellen). Detta innebär vi till exempel för järnvägen längs mellersta Norrlandskusten valde sträckan Vännäs-Vindeln som är viktig för godstransporter över sträckan Härnösand-Kramfors som utsätts för liknande risker men inte transporterar lika mycket gods.

Översvämning hotar transportinfrastruktur i hela landet

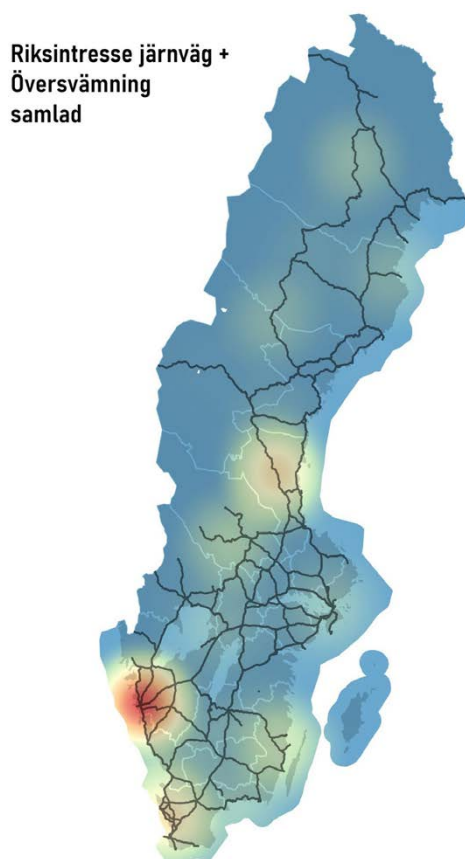
I detta avsnitt analyseras översvämningsrisker för statliga vägar och järnvägar som är särskilt viktiga för näringslivet. För att konkretisera risken presenteras ett exempel från järnvägen Norge/Vänerbanan norr om Göteborg samt ett exempel på en översvämningsåtgärd i Arvika som SMHI anser vara lönsam.

Den kritiska infrastrukturen är relativt spridd över landet

Kartorna nedan visar områdena i Sverige där översvämningsrisker sammanfaller med för näringslivet viktig väg- och järnvägsinfrastruktur. Områden med hög sårbarhet är markerade med varma färger som rött och orange vilket indikerar en större risknivå.

Figur 11 visar områden där järnvägar av riksintresse är särskilt utsatta för översvämningsrisker.

Figur 11. Riksintresse järnväg samt bedömning av översvämningsrisk



Risken för översvämningar som påverkar viktiga järnvägsstråk är relativt utspridd över landet, vilket skapar stora sårbarheter i järnvägssystemet. En översvämning på en plats kan ha betydande földeffekter i andra delar av landet. Detta beror på järnvägens nätverkskaraktär där störningar i en del av systemet kan påverka hela transportkedjan. Ett exempel på järnvägar som är särskilt relevanta utifrån det här perspektivet är hamn-anlutningar.

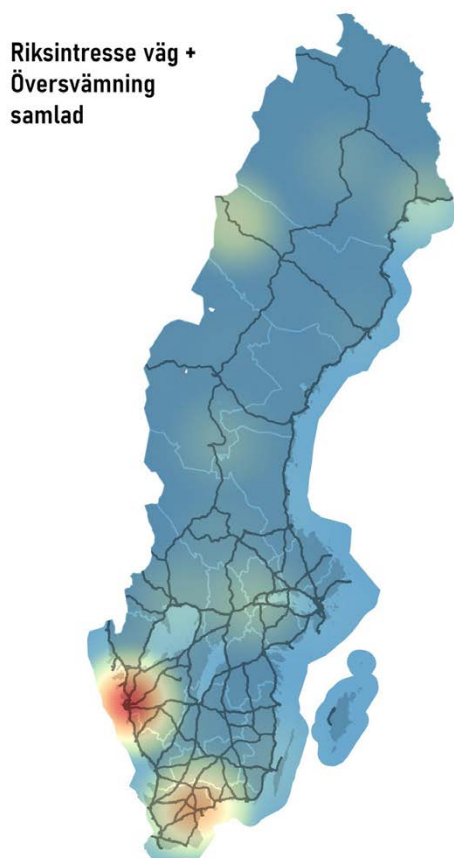
Områden runt Västra Götaland och Skåne visar hög sårbarhet för översvämningsrisker. Dessa regioner är kritiska för transport av både gods och passagerare. Järnvägsstråk som förbinder industristäder över hela landet med viktiga hamnar och vägar ut i Europa och världen kan påverkas, vilket skulle leda till störningar i logistikkedjorna.

Kusten i södra Norrland är också utsatt för översvämningsrisker. Järnvägen som går längs Norrlandskusten är en viktig del av det nationella järnvägsnätet, som förbinder norra och södra Sverige. En översvämning i detta område kan skapa stora störningar i tågtrafiken, vilket påverkar gods- och passagerartransporter.

Nyindustrialiseringen i norra Sverige kräver effektiva transportstråk för transport av produkter till marknader söderut. Den ekonomiska tillväxten i norr gör järnvägen längs Norrlandskusten ännu mer betydelsefull, då den fungerar som en kritisk länk för export. Förseningar och avbrott i järnvägstransporterna på grund av översvämningsrisker kan därför få betydande ekonomiska konsekvenser, både lokalt och nationellt.

Figur 12 visar områden där vägar av riksintresse är särskilt utsatta för översvämningsrisker.

Figur 12. Riksintresse väg samt bedömning av översvämningsrisk



Västra Götaland och Skåne är igen markerade som sårbara områden. Dessa regioner har ett omfattande vägnät som är kritiskt för transport av varor till och från hamnar, industrier och städer. Det finns flera viktiga godsstråk som passerar genom tätbefolkade områden, och klimathändelser kan ha stor påverkan här, på såväl regional, nationell, och lokal nivå. Samtidigt finns det också flera möjliga vägar för omledning, och ett stort fokus på klimatanpassningsåtgärder. Översvämningar kan leda till vägavstängningar och förseningar, vilket kan påverka leveranskedjorna och öka transportkostnaderna. Malmö och Göteborg visar också hög sårbarhet. Vägar som förbinder dessa städer med resten av Sverige och Europa kan påverkas, vilket skulle ha en betydande inverkan på handel och industriell verksamhet i hela landet.

Risk för översvämning på Norge/Vänerbanan norr om Göteborg

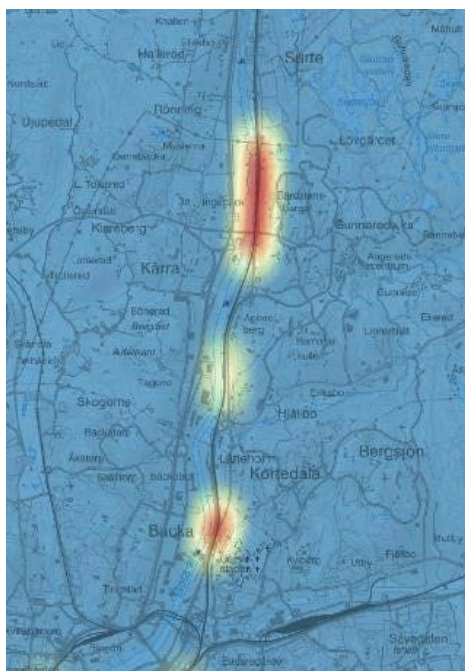
Göteborgsområdet och Götaälvdalen är, som beskrivs ovan, ett område som dels är utsatt för klimatriskerna översvämning och ras och skred, dels ett område med många för näringslivet viktiga transportstråk. Göteborgs hamn är central i områdets logistik och av stor betydelse för hela landets och resten av Skandinaviens näringsliv.

Ungefär en mil norr om Göteborg ligger en fem kilometer lång sträcka av Norge/Vänerbanan som är särskilt utsatt för översvämning av Göta Älv, se Figur 13. 80 procent av sträckan riskerar att bli översvämmad vid ett vattenflöde i älven på 1200 m³/s. Det motsvarar översvämningarna som skedde år 2000 (MSB, 2013).

En avstängning av järnvägen skulle medföra att tågtrafiken mellan Göteborgs hamn, Oslo och andra orter längs Norge/Vänerbanan med Nordlänken, skulle behöva omledas. Som nämns ovan finns dock andra tågbanor och vägar som sannolikt kan användas vid omledning. Ett alternativ kan vara att tågen leds först via den enkelspåriga Bohusbanan till Uddevalla, för att därefter fortsätta via den enkelspåriga Älvsborgsbanan till Vänersborg. Ett annat alternativ kan vara att de leds först via Västra Stambanan till Herrljunga, för att därefter fortsätta via Älvsborgsbanan till Vänersborg.¹¹ Ett tredje alternativ är att godset omlastas för vägtransport (Trafikverket och Lantmäteriet, 2023). Omvägar genom mindre kapacitetsstarka och enkelspåriga banor leder till förseningar och ökade transportkostnader, vilket påverkar både effektiviteten och tillförlitligheten i godstransporterna.

¹¹ Förbehållet att alternativa banor inte också är drabbade av översvämning.

Figur 13. Norge/Vänerbanan norr om Göteborg är utsatt för översvämningsrisk längs med Göta Älv



Kostnader som uppstår drabbar en stor bredd av aktörer

I samband med en översvämning uppstår kostnader som drabbar olika aktörer i samhället. Relaterat till skador på transportinfrastruktur och störningar i trafiken drabbas näringslivet på flera sätt. Exempelvis genom förseningar och kostnader relaterade till dessa som kostnader för produktionsstopp, inkomstbortfall och administration. Kostnader för försening av gods på tåg uppskattas av Trafikverket till 5,36 kronor per tontimme¹² (Trafikverket, 2023c).

Utöver näringslivet som nyttjar transportsträckan drabbas även andra av kostnader i samband med en översvämning. Direkta kostnader är exempelvis skador på egendom som byggnader och fordon, skador på infrastruktur, räddnings- och evakueringskostnader samt kostnader för vattenborttagning och sanering. Indirekta kostnader är exempelvis hälsokostnader, försäkringspremier och kostnader för negativ miljöpåverkan.

Ett exempel på en klimatanpassningsåtgärd för den situation som beskrivs ovan är att bygga en skyddsvall. Även om det är en stor investering som innebär kostnader under såväl konstruktion som drift omfattar nyttan av åtgärden minst alla undvikna skador under åtgärdens livstid. Nedan ges ett exempel från Arvika som investerade i ett översvämningskydd för att skydda staden från översvämnningar.

¹² Detta värde är det genomsnittliga statiska förseningstidsvärdet för gods på tåg under kalkylperioden (2035) uttryckt i 2019 års penningvärde. Förseningstidsvärdet baseras på godstidsvärdet och innefattar värdet för både avsändaren och mottagaren (och därmed indirekt hela varukedjan). För att med hjälp av denna uppgift uppskatta det totala förseningstidsvärdet som uppstår på grund av en störning behöver vi veta mängden gods som påverkas samt skillnaden i tid mellan den planerade ankomsttiden och den faktiska ankomsttiden.

Arvika investerade i ett översvämningsskydd

Som nämns i kapitel 1 har studier visat att det ofta lönar sig att investera i klimatanpassningsåtgärder eftersom de samlade undvikna skadekostnaderna över tid överstiger den investering och de löpande kostnader som åtgärden innebär. Ett exempel på en klimatanpassningsåtgärd som SMHI bedömer har lönat sig är ett översvämningsskydd i Arvika (SMHI, 2018b).

Arvika är ett område som är särskilt påverkat av ökad nederbörd och högre vattennivåer. År 2000 drabbades Arvika av en kraftig översvämning när vattnet steg med över tre meter. Kostnaderna för översvämningen uppskattades till drygt 300 miljoner kronor. För att skydda tätorten uppförde kommunen ett översvämningsskydd i sundet mellan Kyrkviken och Glasfjorden, se Figur 14. Projektet omfattade två spärrdammar och en huvuddamm. Översvämningsskyddet stod klart 2020 och aktiverades första gången redan samma år.

Figur 14. Översvämningsskyddet mellan Kyrkviken och Glasfjorden i Arvika



Källa: Google Earth

Den östra spärrdammen färdigställdes 2015 och är 200 meter lång och 2,5 meter hög och den västra spärrdammen färdigställdes 2016 och är 350 meter lång och tre meter hög. Spärrdamrnas krönnivå är anpassade för att klara av ett värsta scenario.

