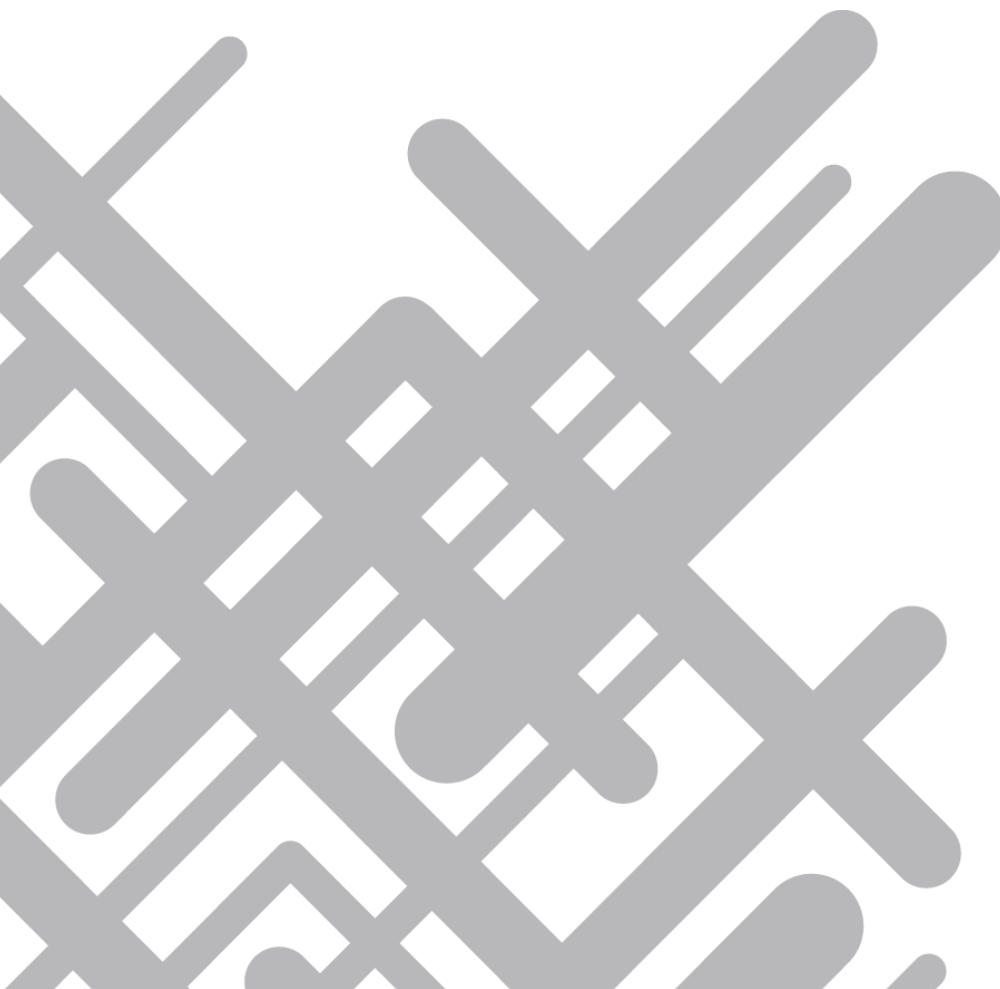


**BILAGA 3:
Klimat- och sårbarhetsanalys för
transportsystemet och
Transportstyrelsens kärnverksamhet**

6 september 2019



© Transportstyrelsen

Sjö- och luftfartsavdelningen
Enheten för hållbar utveckling

Rapporten finns tillgänglig på Transportstyrelsens webbplats www.transportstyrelsen.se

Dnr/Beteckning TSG 2018-6723

Författare Jenny Blomberg, Annika Lindell, Ann Heljeback och Jenny Ryman
Månad År September 2019

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Sammanfattning

Transportstyrelsen har tagit fram denna klimat- och sårbarhetsanalys som en inledande del i arbetet med klimatanpassning av myndighetens verksamhet. År 2018 antog riksdagen en nationell strategi för klimatanpassning (prop. 2017/18:163) och arbetet med den nationella klimatanpassningen regleras genom *Förordning om myndigheters klimatanpassningsarbete* (SFS 2018:1428) som trädde i kraft den 1 januari 2019. Enligt förordningen ska myndigheterna fortlöpande arbeta med klimatanpassning och minst vart femte år uppdatera klimat- och sårbarhetsanalysen.