Huvuddammen färdigställdes 2020 och är en slät betongkonstruktion tvärs över sundet med en fris av granit. Konstruktionens krön är 48 meter över havet och det är möjligt att bygga till ytterligare 2,5 meter. Det skulle motsvara ett ”värsta översvämningsscenario” (Arvika kommun, 2024).

Investeringens slutkostnad är inte bekräftad men i april 2024 uppgår kostnaderna till 260 miljoner kronor varav 137 miljoner kronor finansierats av statsbidrag från MSB. Att aktivera översvämningsskyddet i dess nuvarande form kostar omkring 350 000 kronor och driftskostnaden är 70 000 kronor per vecka (Arvika kommun, 2024b).

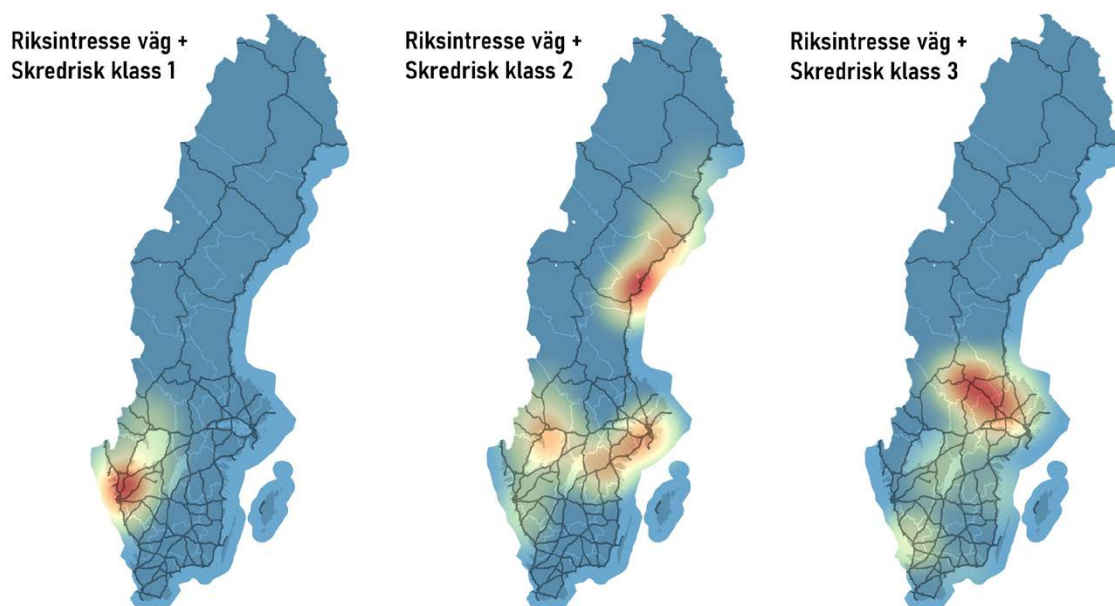
Risken för ras och skred är utbredd över hela landet

I detta delkapitel analyserar vi vilka områden i Sverige som har särskilda förutsättningar för ras och skred samt vilka vägar och järnvägar som är särskilt sårbara.

Vägar längs norrlandskusten och vid Värnen och Vättern ligger i riskzonen för ras och skred

Kartorna i Figur 15 nedan baseras på data från MSB och SGI:s kartläggning av nationella riskområden för skred. De visar vägar av riksintresse som ligger i tre olika riskzoner: betydande (klass 1), påtaglig (klass 2) och viss benägenhet (klass 3) för jordskred. Röd-gula nyanser i kartan indikerar en stor grad av överlappning mellan utpekade riskområden och väginfrastruktur av riksintresse. Västkusten, särskilt Götaälvdalen, har ett stort antal områden i riskklass 1, vilket innebär en betydande benägenhet för jordskred och flera av dessa områden överlappar med bland annat E45 och E6.

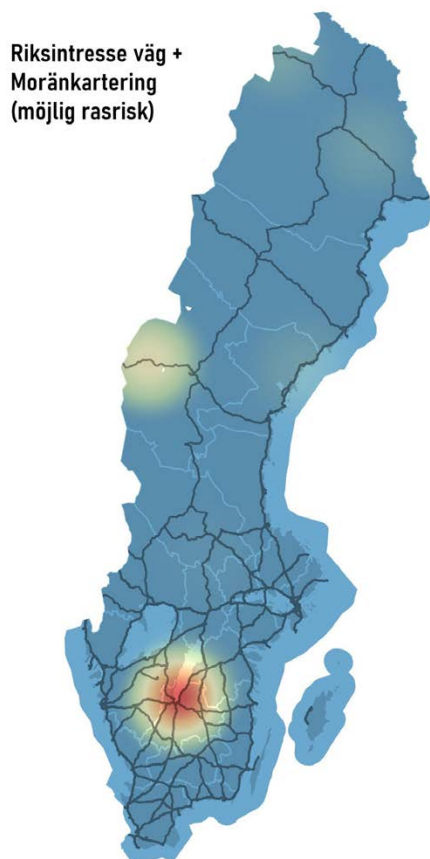
Figur 15. Riksintresse av väg samt bedömning av risk för skred



Delar av Norrlandskusten, särskilt E4 norr om Västernorrland, E4 och E20 kring Stockholms/Västgöta-regionen samt E20 och E45 kring Vänern och Vättern ligger i riskzon 2. I riskzon 3 ligger flera vägar i Region Uppsala och Dalarna, bland annat E16.

Figur 16 visar områden där det finns förutsättningar för att ras och slamströmmar kan inträffa kopplat till jordarten morän och andra grova jordar. Kartunderlaget baseras på "Översiktlig stabilitetskartering i morän och grova jordar" (SGI och MSB, 2021). Kartunderlaget täcker kommuner där det finns risk för ras och slamströmmar men det är inte heltäckande nationellt. Dessutom är det begränsat till att endast omfatta utvalda bebyggda områden. Kartan visar att Jämtlandsregionen kring väg E14 mot Norge är särskilt sårbar för ras. Även E4 och väg 40 i Region Jönköping har förutsättningar för ras och slamströmmar.

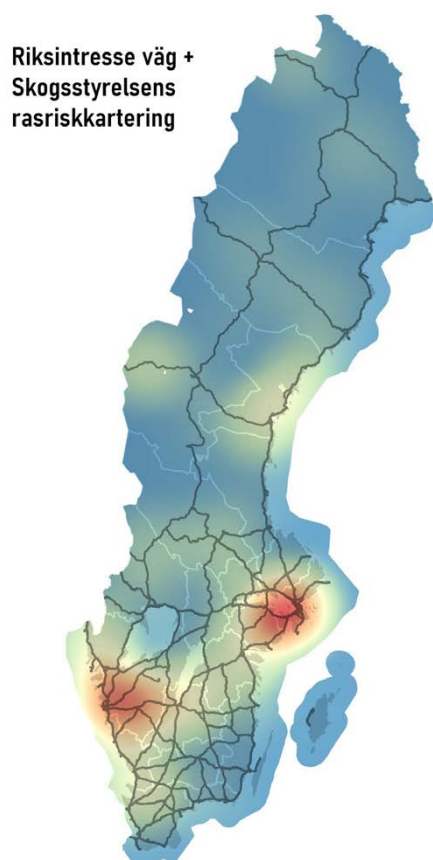
Figur 16. Riksintresse väg samt moränkartering



Figur 17 baseras på Skogsstyrelsens rasriskkartering. Till skillnad från karteringen ovan inkluderar denna kartering samtliga områden i Sverige förutom fjällområden. Kartan visar vilka sluttningar som har förutsättningar att erodera eller rasa och i vilka bäckar som slamströmmar kan uppkomma.¹³

Kartan visar att områden med särskilda förutsättningar för ras och slamströmmar ligger i mellersta och södra Sverige. Speciellt områden kring Götaälvdalen samt Mälardalen är särskilt sårbara. Jämtlandsfjällen har förutsättningar för ras enligt både moränkarteringen ovan och enligt Skogsstyrelsens kartering.

Figur 17. Riksintresse av väg samt bedömning av rasrisk, baserad på Skogsstyrelsens rasriskkartering

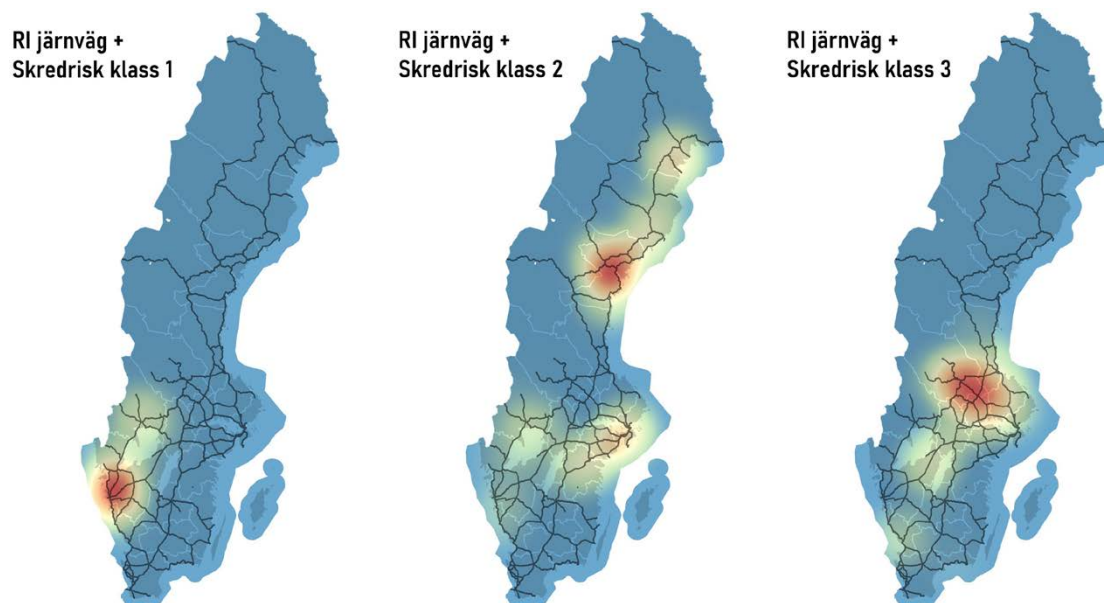


¹³ Produkten bygger på GIS-skikt för jordarter (1:25 000 till 1:250 000), marklutning, slänthöjd och vattendrag, samt ett antal kriterier för bedömningar av dessa skikt. För områden där jordartskartans upplösning är grövre än 1:250 000 ingår inte jordartsinformation i analysen (SGI och MSB, 2021).

Risken för skred kopplat till järnväg liknar den för vägnätet medan rasrisken är mer utbredd

Kartorna i Figur 18 visar järnvägssträckor av riksintresse i kombination med skredrisker i tre klasser (definitionen är densamma som den som beskrivs för vägnätet ovan). Liksom för vägnätet är järnvägsnätet extra sårbart kring Västra Götalandsregionen som har särskilda förutsättningar för skredrisk klass 1. Västra stambanan, Väst kustbanan, Bohusbanan, samt Norge/Vänerbanan med Nordlänken ligger alla inom ett område med särskild risk för skred.

Figur 18. Riksintresse järnväg samt bedömning av risk för skred

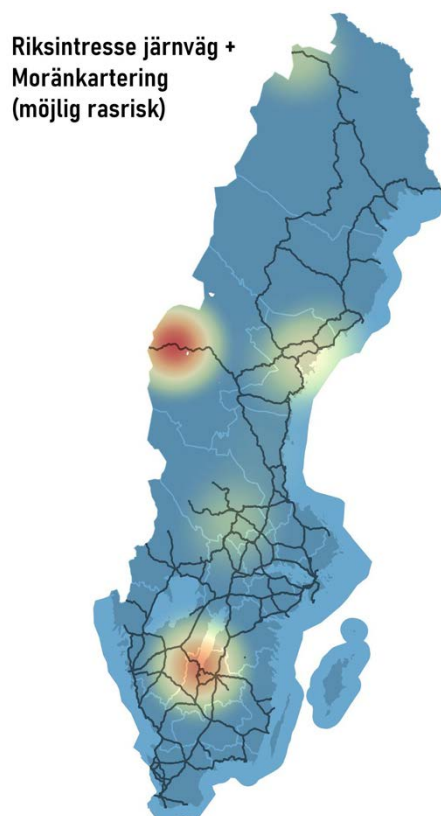


Jämfört med vägnätet framträder skredrisk klass 2 över en större yta längs Norrlands-kusten – där flera järnvägs-sträckor längst med Stambanan i Norrbotten täcks av en gul nyans. Skredrisk klass 3 omfattar områden i både mellersta och södra Sverige – där Uppsala och Dalarna är särskilt sårbara. Exempel på särskilt utsatta banor inkluderar Dalabanan, Godsstråket genom Bergslagen, Bergslagspendeln samt Mälarbanan.

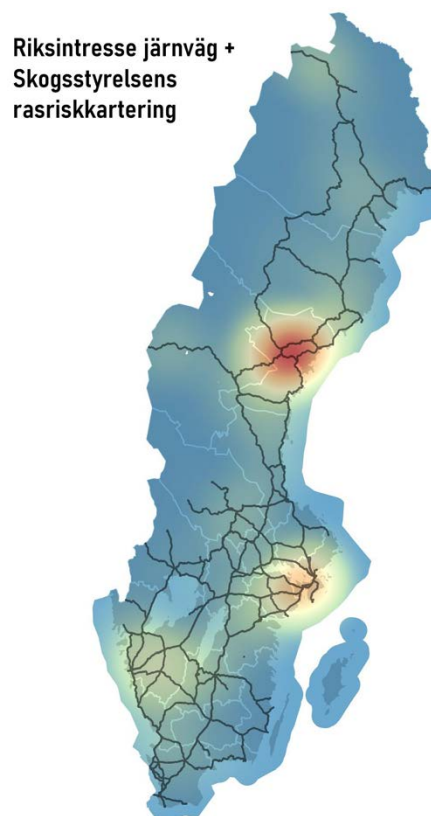
Kartan i Figur 19 visar järnvägsstråk som är särskilt sårbara för ras och slamströmmar. Rasrisken är överlag mer utbredd för järnvägsnätet jämfört med för vägnätet. Kartan visar att det finns sträckor över hela landet som har särskilda förutsättningar för ras och slamströmmar – från Malmбанan i norr till Södra stambanan i söder. Även Mittbanan i Jämtland samt Botniabanen och stambanan genom övre Norrland har särskilda förutsättningar att utsättas för ras och slamströmmar.

Även Skogsstyrelsens rasriskkartering i Figur 20 visar att rasrisken är utbredd över hela Sverige – med särskilda förutsättningar för rasrisk kring mellersta Norrlands-kusten. Här går delar av Norra stambanan, stambanan genom övre Norrland, Mittbanan samt Ådalsbanan.

Figur 19. Riksintresse järnväg samt moränkartering



Figur 20. Riksintresse järnväg samt Skogsstyrelsens rasriskkartering



Stambanan genom övre Norrland går genom områden med förutsättningar för skred

Kartan i Figur 21 visar flera områden i Västerbottens- och Västernorrlands län som har särskilda förutsättningar för skred enligt klass 2. I inlandet går stambanan genom övre Norrland och särskilt järnvägssträckan Vännäs-Vindeln norr om Umeå har stora godsflöden. Här transporteras både gods från och till landets norra delar, samt gods från Umeå hamn. Umeå hamn är en av de största hamnarna i norra Norden med en årlig godsvolym på 2,5 miljoner ton. Ungefär hälften av godset är skogsprodukter. Övrigt gods är olja, foder och projekttransporter, såsom vindkraftkomponenter (Kvarken Ports, 2024).

Figur 21. Ljusa områden indikerar de områden längs Norrlandskusten omkring Umeå där större risk för skred råder



Sker ett skred på sträckan Vännäs-Vindeln kommer godstrafiken att behöva omledas. Idag finns det begränsade omledningsmöjligheter i närområdet då både person- och godstrafik transporteras på denna stäcka (Trafikverket, 2023d). Om omledning via järnväg inte är möjligt kan gods omlastas på lastbilar. Dock skulle detta leda till stora förseningar då ett godståg på stambanan motsvarar ungefär 40 lastbilar (Norrbottniabanan, 2016).

Omledningsmöjligheten kommer förbättras då Trafikverket i dagsläget arbetar med att bygga Norrbottniabanan vilket är en ny järnvägssträcka mellan Luleå och Umeå. Norrbottniabanan är beräknad att vara klar kring slutet av 2030-talet. (Norrbottniabanan, 2023).

Figur 22. Omledningsmöjligheter



De samhällsekonomiska kostnaderna förknippade med ras och skred är ofta stora och utbredda

Att förebygga ras och skred har ett omfattande samhällsekonomiskt värde genom att minska både direkta och indirekta ekonomiska kostnader, sociala och miljömässiga skador, samt försäkringskostnader. Gemensamt för större ras och skred är att samtliga nivåer i samhället drabbas, dvs. enskilda, näringsliv, kommuner, regioner, staten och miljön. Exempelvis genom kostnader för återställning av infrastrukturen. Skred kan också leda till produktionsbortfall för företag och industri om skredet blockerar vägar och järnvägar där gods transporteras. Företag vars transporter är tidskänsliga (såsom vid transport av kylvaror) är extra sårbara.

Eftersom konsekvenserna ofta är allvarliga och utbredda vid större ras och skred är det samhällsekonomiska värdet av att förebygga dessa med hjälp av proaktiva klimatanpassningsåtgärder högt. En samhällsekonomisk analys av skredet vid E6 i Smårod i Bohuslän år 2006 uppskattade de samhällsekonomiska kostnaderna till 520 miljoner kronor. I dagens penningvärde motsvarar det ungefär 760 miljoner kronor. Studien visade att staten stod för cirka 40 procent av kostnaderna, främst för återställande av E6, järnvägen och omledningsvägar. Näringslivet stod för drygt 22 procent av kostnaderna, huvudsakligen i form av ökade trafikantkostnader och förlängda restider. Skredet drog med sig en cirka 500 meter lång sträcka av E6 och 200 meter av järnvägen Bohusbanan (MSB, 2007). Skredet var dock inte klimatrelaterat utan berodde på att en jordhögt hade växt okontrollerat (Bohusläningen, 2016).

Avschaktning är en vanlig åtgärd för att förebygga skred

Vid ras och/eller skredrisk krävs stabilitetsförbättrande åtgärder. Exempel på stabilitetshöjande åtgärder för att minska risken för skred är stödfyllning och avschaktning. Stödfyllning är en utfyllning av släntfoten för att skapa ett mothåll som motverkar att skred utlöses. Avschaktning innebär att jordmassor avlägsnas, vanligtvis vid släntkrön eller genom att släntlutningen minskas. Avschaktning är en av de mest använda åtgärderna mot skred på grund av att den är relativt kostnadseffektiv och att det finns stor erfarenhet av metoden. Dock är naturvärdeskonsekvenserna av denna åtgärd stora då en stor del av släntkrönet tas bort (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2013).

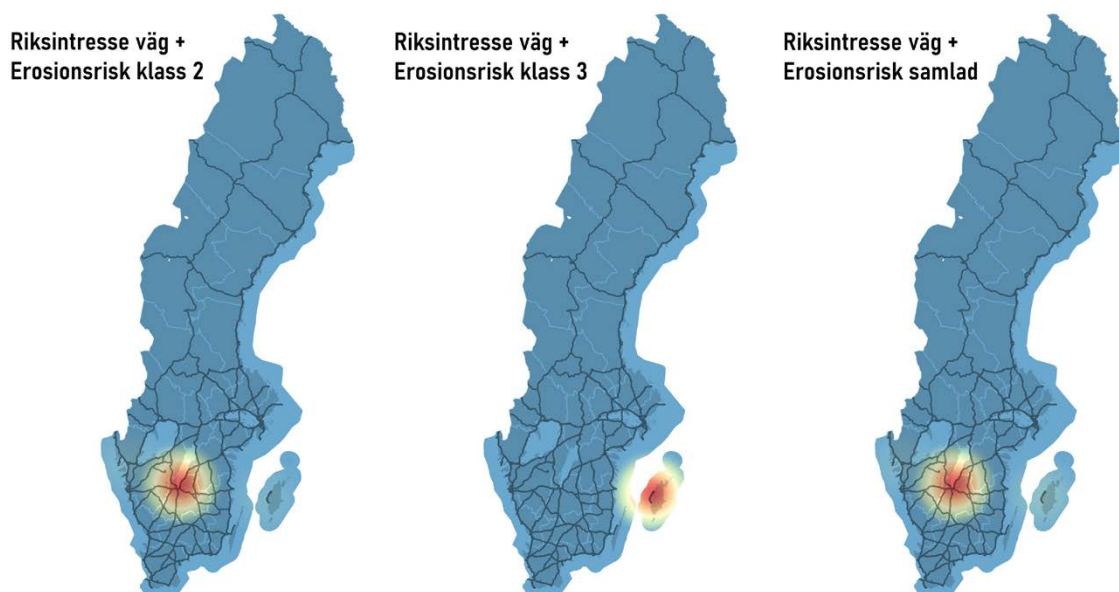
För att värdera huruvida en åtgärd är värd att investera i behöver det samhälls-ekonomiska värdet alltid ställas i relation till kostnaden av åtgärden. Ofta är det svårt att jämföra olika samhällsekonomiska vinster och åtgärds-kostnader i olika sammanhang då dessa är starkt förknippade med klimatrisk, geologiska förutsättningar, omgivningen, omfattning och typ av åtgärd.

En översiktlig kartläggning över tidigare släntförstärkande åtgärder där avschaktning har använts som metod ligger samtliga åtgärder kring en miljon kronor (se exempelvis SMHI (2018) och Räddningsverket (2008)). Kostnaden är direkt förknippad med antalet kubikmeter som avschaktas. Enligt en statlig utredning från 2007 kostar avschaktning 200–500 kr/m³. I dagens penningvärde motsvarar detta cirka 300–700 kr/m³ (Klimat- och näringslivsdepartementet, 2007).

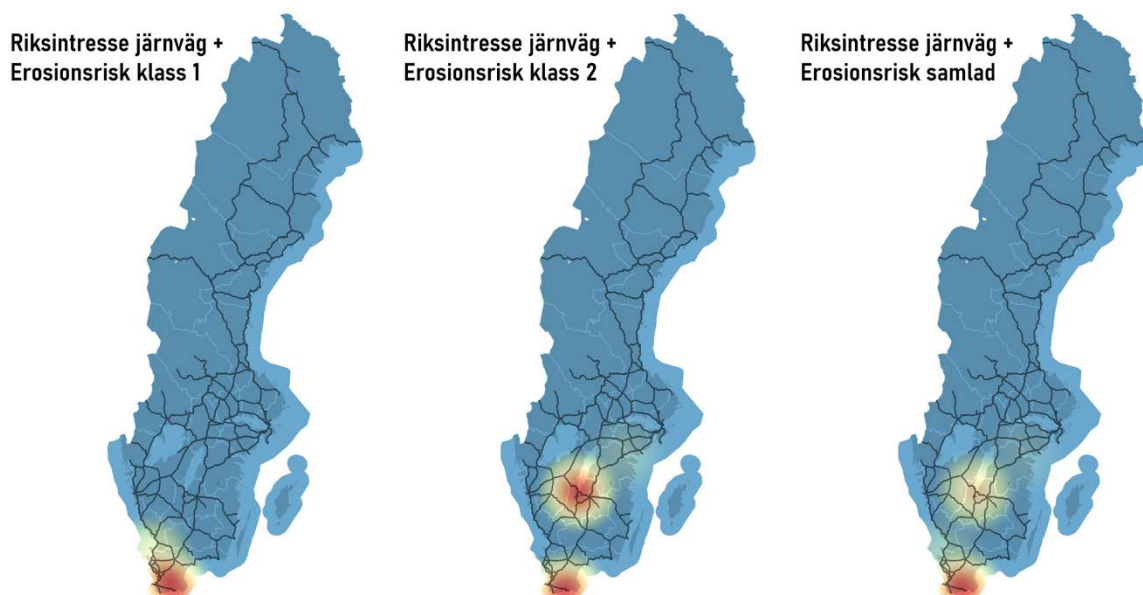
Riskerna för erosion är som störst i södra och mellersta Sverige

De högsta riskerna för erosion (erosionsrisk av klass 2) i närheten av vägar av riksintresse är koncentrerade till södra Sverige i trakterna kring Vänern och Vättern. Viktiga transportvägar i detta område inkluderar E4 och E20 som är avgörande för godstransporter mellan exempelvis Göteborgs hamn och Stockholm. Dessutom råder även mindre erosionsrisker (erosionsrisk klass 3) på Gotland.