Syftet med denna klimat- och sårbarhetsanalys är att identifiera och utreda vilka konsekvenser och möjligheter ett förändrat klimat kan ge för transportsektorn i stort men också för Transportstyrelsens egen verksamhet. Syftet är också att se vilka av de identifierade konsekvenserna som Transportstyrelsen har möjlighet att arbeta med samt analysera hur myndigheten genom sin verksamhet kan bidra för att minska konsekvenserna av ett förändrat klimat. Vi redogör även för vilka lagar och andra författningar som påverkar myndighetens möjlighet att arbeta med klimatanpassning.

SMHI har genomfört beräkningar som visar att Sverige redan idag har blivit varmare och mer nederbördsrikt. Enligt klimatscenerierna kommer temperaturen att stiga mer i Sverige och Skandinavien än det globala genomsnittet. Medeltemperaturen i Sverige förutses stiga med 3–5 grader till 2080-talet jämfört med åren 1960–1990. Vintertemperaturen kan komma att öka med upp till 10 grader i norra Sverige. Ett varmare och våtare klimat ger effekter så som till exempel värmebölja, torka, varmare vatten och mindre isutbredning, ändrade tjälförhållanden, skyfall och översvämningar, ändrad havsnivå och ökad risk för ras, skred och erosion.

Dessa effekter får konsekvenser för transportsektorn. Luftfarten påverkas t ex genom minskad bärkraft på grund av varmare luft, risk för översvämningar på rullbanor och uppställningsplatser, inställda eller försenade flygningar på grund av ökad frekvens av åska eller annat hårt väder samt en ökad turbulens med personskador som följd. Sjöfartens konsekvenser består bland annat i sämre framkomlighet i våra sjöar och vattendrag på grund av lägre vattenstånd till följd av avdunstning och torka, förändrad påväxt på båtbottnar, översvämning av hamnar och varvsområden med läckage av giftiga ämnen som följd. Ytterligare effekter tros bli ett förändrat behov av isbrytning, minskade seglingsfria höjder och ökad risk för nedisning av fartyg.

För väg- och spårtrafik medför exempelvis värmebölja och torra ökad risk för bränder som begränsar framkomligheten och medför inställd trafik. Varmare medeltemperatur innebär minskad möjlighet till att hålla isvägar i norr öppna med längre transportsträckor som följd. Minskad tjäle med sämre bärighet försvårar för skogsnäringen. Kraftiga skyfall ökar risk för bortspolning av vägar och broar, underminering av vägbankar, spår- och banvallar och översvämningar i tunnlar. I stort sett sker all järnvägstrafik med eldrivna fordon. Störnings-toleransen bedöms redan utan extrema väderhändelser som relativt låg, bl.a. beroende på att cirka en tredjedel av nätet har trafikmängder som ligger nära kapacitetstaket. Det gör att åska med efterföljande elavbrott kan få stora konsekvenser.

I framtiden kan Sverige få en ökad turism på grund av ökade medeltemperaturer vilket kommer att öka allt transportarbete av såväl person- som godstransporter, på så väl vägar, järnvägar och flygplatser men också i våra handels- och fritidsbåtshamnar.

Efter att ha analyserat vilka konsekvenser ett förändrat klimat kan få för transportsektorn i stort samt hur Transportstyrelsen genom sin verksamhet kan bidra till att minska konsekvenserna kan vi konstatera att myndigheten har flera olika verktyg att arbeta med, till exempel internationell påverkan, nationell lagstiftning och en utökad tillsyn. Vi ser också att en ökad intern och extern kunskap om ett förändrat klimats påverkan på transportsystemet är viktig för att kunna göra rätt avvägningar. Transportstyrelsen har möjlighet att bidra till en kunskapshöjning genom informationsspridning.

Det är av stor vikt att Transportstyrelsens verksamhet fungerar och är säker trots de utmaningar ett förändrat klimat kan ge. Det finns risk att myndigheten i sin regelgivning inte tar tillräcklig hänsyn till förändrade klimateffekter och därmed inte tillhandahåller regler som är anpassade till ett förändrat klimat. Det finns också risk för att Transportstyrelsens tillsynsverksamhet inte kan hantera identifierade risker som ett förändrat klimat kan ge. För att skapa och upprätthålla ett säkert och tillgängligt transportsystem bör tillsynsverksamheten utvecklas till att även ta hänsyn till risker som ett förändrat klimat kan ge. En av Transportstyrelsens huvuduppgifter är att förse samhället med uppgifter om transportmedel och förare. Det är därför av största vikt att myndighetens registerhållning inte påverkas av klimatförändringarna utan att systemen även fortsättningsvis är tillräckligt robusta för att fungera säkert.