Den samlade kartan över riksintressevägar och erosionsrisker i Figur 23 visar tydligt att riskerna är samlade i Vänern/Vättern-området samt på Gotland vilket indikerar att transportvägar nära dessa områden kan vara utsatta för betydande erosion.

Figur 23. Riksintresse väg samt bedömning av erosionsrisk

När det gäller järnvägar visar kartan till vänster i Figur 24 att den högsta risken för erosion (klass 1) längs järnvägar är koncentrerad i de södra delarna av Sverige, främst längs kusten i närheten av Ystad. Även om viss godstransport förekommer längs dessa sträckor är de framför allt viktiga för persontransporter.

Figur 24. Riksintresse järnväg samt bedömning av erosionsrisk

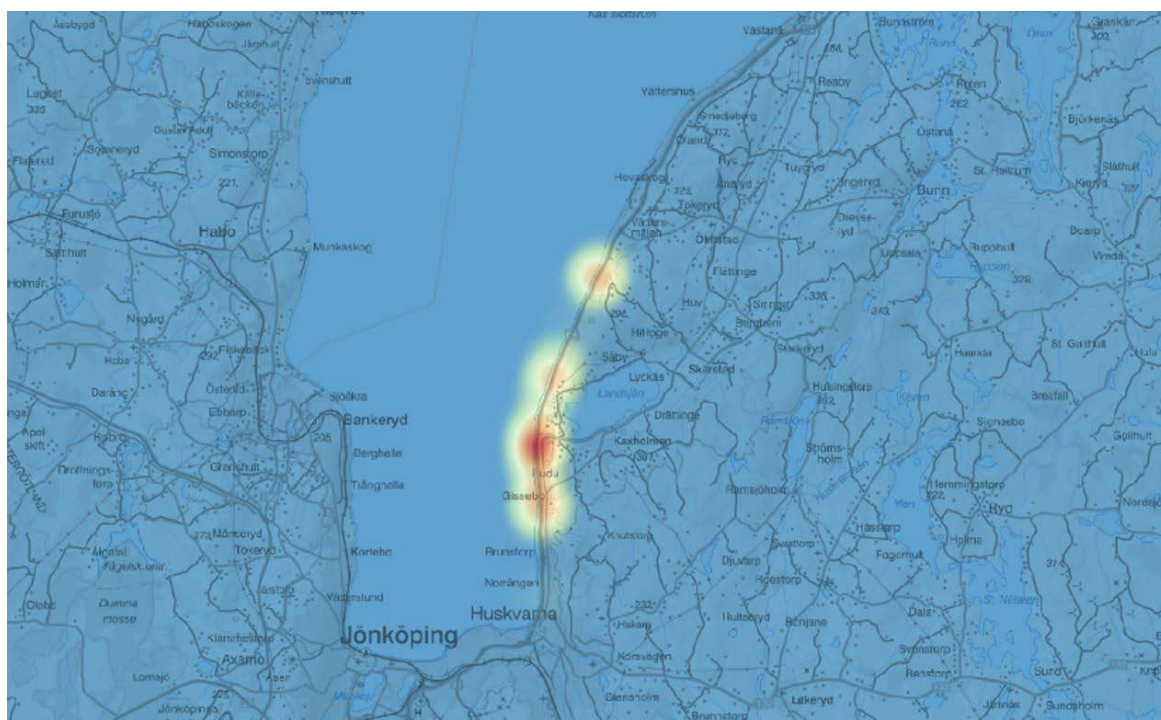
Kartan över riksintresse järnväg och erosionsrisk klass 2, den mellersta kartan, visar att risken för erosion främst förekommer centralt i Götaland. Viktiga järnvägssträckor som påverkas inkluderar de som går genom Skåne och upp mot Västra Götaland. Den samlade kartan över riksintressejärnvägar och erosionsrisker till höger i Figur 24

visar att risken är störst i regionerna Skåne och Västra Götaland vilket innebär att järnvägar som är kritiska för godsflöden, exempelvis de som förbinder hamnarna i södra Sverige med inlandet, är särskilt utsatta.

Vägar i Södra Vätternområdet är särskilt utsatta för erosionsrisk

En cirka fyra kilometer lång sträcka av E4 längs Vätterns strand, strax norr om Jönköping, är särskilt utsatt för erosionsrisk klass 2, se Figur 25. Längs denna sträcka kör cirka 275 000 godstransporterande fordon per år, med en total årlig last om cirka 7 700 000 ton. En stor andel av dessa fordon transporterar gods från hamnarna i Göteborg, Helsingborg och Malmö vidare norrut mot Stockholm och andra delar av Sverige. Sträckan är därför en kritisk länk i det övergripande nationella transport-systemet.

Figur 25. Figuren visar en sträcka längst Vätterns strand som är särskilt utsatt för erosionsrisk



Om erosion skulle inträffa längs sträckan skulle trafiken behöva ledas om till närliggande vägar. Detta skulle orsaka betydande förseningar och förlängda transporttider för gods. Konsekvenserna för näringslivets transporter är potentiellt stora, med exempelvis ökade kostnader för bränsle och arbetskraft samt risk för störningar i hela leveranskedjan.

De alternativa vägarna är inte heller utformade för att hantera samma trafikflöden och fordonstyper som E4 vilket innebär att de skulle ha svårt att klara av den ökade belastningen. Med E4:ans cirka 20 procent andel tung trafik skulle de mindre vägarna, med sämre bärighet, snabbt slitas och kräva mer frekvent och kostsamt underhåll vid långvariga eller återkommande omledningar. Dessutom skulle den

ökade trafiken på mindre vägar kunna skapa påfrestningar på lokalsamhällena längs dessa vägar vilket skulle kunna leda till ökad olycksrisk och försämrad livskvalitet för invånarna.

De samhällsekonomiska konsekvenserna av erosion är att värdefull mark går förlorad

Till skillnad från exempelvis översvämningar, ras och skred är erosion inte en plötslig händelse. I stället är det en process som sker över tid. Processen kan påskyndas av exempelvis havsnivåhöjningar, översvämningar och kraftiga skyfall som transporterar bort jord och markmaterial. Dessutom kan erosion öka risken för andra klimat-händelser som ras och skred.

Eftersom erosion i sig sällan ger upphov till direkta skador brukar en samhälls-ekonomisk analys av erosionens kostnader i stället utgå från förlorat markvärde. En studie från SGI konstaterar att om inte förebyggande åtgärder vidtas kan strand-erosion längs kusterna i länen Halland, Skåne, Blekinge, Kalmar och Gotland leda till markförluster motsvarande 8,5 miljarder kronor för perioden från 2020 till 2100. Beräkningarna indikerar störst skadekostnader på grund av förlorad markareal i Vellinge kommun följt av Malmö kommun. Kostnadsmodelleringen bygger på en utveckling i linje med klimatscenario RCP 8,5. Under klimatscenario RCP 4,5 bedöms kostnaderna i stället uppgå till cirka 5 miljarder kronor under samma period (SGI, 2022).

Strandfordring är en åtgärd för att minska risken för kusterosion

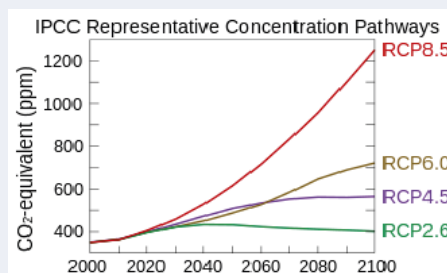
Klimatscenarios

RCP 8,5 är det vanligaste klimatscenariot vid klimatanpassning

RCP 8,5 är ett av de fyra scenarierna för framtida klimatförändringar som tagits fram av FN:s klimatpanel IPCC, se figuren till höger. RCP 8,5 utgör det högsta scenariot och innebär fortsatt höga utsläpp av koldioxid, på en nivå motsvarande tre gånger dagens utsläpp. Scenariot innefattar dessutom hög energiintensitet, ingen tillkommande klimatpolitik och endast en långsam teknikutveckling mot ökad energieffektivitet.

Det kan verka anmärkningsvärt att anpassa åtgärder efter ett så extremt scenario, men det är viktigt att komma ihåg att hållbarhetsarbete och klimatanpassning har olika syn på scenariot RCP 8,5. I hållbarhetsarbete ses RCP 8,5 som ett skräckscenario som man absolut måste undvika. Målet är att vidta åtgärder för att minska utsläppen och förhindra att detta scenario blir verklighet. I klimatanpassningsarbete däremot betraktas RCP 8,5 som ett realistiskt och nödvändigt scenario att förbereda sig för eftersom det innebär att planera och bygga samhällsstrukturer för att hantera de extrema konsekvenserna som skulle uppstå om RCP 8,5 inträffar.

Sammanfattningsvis handlar det om att hållbarhetsarbete fokuserar på att undvika det värsta scenariot, medan klimatanpassning innebär att förbereda sig för att hantera detta scenario om det skulle inträffa.



För att hantera risken för kusterosion genomförde Ystad kommun under våren 2011 Sveriges första storskaliga strandfodring. I detta projekt togs 100 000 m³ sand upp från havsbotten och placerades på de mest drabbade stränderna, Löderups strandbad och Ystad sandskog. Sanden hämtades från Sandhammarbank på 20–25 meters djup med hjälp av en släpsug. Proceduren upprepades två gånger, år 2014 och 2017. Kostnaden för åtgärden uppgick till tio miljoner kronor för varje strandfodring. Utöver detta har undersökningar och tillståndsansökningar kostat ytterligare tre miljoner kronor.

Strandfodringen har visat sig fungera som ett effektivt erosionsskydd och bidrar till att bibehålla natur- och rekreationsvärdena samt skydda fastigheter och infrastruktur. Dessutom hjälper den till att upprätthålla turismen i området. Trots att strandfodringen ger betydande fördelar, kräver den kontinuerlig utläggning av sand och årliga kontroller för att övervaka påverkan på den marina miljön (SMHI, 2018c).

4. Ansvarsfördelning mellan aktörer

I denna del av rapporten beskrivs kortfattat de olika ansvarsområdena för olika aktörer inom klimatanpassning samt hur dessa samverkar med varandra. Informationen baseras dels på intervjuer med berörda myndigheter, dels på regleringsbrev och andra offentliga dokument. De offentliga aktörer som intervjuats och som beskrivs nedan är i de flesta fall sådana som har ett särskilt ansvar eller en särskild roll inom klimatanpassning av transportinfrastruktur.

Offentlig styrning

Förordning om myndigheters klimatanpassningsarbete

Sedan den 1 januari 2019 gäller Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete. Den reglerar myndigheternas ansvar och åtgärder för klimatanpassning inom deras verksamhetsområden. Förordningen specificerar att de angivna myndigheterna som listas nedan ska initiera, stödja och utvärdera klimatanpassningsåtgärder samt anpassa sin verksamhet och underhåll av statlig egendom till ett förändrat klimat. Länsstyrelserna har ett utökat ansvar att koordinera det regionala klimatanpassningsarbetet, inklusive att stödja kommuner och sektorsmyndigheter. Förordningen kräver också att myndigheterna genomför klimat- och sårbarhetsanalyser, utvecklar specifika mål för klimatanpassning, och upprättar handlingsplaner för att nå dessa mål. Dessa planer ska innehålla tydliga resurser, tillvägagångssätt, tidsramar och ansvarsfördelningar. Myndigheterna ska även integrera klimatanpassningsaspekter i sina upphandlingsprocesser och årligen redovisa sina framsteg till Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), som i sin tur sammanställer och analyserar informationen för att rapportera till regeringen.

- Affärsverket svenska kraftnät
- Boverket
- Elsäkerhetsverket
- Finansinspektionen
- Folkhälsomyndigheten
- Fortifikationsverket
- Försvarsmakten
- Havs- och vattenmyndigheten
- Kemikalieinspektionen
- Lantmäteriet
- Livsmedelsverket
- Länsstyrelserna
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
- Naturvårdsverket
- Post- och telestyrelsen
- Riksantikvarieämbetet
- Sametinget
- Sjöfartsverket
- Skogsstyrelsen
- Socialstyrelsen
- Statens energimyndighet
- Statens fastighetsverk
- Statens geotekniska institut
- Statens jordbruksverk
- Statens veterinärmedicinska anstalt
- Strålsäkerhetsmyndigheten
- Styrelsen för internationellt utvecklingssamarbete
- Sveriges geologiska undersökning
- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
- Tillväxtverket
- Trafikverket
- Transportstyrelsen
- Verket för innovationssystem

4.1 Myndigheter med nationellt fokus

Nedan beskrivs hur myndigheter som Trafikverket, MSB, SGI och andra arbetar med klimatanpassning på nationell nivå.

Trafikverket äger och förvaltar hela det statliga väg- och järnvägsnätet

Trafikverket äger och förvaltar anläggningar i statlig regi. Dessa innefattar merparten av järnvägsnätet och alla statliga vägar. Trafikverket har därför det yttersta ansvaret för att planera ny och underhålla befintlig transportinfrastruktur. Således har Trafikverket en särskilt viktig roll i klimatanpassningsarbetet, både som beställare och samordnare av åtgärder. Klimatanpassning omnämns inte specifikt i Trafikverkets regleringsbrev men de omfattas av Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete. Det tidigare innebär också att det inte finns något särskild budgetpost för klimatanpassning.

Då varje enskild anläggning alltid behöver anpassas till platsens geografiska förutsättningar är klimatanpassning alltid en del av Trafikverkets arbete. I praktiken är det dock sällan möjligt att dra en tydlig skiljelinje mellan ordinarie underhåll och klimatanpassningsåtgärder. Det handlar snarare om en ständig utvärdering av hur anläggningen bör dimensioneras för att hantera exempelvis ökade vattenflöden eller förändringar i markförhållandena. Trafikverket tillämpar den så kallade fyrstegsprincipen för att hantera och åtgärda brister i infrastruktur. Denna princip fokuserar på god resurshantering och hållbar samhällsutveckling genom fyra steg: tänk om, optimera, bygg om och bygg nytt. Åtgärder för att anpassa sig till klimatförändringar skiljs inte åt från denna princip utan integreras i den övergripande strategin (Trafikverket, 2024c).

Trafikverket använder ofta bedömningar och underlag från expertmyndigheter för att identifiera och analysera riskerna för klimathändelser med stora följd effekter för infrastrukturen. Utifrån dessa underlag beslutar Trafikverket om lämpliga anpassningsåtgärder vilket exempelvis kan inkludera att höja befintlig infrastruktur, minska skredrisker och ta höjd för havsnivåförändringar i planeringsarbetet.

MSB tillhandahåller kunskap och beslutsunderlag

Inom ramen för klimatanpassning har Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som främsta uppgift att bidra till att ett förändrat klimat inte orsakar större olyckor eller samhällsstörningar. Detta innebär att MSB främst arbetar med att ge hjälp, stöd och beslutsunderlag till andra aktörer, exempelvis andra myndigheter, kommuner och länsstyrelser. Exempel på sådana beslutsunderlag kan vara kartor och prognoser. Bland annat har MSB gjort en värmekartering vilken visar de maximala marktemperaturerna som uppmätts från satellit under sommarmånaderna 2017–2022. Dessutom samlar myndigheten in översvämningsdata i den digitala karteringstjänsten Översvämningsportalen.

Utöver att erbjuda karttjänster och vägledande underlag kan MSB också bidra till kommunernas finansiering av klimatanpassningsåtgärder. Kommunerna kan söka bidrag för att skydda samhällsviktig verksamhet från klimathändelser som ras, skred och erosion. Detta bidrag är ett viktigt verktyg för att skydda kommunala vägar, vilka Trafikverket inte har ansvar för.

SGI arbetar för att förebygga ras, skred och erosion

Statens Geotekniska Institut (SGI) är en expertmyndighet som arbetar med att ta fram underlag och kunskap för att förebygga ras, skred och erosion. Geotekniker på SGI arbetar med att göra mätningar och tekniska bedömningar av markens stabilitet, ofta i samverkan med Trafikverket. Dessutom tillhandahåller SGI olika typer av vägledande material och kunskapsunderlag, exempelvis rörande geoteknisk säkerhet i kommunal planering eller riskområden för ras, skred och erosion.

SGI ägnar sig även åt forskning inom infrastruktur och byggd miljö. På uppdrag av Trafikverket utvärderar de metoder för att öka bärförmågan på den svenska järnvägen, och under år 2023 genomförde SGI tre olika studier på området. Dessutom ingår SGI i forskningsprogrammet BIG (Branschsamverkan i grunden) som syftar till att öka kunskapen om effektiv och säker grundläggning av vägar och järnvägar. Forskningen sker i samverkan med andra myndigheter, universitet, högskolor och näringsliv. SGI:s geotekniska laboratorium utgör dessutom en nationell resurs för geotekniska laboratorieanalyser med uppdraget att utveckla nya metoder för att bättre kunna beskriva olika jordars tekniska egenskaper.

SGI är en av få myndigheter som har en särskild budgetpost relaterad till klimatanpassning i sitt regleringsbrev. Posten Åtgärder för ras- och skredsäkring längs Göta älv får användas för övervakning av stabilitetsförhållanden och insatser för ras- och skredsäkring längs Göta älv, för delegationen för Göta älv och för utbetalning av bidrag för planering och genomförande av åtgärder som minskar sannolikheten för ras och skred. Det finns även en budgetpost i SMHI:s regleringsbrev för klimatanpassningsinsatser inom SGI:s ansvarsområde genom utredning, kartläggning och metodutveckling som minskar riskerna för ras, skred och erosion samt bidrar till en hållbar bebyggelse i ett föränderligt klimat. Ingen av posterna är direkt relaterad till klimatanpassning av transportinfrastruktur.

SMHI driver Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning på uppdrag av regeringen

SMHI spelar en central roll i det övergripande arbetet med klimatanpassning i Sverige men har inget särskilt uttalat ansvar för klimatanpassning av transportinfrastrukturen. Genom att samla in och analysera klimatdata bidrar SMHI till att öka förståelsen för hur klimatförändringarna påverkar samhället och vilka åtgärder som kan vidtas för att anpassa sig till dessa förändringar. De erbjuder verktyg och vägledning för att stödja klimatanpassningsarbetet på olika nivåer, från myndigheter till enskilda företag. De tillhandahåller utbildningar och konferenser för att sprida kunskap och erfarenheter om klimatanpassning.

Dessutom driver SMHI Nationellt centrum för klimatanpassning där de samlar och delar information för att stärka samhällets förmåga att hantera klimatrelaterade risker och möjligheter. SMHI har också ett särskilt ansvar inom ramen för Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete vilket beskrivs i boxen på sida 47.

SMHI är också samordnande myndighet för Myndighetsnätverket för klimatanpassning som omfattar omkring 30 myndigheter. Nätverket driver hemsidan klimatanpassning.se, de träffas fyra gånger per år och arbetar för att stärka samhällets förmåga att hantera de positiva och negativa effekterna av klimatförändringarna (klimatanpassning.se, 2023). Knutet till SMHI finns även Nationella expertrådet för klimatanpassning. Expertrådet är tillsatt av regeringen och ska vart femte år ta fram en rapport som är underlag för den nationella klimatanpassningsstrategin. Expertrådet har även fått i uppdrag att genomföra en nationell klimat- och sårbarhetsanalys. Resultatet av den nationella klimat- och sårbarhetsanalysen, tillsammans med en uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning, kommer att ligga till grund för Expertrådets nästa rapport till regeringen som ska överlämnas i december 2026 (Nationella expertrådet för klimatanpassning, 2024).

Liksom för SGI omnämns klimatanpassning i SMHI:s regleringsbrev. Anslagsposten Klimatanpassning – del till Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut finansierar flera delar av klimatanpassningsarbete inklusive Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning, utvecklingen av ett nationellt uppföljningssystem och deltagande i internationella klimatmöten. Medel är också tilldelade för att stödja myndigheter och kommuner i deras klimatanpassningsprojekt, inklusive framtagande av kommunala handlingsplaner och analyser av känsliga vattenområden och grundvattenmagasin. Dessutom stöds SMHI:s egna förebyggande och kunskapshöjande insatser för att främja klimatanpassning på lokal och regional nivå.

Transportstyrelsen tar fram föreskrifter för byggregler

Ny nationell strategi 2024

Strategin och handlingsplanen för klimatanpassning som presenterades av regeringen i mars (2024) betonar vikten av att skapa ett samordnat och effektivt system för klimatanpassning.¹ Genom klimatanpassningsåtgärder, ökad kunskap och forskning samt integrerad samhällsplanering siktar strategin på att minska sårbarheten och utnyttja möjligheter som uppkommer med klimatförändringarna. Ett syfte med strategin är att förbereda samhället för att hantera både de omedelbara riskerna och de långsiktiga förändringarna. Detta inkluderar skyddsåtgärder mot naturolyckor och klimathändelser, förbättrad krisberedskap och stöd till ekosystemens förmåga att anpassa sig. En tydlig ansvarsfördelning mellan olika myndigheter och samhällsaktörer är avgörande för effektiv klimatanpassning. Handlingsplanen pekar på behovet av tydliga mål, ett robust uppföljningssystem och en bred samverkan för att säkerställa en hållbar och resilient framtid.

¹ Den nya strategi och handlingsplanen reviderar den tidigare nationella strategin för klimatanpassning från 2018.

Transportstyrelsen har en central roll i att uppfylla de transportpolitiska målen, vilket innebär att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning. Som en del av sitt uppdrag måste Transportstyrelsen analysera hur klimatförändringar kan påverka transportsystemet och aktivt verka för att minimera negativa konsekvenser av dessa förändringar.

I praktiken betyder detta att Transportstyrelsen utarbetar föreskrifter för byggregler, baserat på plan- och byggförordningen. Dessa föreskrifter är främst riktade mot nybyggnation av vägar (och annan transportinfrastruktur), men kan även gälla vid större ombyggnadsprojekt.

Trafikverket ansvarar för tillsyn av regelefterlevnad i det statliga vägnätet och gällande kommunala vägar ansvarar kommuner och länsstyrelser för tillsynen. Hur tillsynen bedrivs och vilken uppföljning som sker är upp till respektive myndighet och kan därför skilja sig åt mellan olika delar av vägnätet och för olika projekt. Detta kan i sin tur göra det svårare för Transportstyrelsen att utvärdera hur föreskrifterna implementeras och om de uppnår sitt avsedda syfte. Detta kan i sin tur leda till en osäkerhet kring hur effektivt klimatanpassningsarbetet faktiskt genomförs inom sektorn.

VTI forskar om åtgärder för att öka hela transportsektorns robusthet

Målet för Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) är att bidra med kunskap som stöder Sveriges transportpolitiska mål och ökar förståelsen för konsekvenserna av klimatförändringar på transportsektorn. De undersöker både den direkta påverkan på infrastrukturen och konsekvenserna av förändrad framkomlighet. Vidare arbetar VTI aktivt med att utveckla potentiella åtgärder för att minimera riskerna och därigenom stärka transportsektorns robusthet. VTI har inte något officiellt uppdrag inom klimatanpassning. De omfattas exempelvis inte av Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete och klimatanpassning omnämns inte heller i deras regleringsbrev.

Som forskningsinstitut samarbetar VTI med universitet, näringsliv, kommuner och länsstyrelser i sin tillämpade forskning. Deras forskning spänner över områden som extremväder, väderhändelser, vägkonstruktion, ytmaterial samt planeringsprocesser och styrningsmekanismer. Genom *policy labs* strävar de efter att hitta innovativa lösningar för att övervinna hinder för effektivt klimatanpassningsarbete.

4.2 Aktörer med regionalt och lokalt fokus

Ovan är fokus på det nationella arbetet med klimatanpassning. Nedan beskrivs övergripande hur aktörer på regional och lokal nivå samt inom privat sektor arbetar med klimatanpassning.

Länsstyrelserna har i uppdrag att samordna klimatanpassningsarbetet regionalt

Länsstyrelserna har i uppdrag att samordna klimatanpassningsarbetet regionalt. De ska även initiera, stödja och följa upp kommunernas klimatanpassningsarbete. Länsstyrelserna tar fram kunskapsunderlag och planeringsmaterial, analyserar klimatförändringens påverkan på länet och stöttar kommuner, regionala aktörer och näringsliv i deras klimatanpassningsinsatser. Det ingår även i Länsstyrelsens uppdrag att säkerställa att åtgärder i en kommun inte skapar problem i en annan, exempelvis vid dagvattenhantering som ofta påverkar större områden över länsgränserna (klimatanpassning.se, 2023).