Utifrån det som kommit fram i denna klimat- och sårbarhetsanalys kommer myndighetsmål och åtgärder för Transportstyrelsen att formuleras och presenteras i en handlingsplan.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
INNEHÅLL	5
1 INLEDNING	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Transportstyrelsens ansvar	7
1.2.1 De transportpolitiska målen	8
1.2.2 Agenda 2030 och de globala målen.....	8
1.3 Syfte och frågeställningar	9
1.4 Metod.....	10
1.5 Avgränsningar.....	10
2 KLIMATSCENARIER	11
3 ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT OCH DESS EFFEKTER I SVERIGE.....	13
3.1 Ökad medeltemperatur och värmebölja	14
3.1.1 Varmare vatten och mindre isutbredning	15
3.1.2 Åskoväder.....	15
3.1.3 Snötäcke.....	16
3.1.4 Nollgenomgångar och förändrade tjälförhållanden	16
3.1.5 Torka och vattenbrist	16
3.1.6 Brand	17
3.2 Ökad nederbörd, skyfall och översvämning	17
3.3 Havsnivåhöjning och förändrade grundvattennivåer	19
3.4 Ras och skred.....	20
3.5 Erosion.....	21
3.6 Mark- och luftfuktighet	22
3.7 Förändrade vindmönster och stormar	22
3.8 Biologiska och ekologiska effekter.....	23
4 KLIMATFÖRÄNDRINGARNAS PÅVERKAN PÅ TRANSPORTSYSTEMET	24
4.1 Ökad medeltemperatur och värmebölja	24
4.1.1 Varmare vatten och mindre isutbredning	27
4.1.2 Åskoväder.....	28
4.1.3 Snötäcke.....	29
4.1.4 Nollgenomgångar och förändrade tjälförhållanden	29
4.1.5 Torka och vattenbrist	31
4.1.6 Brand	31
4.2 Ökad nederbörd, skyfall och översvämning	32
4.3 Havsnivåhöjning och förändrade grundvattennivåer	34
4.4 Ras och skred.....	35
4.5 Erosion.....	35

4.6	Mark- och luftfuktighet	35
4.7	Förändrade vindmönster och stormar	36
4.8	Biologiska och ekologiska effekter.....	38
5	PÅVERKAN PÅ TRANSPORTSTYRELSENS KÄRNVERKSAMHET	39
6	TRANSPORTSTYRELSENS ROLL FÖR KLIMATANPASSNING AV TRANSPORTSYSTEMET	40
6.1	Bidrag till att uppnå de transportpolitiska målen	40
7	HUR KAN TRANSPORTSEKTORN DRA NYTTA AV ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT?	41
7.1	Luftfart.....	41
7.2	Sjöfart.....	42
7.3	Vägtrafik.....	42
7.4	Spårtrafik.....	42
8	LAGAR OCH ANDRA FÖRFATTNINGAR SOM PÅVERKAR TRANSPORTSTYRELSENS ARBETE MED KLIMATANPASSNING	42
8.1	Luftfart.....	43
8.2	Sjöfart.....	44
8.3	Vägtrafik.....	45
8.4	Spårtrafik.....	45
8.5	Andra lagar och författningar	46
9	SLUTSATSER	47
9.1	Fortsatt arbete.....	48

1 Inledning

Transportstyrelsen har tagit fram denna klimat- och sårbarhetsanalys som en inledande del i arbetet med klimatanpassning av myndighetens verksamhet. Arbetet har genomförts under våren 2019 i samarbete med medarbetare från berörda avdelningar¹.

1.1 Bakgrund

Klimatanpassning är åtgärder som syftar till att skydda miljön och människors liv, hälsa och egendom genom att samhället anpassas till de konsekvenser som ett förändrat klimat kan medföra för mark, vatten och bebyggelse.² Detta är en fråga vars betydelse ökar och allt fler blir medvetna om att det är av stor vikt att anpassa samhället till de klimatförändringar vi redan märker av idag och de som kommer i framtiden. 2018 antog riksdagen en nationell strategi för klimatanpassning (prop. 2017/18:163), strategins övergripande syfte är att stärka det långsiktiga klimatanpassningsarbetet och den nationella samordningen av klimatanpassning i Sverige. Strategin lyfter ett antal, för Sverige, särskilt angelägna områden för arbetet med klimatanpassning. Flera av dessa har koppling till Transportstyrelsens verksamhet.

Arbetet med den nationella klimatanpassningen regleras genom Förordning om myndigheters klimatanpassningsarbete (SFS 2018:1428) som trädde i kraft den 1 januari 2019. 32 nationella myndigheter, däribland Transportstyrelsen, och samtliga 21 länsstyrelser berörs av förordningen och enligt den har myndigheterna bland annat skyldighet att initiera, stödja och utvärdera arbetet med klimatanpassning.