Utgångspunkten för länsstyrelsernas arbete är det regleringsbrev med uppdrag som regeringen tar fram årligen. Länsstyrelsernas arbete med klimatanpassning styrs också i Förordning om myndigheters klimatanpassningsarbete (2018:1428) (klimatanpassning.se, 2023).

Regionerna har inget specifikt uppdrag kopplat till klimatanpassning

Regionerna ansvarar för hälso- och sjukvård, kollektivtrafik och regional utveckling. Även om regionerna inte har något specifikt uppdrag kopplat till klimatanpassning har de viktiga uppdrag kopplat till krisberedskap. Enligt lagen om extraordinära händelser ska regionerna genomföra risk- och sårbarhetsanalyser, ha en plan för hantering av extraordinära händelser, ha en krisledningsnämnd samt utbilda förtroendevalda och anställd personal. Exempel på klimatanpassningsarbete inom flera regioner är vårdberedskap för värmeböljor (klimatanpassning.se, 2023).

Kommunerna har en viktig roll i klimatanpassningsarbetet men har i många fall inte kommit igång

Kommunerna spelar en central roll i klimatanpassningsarbetet i Sverige eftersom de ansvarar för den lokala samhällsplaneringen och infrastrukturen. Enligt plan- och bygglagen är planläggningen av mark och vatten i ny bebyggelse en kommunal angelägenhet. Kommunen ansvarar för att säkerställa att ny bebyggelse placeras på lämplig mark med hänsyn till risker som översvämning, erosion, ras och skred. Enligt vattentjänstlagen är kommunen skyldig att ordna vatten och avlopp i ett ”större sammanhang” om det behövs för att skydda människors hälsa eller miljön. Detta ansvar omfattar både ny och befintlig bebyggelse. Kommunen får täcka sina kostnader för vatten- och avloppstjänster genom att ta ut avgifter från användarna. Vidare ansvarar kommunen för att befintliga vatten och avlopp (VA) anläggningar fungerar korrekt och att vattenledningar är rätt dimensionerade för att möta framtida

behov och dessa kostnader kan tas ut från VA-kollektivet. Dessutom har kommunen ansvar för avvattning av kommunala vägar, gator samt gång- och cykelvägar (SKR, 2023).

Kommunen har också ett ansvar i egenskap av fastighetsägare. Fastighetsägare ansvarar för vatten och avlopp på den enskilda fastigheten fram till förbindelsepunkt till kommunens VA. Fastighetsägare ansvarar också för att avvattna sin tomt, med hänsyn tagen till omgivande fastighetsägare (SKR, 2023).

Många kommuner arbetar med att utveckla specifika handlingsplaner för klimatanpassning. Dessa planer identifierar lokala klimatrelaterade risker och föreslår åtgärder för att minska dessa risker. Idag finns det en stor variation gällande hur långt kommuner har kommit i sitt arbete med klimatanpassning. En undersökning av kommuners klimatanpassningsarbete från 2023 visar att relativt många kommuner knappt har påbörjat sitt klimatanpassningsarbete medan ett mindre antal kommuner har kommit väldigt långt (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2023).

Byggbolag utför klimatanpassningsåtgärder på uppdrag av offentliga beställare

Det operativa klimatanpassningsarbetet utförs av olika bygg- och anläggningsföretag. Detta arbete är starkt beroende av efterfrågan från kunder och beställarens kompetens. För att klimatanpassningsåtgärder ska kunna genomföras krävs att de upphandlas vilket ställer höga krav på medvetenhet och samordning bland offentliga beställare.

Byggbolagen arbetar antingen på totalentreprenad eller utförandeentreprenad. Vid totalentreprenad har entreprenören ett funktionsansvar för projektet vilket innebär att de ansvarar för att objektet uppfyller de avtalade funktionerna. Inom klimatanpassningsåtgärder innebär detta att entreprenören kan använda sin expertis för att utforma och implementera hållbara lösningar. Vid utförandeentreprenad svarar entreprenören i stället på en specifik kravställning vilket begränsar deras möjlighet att påverka utformningen av lösningen. Detta ställer höga krav på beställarens kompetens för att säkerställa att klimatanpassningsåtgärderna blir effektiva och ändamålsenliga.

För byggbolagen representerar klimatanpassningsarbete en viktig affärsmöjlighet särskilt eftersom det ger möjlighet att uppfylla EU:s taxonomi inom klimatanpassningsområdet. Att så långt som möjligt följa taxonomins riktlinjer är fördelaktigt för bolagen ur ett finansieringsperspektiv. Dessutom kan taxonomin fungera som ett ramverk som kan stärka beställarkompetensen genom att tydliggöra kriterierna för klimatanpassningsåtgärder. Om beställaren också utgår från dessa kriterier skapas en sammanhängande och effektiv process som dessutom blir mer jämlik över hela landet. Taxonomin utgör alltså ett viktigt verktyg för att se till att beställare och utförare är samspelade i hanteringen av klimatrisker i infrastrukturen och i utformningen av klimatanpassningsåtgärder.

Nätverk som samverkar kring klimatanpassningsfrågor

Som ett svar på att klimatförändringarna inte följer institutionellt dragna gränser finns det flera nätverk som har bildats för att samverka kring frågor som rör klimatanpassning – antingen direkt eller indirekt. I avsnitt 4.1 nämner vi Myndighetsnätverket för klimatanpassning – där ett 30-tal myndigheter samverkar kring klimatanpassningsfrågor på en nationell nivå. Men det finns även flera nätverk med ett regionalt eller lokalt fokus. I en studie från 2022, med fokus på mellankommunal samverkan inom Västra Götalands län, identifieras fyra olika typer av nätverk (Länstyrelsen Västra Götaland, 2022):

1. **Nätverk som samlas kring ett geografiskt område och/eller sakområde – såsom vattendrag.** Exempel på befintliga nätverk inkluderar Älvsamordningsgruppen Göta älv samt Vänerrådet som tar fram en naturanpassad tappningsstrategi för Vänernområdet.
2. **Nätverk med ett operativt fokus.** Detta innefattar nätverk såsom RäddsamVG samt Norra Älvsborgs räddningstjänstförbund (NÄRF) som fokuserar på reaktiva åtgärder och samordning av operativ insats, mer specifikt av räddningstjänster i Västra Götalands län.
3. **Nätverk som har en rådgivande roll.** Detta inkluderar exempelvis Västsvensk Arbetsgrupp för Kulturarv och Klimatförändringar (VAKK) vars syfte är att arbeta för att öka kommuners kunskap om och förståelse av olika områden. Specifikt förståelsen av klimatförändringarnas och i sin tur klimatanpassningarnas påverkan på kulturarvet.
4. **Nätverk som stödjer samverkan mellan olika aktörer och yrkesgrupper.** Detta inkluderar exempelvis Kommunalförbundet Fyrbodal vars huvudsakliga syfte är att agera som en mellanhand och stödja samverkan, exempelvis mellan kommuner och regionen. Detta gör de genom att bland annat driva ett större antal nätverk kopplade till ett brett spektrum av samhällsutvecklingsfrågor. Det finns även nätverk som samordnar yrkesgrupper. Däribland Miljösamverkan Väst som verkar som en bro mellan miljö-, hälsoskydd- och livsmedelshandläggare på miljökontor och Länsstyrelserna i Västra Götalands län och Hallands län.

5. Hinder för klimat- anpassningsarbete

De intervjuade myndigheterna uttrycker att det finns en rad hinder för effektivt arbete med klimatanpassningsåtgärder. I det här kapitlet studeras och analyseras hinder för klimatanpassning och hur de kan övervinnas. Med hjälp av intervjuer och en genomgång av befintliga studier och rapporter beskrivs dagens klimatanpassningsarbete och framtidens behov.

5.1 Det saknas långsiktig finansiering för klimat- anpassningsåtgärder i den skala som krävs

I många fall brister det i särskild finansiering för klimatanpassningsåtgärder vilket delvis framgår av informationen som presenterats i kapitel 4. Trafikverkets budget för klimatanpassningsåtgärder uppgick till två miljarder kronor under 2023. Anslaget ingår i ordinarie underhållsbudget. Detta innebär att det inte finns en säkrad budget för klimatanpassningsåtgärder vilket i sin tur kräver en löpande prioritering baserad på riskbedömningar för att avgöra vilka åtgärder som är mest brådskande i relation till andra typer av åtgärder.

Trafikverket framhåller att de kontinuerligt måste prioritera vilka åtgärder som ska finansieras och att tillgängliga medel inte täcker alla behov. Detta leder till att vissa åtgärder måste spridas ut över tid. På lång sikt växer en oro för att tillgängliga medel inte kommer att räcka till vilket kan leda till en betydande klimatanpassningsskuld.

Dessutom är det ofta oklart hur finansieringen bör fördelas mellan olika aktörer. Ett exempel är hur förhållanden på kommunal mark kan påverka infrastruktur som Trafikverket ansvarar för. I vissa fall åligger det kommunen att vidta åtgärder för att exempelvis förbättra dagvattenavrinningen på en plats och detta har i sin tur positiva effekter på närliggande statliga vägar och järnvägar. Trots att detta i praktiken resulterar i en klimatanpassningsåtgärd för den statliga infrastrukturen är det kommunen som får stå för kostnaderna. Detta resulterar i asymmetriskt fördelade kostnader. Dessutom uppstår ojämlikhet inom landet där kommuner med mer resurser och kunskap om klimatanpassning tenderar att ha bättre anpassad infrastruktur än andra.

För att lösa dessa utmaningar behövs välutvecklade finansieringsmodeller som tar hänsyn till den långsiktiga karaktären hos klimatanpassningsåtgärderna samt de höga alternativkostnaderna som är förknippade med att inte anpassa infrastrukturen till klimatrisker. Kostnaderna bör delas mellan kommuner, länsstyrelser och stat för att säkerställa en rättvis fördelning och effektiva klimatanpassningsåtgärder.

5.2 Trafikverket har inte alltid rådighet över den mark där åtgärder behöver göras

Samarbetet mellan offentliga aktörer och privata markägare är ytterligare en utmaning i klimatanpassningsarbetet. I situationer där Trafikverket inte har rådighet över marken i anslutning till vägar och banvallar, exempelvis när marken ägs av kommuner eller privata fastighetsägare, blir samordningen komplicerad. Det kan också inträffa att den som bär risken inte har mandat att vidta nödvändiga åtgärder, som när förhållanden på kommunal mark riskerar att påverka en statlig väg.

Även om vissa juridiska utmaningar kan mildras genom exempelvis avtalssamverkan mellan Trafikverket, kommuner och markägare kvarstår fortfarande svårigheter med samordning. Att organisera och fördela insatser och resurser mellan olika aktörer är både tids- och resurskrävande vilket innebär en administrativ börda för Trafikverket.

5.3 Effektivt klimatanpassningsarbete kräver tydligare organisation, stärkt samverkan och sammanhållen planering

Samtliga intervjuade aktörer pekar på utmaningar inom organisation och samarbete. Ett genomgående problem är avsaknaden av en övergripande plan för klimatanpassning av transportinfrastrukturen. Trafikverket har helhetsansvaret men saknar tillräckliga resurser för att hantera detta på ett heltäckande sätt. Vidare uppstår situationer där flera myndigheter och aktörer borde involveras för att säkerställa effektiv klimatanpassning. Ett exempel är när skogsavverkning påverkar markens bärighet nära vägar; i dessa fall involveras inte Skogsstyrelsen i klimatanpassningsarbetet. Trots utmaningarna framhåller aktörerna att samarbetet fungerar väl när de väl samverkar. Myndighetsnätverket för klimatanpassning, med SMHI som samordnare, ses som en värdefull plattform för kunskaps- och informationsutbyte.

Dessutom uttrycker flera av aktörerna att det krävs mer sammanhållen och långsiktig planering från statligt håll. Idag finns viss samsyn kring exempelvis scenarioplanering där myndigheterna i huvudsak utgår från RPC 8,5 i sin planering. Det skulle dock krävas mer långsiktig planering och tydligt ställningstagande från politiskt håll gällande takten för klimatanpassningsåtgärder och vilken tidshorisont planeringen bör ske utifrån.

5.4 Brist på kunskap och kompetens om klimatanpassning leder till att åtgärder fördröjs eller uteblir

Många av de intervjuade aktörerna framhåller att även om klimatanpassningsfrågor har fått en mer framträdande plats på den politiska agendan, så råder det ofta brist på kompetens och specialiserad kunskap för att effektivt genomföra åtgärderna. Specifika områden som exempelvis geoteknik kräver särskild expertis och det finns en brist på kvalificerade yrkespersoner för att hantera dessa frågor. Flertalet av de intervjuade aktörerna efterfrågar också mer fokus på klimatanpassning i universitetsutbildningar.

Utöver detta identifierar intervjuade myndigheter behovet av kompetensutveckling inom kommuner och länsstyrelser som en central faktor. För närvarande är mycket av klimatanpassningsarbetet personberoende och vilar på enskilda individers engagemang och kunskap. Detta kan leda till en sårbar situation där arbetet kan stagnera om nyckelpersoner lämnar sina positioner eller byter arbetsområde.

För att stärka klimatanpassningsarbetet på sikt skulle klimatanpassning behöva bli en mer integrerad del av det övergripande planeringsarbetet i kommuner och länsstyrelser. Exempelvis bör ett klimatanpassningsperspektiv bli mer tydligt integrerat i kommunernas roll som beställare av infrastruktur. Stärkt beställarkompetens är dessutom en nyckel för att säkerställa goda konkurrensförutsättningar för de små och medelstora företag som utför arbete på uppdrag av kommuner, länsstyrelser och Trafikverket.

För att skapa mer robusta och hållbara strukturer behövs därför satsningar på utbildning och riktad kompetensutveckling. Detta skulle inte bara stärka organisationernas kapacitet att hantera klimatanpassningsfrågor utan också minska risken för att arbetet blir fördröjt eller eftersatt på grund av personalskiftet eller kompetensbrister. En ökad satsning på kompetensutveckling skulle göra det möjligt att integrera ett klimatanpassningsperspektiv mer systematiskt och långsiktigt i kommunernas och länsstyrelsernas ordinarie planerings- och beslutsprocesser.

5.5 Rekommendationer inom fyra teman

Baserat på analysen i tidigare kapitel har vi formulerat nio rekommendationer, inom fyra teman, som vi menar är viktiga för att klimatanpassningsarbetet i Sverige ska kunna möta de utmaningar som näringslivet står inför kopplat till järnvägs- och vägnätet. Var och en av dessa (som listas i boxen nedan) kräver mer analys och ökad konkretion för att kunna genomföras i praktiken. Ett arbete som regeringen och dess myndigheter kan påbörja.

Rekommendationer

SÄKERSTÄLL LÅNGSIKTIG FINANSIERING

- Utveckla finansieringsmodeller som säkerställer långsiktig finansiering för klimatanpassningsåtgärder för transportinfrastruktur, säkerställ att medel inte behöver prioriteras bort från andra viktiga underhållsarbeten.
- Utveckla en metod för att fördela kostnaderna mellan kommuner, länsstyrelser och staten för att säkerställa effektiva och rättvisa åtgärder.

FÖRBÄTTRA MARKÅTKOMST OCH SAMARBETE

- Förbättra samarbetet mellan offentliga aktörer och privata/andra markägare för att säkerställa effektiv och proaktiv klimatanpassning även där Trafikverket inte har direkt rådighet över marken.

UTÖKAD ORGANISATION OCH PLANERING

- Skapa en övergripande plan för klimatanpassning av transportinfrastruktur med tydligare organisation och stärkt samverkan mellan berörda aktörer.
- Involvera fler myndigheter och aktörer, såsom Skogsstyrelsen, i klimatanpassningsarbetet för att säkerställa en holistisk ansats.
- Implementera en mer långsiktig och sammanhållen planering med tydliga politiska riktlinjer för klimatanpassningstakten och tidsramarna.

SATSA PÅ ÖKAD KUNSKAP OCH KOMPETENS

- Satsa på utbildning och kompetensutveckling inom klimatanpassning för att stärka kapaciteten hos kommuner, länsstyrelser och andra berörda organisationer.
- Integrera klimatanpassningsperspektivet mer tydligt i universitetsutbildningar och i kommunernas roll som beställare av infrastruktur.
- Säkerställ att klimatanpassning blir en integrerad del av den övergripande planeringen och beslutsprocesserna inom kommuner och länsstyrelser för att minska sårbarhet vid personalskiften.

Referenser

- Arvika kommun. (den 19 mars 2024). *Översvämningsskydd*. Hämtat från Arvika kommun: <https://www.arvika.se/omsorgochhjalp/tryggochsaker/krisochberedskap/kommunenoversvamningsarbete/oversvamnningsskydd.1764.html> den 27 maj 2024
- Arvika kommun. (den 26 april 2024b). *Frågor och svar om översvämningsskyddet*. Hämtat från Arvika kommun: <https://www.arvika.se/omsorgochhjalp/tryggochsaker/krisochberedskap/kommunenoversvamningsarbete/fragorochsvaromoversvamnningsskyddet.1768.html> den 27 maj 2024
- Bohuslänningen. (den 20 december 2016). *10 år sedan smårödsrasen*. Hämtat från <https://www.bohuslaningen.se/nyheter/munkedal/10-ar-sedan-smarodsraset.d85106f0-39ff-4d20-bfa9-d7e14621d188>
- Danielsson, P. K. (2016). *Naturanpassade erosionsskydd: en förstudie*. Linköping: Statens geologiska institut. Hämtat från <https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/sgi-publikation/sgi-p28.pdf>
- Infrastrukturnyheter. (den 22 maj 2024). *Nytt projekt ska hjälpa svenska hamnar möta klimatförändringar*. Hämtat från <https://www.infrastrukturnyheter.se/20240523/30014/nytt-projekt-ska-hjalpa-svenska-hamnar-mota-klimatforandringar>
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2023). *Klimatanpassning 2023 – så långt har Sveriges kommuner kommit*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- jarnvag.net. (u.d.). *Bräcke-Långsele-Vännäs-Boden*. Hämtat från <https://www.jarnvag.net/banguide/bracke-boden>
- Klimat- och näringslivsdepartementet. (2007). *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter SOU 2007:60*.
- klimatanpassning.se. (den 24 juli 2023). *Det offentliga ansvaret*. Hämtat från <https://www.klimatanpassning.se/vem-gor-vad/det-offentliga-ansvaret/regionalt-1.26916>
- klimatanpassning.se. (den 3 april 2023). *Om oss*. Hämtat från <https://www.klimatanpassning.se/om-oss> april 19 2024
- Klimatanpassning.se. (den 23 oktober 2023). *Ras och Skred*. Hämtat från <https://www.klimatanpassning.se/hur-klimatet-forandras/klimat effekter/ras-och-skred-1.149419>
- Kvarken Ports. (2024). *Umeå hamn – en av Nordens största hamnar med fokus på container och trävaror*. Hämtat från <https://kvarkenports.com/umea/hamn-information.4.4117ebf317b9aa1fe01de.html#:~:text=Ume%C3%A5%20hamn%20%C3%A4r%20en%20av,foder%20och%20projekttransporter%2C%20som%20t>

Länsstyrelsen Västra Götalands län. (2013). Hämtat från Konsekvenser på naturvärden av skred-, erosions- och översvämningsåtgärder – Ett steg mot en ökad naturvårdshänsyn i klimatanpassningsarbetet: <https://www.lansstyrelsen.se/webdav/files/planeringskatalogen/vastragotaland/publikationer/2013/2013-49.pdf>

Länsstyrelsen Västra Götaland. (2022). *Mellankommunal samverkan inom klimatanpassningsfrågor*. Länsstyrelsen Västra Götaland.

MSB. (2007). *Analys av samhällsekonomisk kostnad – Skredet vid E6 i Småród, 2006*. MSB. Hämtat från <https://rib.msb.se/filer/pdf/25606.pdf>

MSB. (2013). *Översvämningsportalen*. Hämtat från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap: https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/hot-och-riskkartor/goteborg/gota_alv/hotkartor.html den 22 maj 2023

MSB. (2022). *Handbok i kommunal krisberedskap – Åska och Blixtnedslag*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/publikationer/handbok-i-kommunal-krisberedskap--4.-riskkatalog---aska-och-blixtnedslag/> den 25 april 2024

MSB. (2022). *Kunskapsöversikt klimatanpassning*.

MSB. (2022). *Kunskapsöversikt Klimatanpassning*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Nationella expertrådet för klimatanpassning. (den 25 januari 2024). *Ny nationell klimat- och sårbarhetsanalys ska tas fram*. Hämtat från <https://klimatanpassningsradet.se/nyhetsarkiv/ny-nationell-klimat-och-sarbarhetsanalys-ska-tas-fram-1.204155>

Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning. (den 15 september 2023). *Vägar och järnvägar*. Hämtat från Klimatanpassning.se: <https://www.klimatanpassning.se/hur-samhallet-paverkas/transport/vagar-och-jarnvagar-1.107430> den 26 april 2024

Naturvårdsverket. (den 11 januari 2024). *Klimatförändringarnas effekter i Sverige*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/klimatet-i-framtiden/effekter-i-sverige/> den 20 maj 2024

Norrbottniabanan. (2016). *För godset i tiden*. Hämtat från <https://norrbotniabanan.se/for-godset-i-tiden/#:~:text=Nej%2C%20det%20%C3%A4r%20helt%20enkelt,-till%C3%A5tna%20maxvikten%20p%C3%A5%201600%20ton.>

Norrbottniabanan. (den 30 oktober 2023). *När står Norrbotniabanan klar?* Hämtat från <https://norrbotniabanan.se/faq-items/2023-10-30-nar-star-norrbotniabanan-klar/>

Ramboll. (2023). *Kostnads-nyttoanalys som verktyg vid prioritering av investeringar i klimatanpassningsåtgärder*. Norrköping: SMHI.

Regeringen. (2024). *Regeringens skrivelse 2023/24:97 Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning*. Hämtat från <https://www.regeringen.se/contentassets/981309b513244d3eb987e0cf8ff69e37/nationell-strategi-och-regeringens-handlingsplan-for-klimatanpassning-skr.-20232497.pdf> den 19 april 2024

Räddningsverket. (2008). *Förebyggande åtgärder mot skred, ras och erosion – goda exempel*. Karlstad.

Sgi. (den 27 september 2018). *Utredning av förutsättningar för slamströmmar*.

Sgi. (den 18 januari 2019). *Åtgärder för skydd mot stranderosion*. Hämtat från <https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/stranderosion/fran-inventering-till-atgard/atgarder-for-skydd-mot-stranderosion/>

Sgi. (Augusti 2022). *Framtida kostnader till följd av ras, skred och erosion*. Hämtat från <https://newsroom.notified.com/statens-geotekniska-institut/media/195815/framtida-kostnader-till-foljd-av-ras-skred-erosion-fordjupning-klimateffekter>

Sgi. (den 08 januari 2024). *Åtgärder*. Hämtat från <https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/ras--skred-och-slamstrommar/fran-inventering-till-atgard/atgarder/>

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. Hämtat från <https://www.msb.se/siteassets/dokument/om-msb/vart-uppdrag/regeringsuppdrag/2021/ru-riskomraden.pdf>

Sgu. (den 12 november 2020). *Morän – spår av inlandsisen*. Hämtat från <https://www.sgu.se/om-geologi/jord/fran-istid-till-nutid/inlandsisen/moran-spar-av-inlandsisen/>

SKR. (2023). *Ekonomirapporten – om kommunernas och regionernas ekonomi*. SKR.

SMHI. (den 28 juni 2016). *Exempel på klimatanpassning*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning>

SMHI. (den 20 augusti 2018). *Släntförstärkning – kostnad och nytta*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/slantforstarkning-kostnad-och-nytta-1.118124> den 15 april 2024

SMHI. (den 20 november 2018a). *Minskad översvämningsrisk för väg och järnväg*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/minskad-oversvamningsrisk-for-vag-och-jarnvag-1.137894> den 10 april 2024

SMHI. (den 20 augusti 2018b). *Skyddsvall mot översvämning – kostnad och nytta*. Hämtat från Klimatanpassning.se: <https://www.klimatanpassning.se/exempel/skyddsvall-mot-oversvamning-kostnad-och-nytta-1.105571>

SMHI. (den 18 november 2018c). *Skydd av stränder i Ystad*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/skydd-av-strander-i-ystad-1.115917> den 15 april 2024

SMHI. (den 24 april 2023). *Skyddsvall mot översvämning – kostnad och nytta*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/skyddsvall-mot-oversvamning-kostnad-och-nytta-1.118121> den 15 april 2024

Trafikverket. (2018). *Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete*. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1364649/FULLTEXT01.pdf> den 26 april 2024

Trafikverket. (2019). *Trafikverkets klimat- och sårbarhetsanalys 2019*. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/726ec6e66d774cbf8e63f5bbf51b5f00/klimat--och-sarbarhetsanalys-ar-2019---extern-version-for-publicering.pdf> den 26 april 2024

Trafikverket. (2020). *Riksintressen för trafikslagens anläggningar – sektorsbeskrivning inklusive kriterier för utpekande*.

Trafikverket. (den 13 april 2023a). *Trädsäkring av Sveriges järnvägar*. Hämtat från <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/trafiksakerhet/sakerhet-vid-jarnvag/tradsakring-av-sveriges-jarnvagar/>

Trafikverket. (den 23 juni 2023b). *Varmt väder – så påverkar det infrastrukturen*. Hämtat från <https://www.trafikverket.se/om-oss/skydda-klimat-miljo-och-halsa-i-vart-arbete/varmt-vader--sa-paverkar-det-infrastrukturen/>

Trafikverket. (2023c). *ASEK 8.0*.

Trafikverket. (2023d). *Transportslagsövergripande Sverigekarta*. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1824378/FULLTEXT01.pdf>

Trafikverket. (den 10 april 2024a). *Underhåll av belagda vägar*. Hämtat från <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall/sa-skotervi-vagar/underhall-av-belagda-vagar/#:~:text=Bl%C3%B6dande%20asfalt%20%C3%A5tg%C3%A4rdas%20med%20sand&text=Men%20%C3%B6verfl%C3%B6dig%20sand%20som%20studsar,tids%20trafikering%20under%20kallar>

Trafikverket. (den 12 januari 2024b). *Nationell årstidsstyrd beredskapsplan – Vår och sommar 2024 Järnväg*. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/c509af2fb1cd4c7ca8c39942f6e6efa7/beredskapsplan-var-och-sommar-2024.pdf>

Trafikverket. (2024c). *Naturbaserade lösningar för att hantera klimatrelaterade risker vid trafikinfrastrukturprojekt*. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1846770/FULLTEXT01.pdf> den 2 maj 2023

Trafikverket och Lantmäteriet. (2023). *Transportslagsövergripande Sverigekarta*. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1824378/FULLTEXT01.pdf> den 22 maj 2024

Bilaga 1 – Intervjuer

Nedan punktlista listar de myndigheter, branschorganisationer, och utförare som Ramboll varit i kontakt med under arbetets gång.

- Trafikverket
- Statens geologiska institut
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
- Statens väg- och transportforskningsinstitut
- Transportstyrelsen
- Boverket
- Byggföretagen
- Svensk försäkring
- Skanska

Bilaga 2 – Metod klimatriskbedömning

GIS-analys av klimatrisk för kritiskt transportinfrastruktur

Underlag – transportinfrastruktur

Geodata för transportinfrastrukturen baseras på de delar av det befintliga väg- och järnvägsnätet som utgör riksintresse för kommunikationer. Detta innebär att det för dessa utpekade stråk och områden anses vara en nationell angelägenhet att säkerställa funktionen i transportsystemet.

Ett annat underlag av intresse är TEN-T, som står för Trans-European Transport Network, eller det transeuropeiska transportnätet. Det är ett EU-initiativ som syftar till att förbättra och integrera transportinfrastrukturen inom Europa. Målet är att skapa ett enhetligt och effektivt transportnät som underlättar rörligheten för människor och gods över hela kontinenten. Nätverket omfattar vägar, järnvägar, flygplatser, hamnar och inre vattenvägar. EU erbjuder finansiellt stöd till projekt som främjar klimatanpassning och hållbarhet inom TEN-T. Detta inkluderar bidrag och lån från olika fonder som syftar till att stödja gröna och resilienta infrastrukturlösningar.

I tillägg till det geografiska nätverket för befintlig väg och järnväg av riksintresse har information om godsflödet på dessa länkar samlats in från Trafikverkets Samgodsmodell. Samgodsmodellen är ett strategiskt analysverktyg som används för att modellera och analysera godstransporter. Modellen är utvecklad för att simulera och optimera godstransportflöden inom och genom Sverige, samt mellan Sverige och omvärlden. Den används för att bedöma effekter av olika transportpolitiska åtgärder och infrastrukturinvesteringar.

I detta arbete har ett basscenario från Samgodsmodellen använts som underlag för att identifiera särskilt viktiga stråk för godstransporter i väg- och järnvägsnätet. Vi har också tittat på ett utvecklingsalternativ med ökad kapacitet och hastighet i järnvägsnätet, som identifierar stråk som kan ha särskild potential för överflyttning till spårburna transporter.

Underlag klimatrisk

I ett arbete utfört av Statens geotekniska institut (SGI) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) identifieras tio nationella riskområden för ras, skred, erosion och översvämning i Sverige som är klimatrelaterade. Rapporten är resultatet av ett regeringsuppdrag som påbörjades 2019, och har utvecklats i samarbete med andra myndigheter, inklusive Naturvårdsverket, Sveriges geologiska undersökning (SGU), och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), samt vissa länsstyrelser.

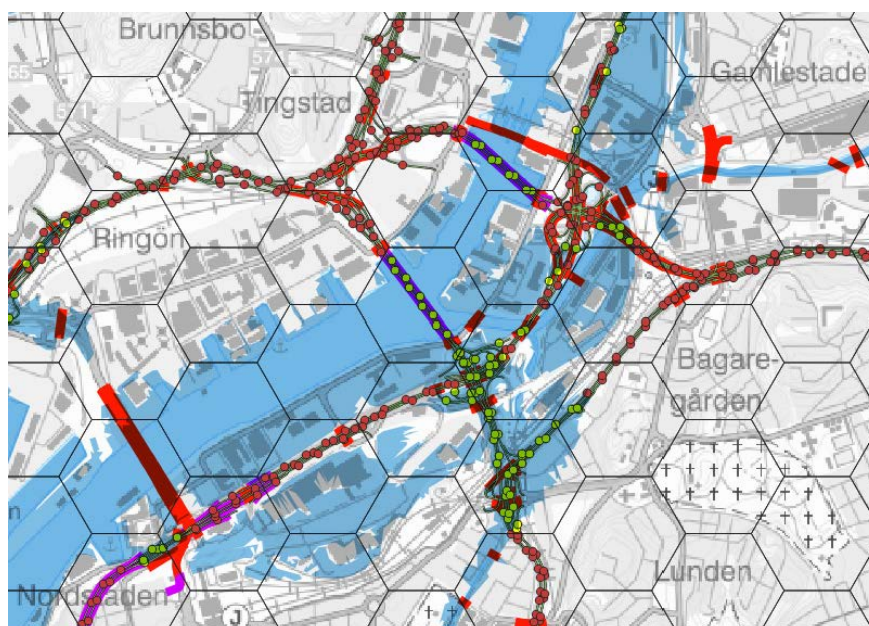
För att underlätta analysen och möjliggöra jämförelse har vi i denna kartläggning av klimatrisker för kritisk transportinfrastruktur valt att bygga analysen på samma definitioner, gränsvärden, riskklassningar och geodata som rapporten från MSB och SGI. Det innebär att följande underlag har samlats in och lagts till grund för analysen:

Klimatrisk	Underlag
Kustöversvämning	SMHI:s scenarier för havsnivåhöjning har konsulterats. Inkluderar kartunderlag som visar potentiella översvämningsområden vid olika nivåer av havshöjning.
Översvämning från älvar/vattendrag	Analysen baserade på historiska flödesdata och SMHI:s prognoser för framtida flödesförändringar i älvar och vattendrag. Använder också historisk data om översvämningar.
Ras (morän)	Morändata är inte rikstäckande, vilket begränsar analysens omfattning. Data har samlats in från specifika regioner där moränras har rapporterats.
Ras (Skogsstyrelsen)	Data från Skogsstyrelsen om skogsmarkens stabilitet och risk för ras i skogsbevuxna områden. Inkluderar analyser av jordstruktur och vattenmättnad i marken.
Skred (klass 1–3)	Klassificering baserad på geotekniska analyser av markstabilitet. Klass 1–3 indikerar ökande nivåer av skredrisk. Data inkluderar historiska skredhändelser och markförhållanden.
Stranderosion (klass 1–3)	Inkluderar kartunderlag som visar historiska erosionstrender och framtida risker. Klassificering (klass 1–3) baserad på erosionshastighet och marktyp.

Analyssteg

För att enklare analysera och kvantifiera riskerna för transportinfrastrukturen har punkter skapats med 100 meters intervall längs de utvalda väg- och järnvägssträckorna. Därefter överlagras punkterna med utpekade riskområden för översvämning, ras, skred och erosion.

Figur 26. Illustration som visar punkter för varje 100 löpmeter väg och järnväg i relation till översvämningsområden. Gula punkter representerar överlappning, innan filtrering av broar och tunnlar.



Tätbebyggda områden med ett tätare vägnät och planskilda trafikplatser med av- och påfartsramper får en något större tyngd i analysen där dessa överlappar med utpekade klimatrisker på grund av flera löpmeter väg. För järnväg kan stationer och terminaler, exempelvis anslutningsspår till hamnar, påverka analysen. För att även lyfta fram risker i mer glesbebyggda områden görs därför också en beräkning av andelen väg och järnväg som påverkas av olika klimatrisker inom en definierad yta. Ett grid har tagits fram över hela Sveriges landyta i form av hexagoner med en diameter på 10 000 meter för detta syfte.

Översvämningskarteringarna för stigande havsnivåer och för älvar tar hänsyn till platsens topografi, vilket innebär att väg och järnväg på bank kan undvika översvämningsrisk, medan broar och tunnlar inte kan uteslutas på samma sätt. Därför har data samlats in för dessa konstruktioner från Trafikverkets öppna geodata (Lastkajen), varefter de delar av transportinfrastrukturen som överlappar med broar och tunnlar har filtrerats bort från överlagringsanalysen. Detta gäller dock bara översvämnning. För ras, skred och erosion bedöms riskerna finnas kvar även för sträckor med bro eller tunnel.¹⁴

Beräkningar och utdata

Varje punkt som överlappar med utpekade klimatrisker representerar alltså en 100 meter lång sträcka av väg eller järnväg som påverkas. Baserat på överlappande punkter har en intensitetskarta/värmekarta tagits fram som visar var det finns koncentrationer av punkter, och var det finns störst antal väg- respektive järnvägs-segment som påverkas av de olika klimatriskerna.

För översvämningskarteringen redovisas både en samlad bild av översvämningsrisk och separata bilder för kustöversvämnning och översvämningskarterade älvar. För rasrisk redovisas överlagring med två olika riskkarteringar separat, bland annat för att moränkarteringen inte är rikstäckande. För skred- och erosionsrisk visas separata kartor för utpekade riskklasser för varje trafikslag. För sistnämnda redovisas också en samlad karta av påverkad infrastruktur, men utan inbördes viktning mellan riskklasserna.

Genom att räkna antal punkter inom varje fält i ett rikstäckande grid/rutnät och jämföra med den totala mängden med riksintressant transportinfrastruktur i området kan vi också redovisa hur stor andel av nätet för väg och järnväg som påverkas, och möjligtvis se en annan geografisk spridning.

Genom att jämföra klimatriskanalysen som beskrivs ovan med flödeskartor baserat på Samgodsmodellen har tre olika områden valts ut för mer detaljerad redovisning, med ambitionen att fånga upp olika risker, olika geografier och olika trafikslag.

¹⁴ En tunnel skulle kunna undantas från analys av rasrisk, och kan ge visst skydd, men det kan fortfarande finnas risker vid mynnningar och dessa sträckor får därför finnas kvar i analysen.

www.svensktnaringsliv.se

Storgatan 19, 114 82 Stockholm

Telefon 08-553 430 00

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma, 2024