Myndigheternas klimatanpassningsarbete ska enligt förordningen utgå från en klimat- och sårbarhetsanalys där såväl sårbarheter och risker för hela sektorn som sårbarheter för myndighetens verksamhet analyseras och lyfts. Analysen ska ligga till grund för framtagandet av myndighetsmål och en handlingsplan innehållande åtgärder som årligen ska följas upp och rapporteras till SMHI med kopia till regeringskansliet. Klimat- och sårbarhetsanalysen ska enligt förordningen uppdateras minst vart femte år.

1.2 Transportstyrelsens ansvar

Enligt Förordning (2008:1300) med instruktion för Transportstyrelsen har Transportstyrelsen till huvuduppgift att svara för regelgivning,

¹ Avdelningarna för Sjö- och luftfart, Väg- och järnväg samt Strategisk utveckling och förvaltning

² <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Klimatanpassning/>

tillståndsprovning och tillsyn samt registerhållning inom transportområdet. Transportstyrelsen ska verka för att de transportpolitiska målen uppnås och verksamheten ska särskilt inriktas på att bidra till ett internationellt konkurrenskraftigt, miljöanpassat och säkert transportsystem. Transportstyrelsen ska även verka för att det generationsmål för miljöarbetet och de miljökvalitetsmål som riksdagen har fastställt nås och ska vid behov föreslå åtgärder för miljöarbetets utveckling.

1.2.1 De transportpolitiska målen

Det **övergripande målet** för svensk transportpolitik är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgare och näringsliv i hela landet. Under det övergripande målet finns funktionsmål och hänsynsmål.

Funktionsmålet handlar om att skapa tillgänglighet för människor och gods. Transportsystemet ska ge alla en grundläggande tillgänglighet med god kvalitet och användbarhet samt bidra till utvecklingskraft i hela landet. Transportsystemet ska också vara jämställt genom att likvärdigt svara mot kvinnors respektive mäns transportbehov.

Hänsynsmålet handlar om säkerhet, miljö och hälsa som är viktiga aspekter av ett hållbart transportsystem. Transportsystemets utformning, funktion och användning ska anpassas till att ingen ska dödas eller skadas allvarligt. Det ska också bidra till det övergripande generationsmålet för miljö och att miljökvalitetsmålen uppnås, samt bidra till ökad hälsa.

För att Transportstyrelsen ska kunna bidra till att uppfylla de transportpolitiska målen är det viktigt att myndigheten analyserar hur ett förändrat klimat skulle kunna påverka transportsystemet. Myndighetens regelgivning, tillsyn och tillståndsprovning bör vara anpassade till de förutsättningar som ett förändrat klimat kan ge. Det är också viktigt att myndigheten förebygger och minimerar risken för att driften av myndighetens tekniska system ska påverkas klimatförändringarna.

1.2.2 Agenda 2030 och de globala målen

Agenda 2030 med 17 globala mål för hållbar utveckling syftar till att utrota fattigdom och hunger, förverkliga de mänskliga rättigheterna för alla, uppnå jämställdhet och egenmakt för alla kvinnor och flickor samt säkerställa ett varaktigt skydd för planeten och dess naturresurser. Globala målen är

integrerade och odelbara och balanserar de tre dimensionerna av hållbar utveckling: den ekonomiska, den sociala och den miljömässiga.³

I Sverige har arbetet med hållbar utveckling pågått under lång tid och målen i Agenda 2030 ligger till stora delar i linje med de mål som riksdagen fastställt inom olika politikområden. Regeringens ambition är att Sverige ska vara ledande i genomförandet av Agenda 2030. Transportstyrelsens generaldirektör har skrivit under en avsiktsförklaring som binder myndigheten till att arbeta med de globala målen inom Agenda 2030 och bidra till att de uppnås.

Klimatanpassning återfinns framför allt inom mål 13 – *Bekämpa klimatförändringarna*, där det bland annat står att vi ska stärka motståndskraften mot och förmågan till anpassning till klimatrelaterade faror och naturkatastrofer i alla länder. Vi ska också enligt målformuleringen förbättra utbildningen, medvetenheten och den mänskliga och institutionella kapaciteten vad gäller begränsning av klimatförändringarna, klimatanpassning, begränsning av klimatförändringarnas konsekvenser samt tidig varning.⁴

Att integrera klimatanpassning i Transportstyrelsens arbete och därigenom säkerställa att myndigheten över tid bygger upp kunskap om klimatets effekter på transportsystemet samt hur vi bör arbeta för att minska riskerna för allvarliga konsekvenser kan ses som en del av Sveriges åtagande att uppfylla Agenda 2030.

1.3 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna klimat- och sårbarhetsanalys är att identifiera och utreda:

- Vilka konsekvenser och möjligheter ett förändrat klimat kan ge för transportsektorn i stort men också för Transportstyrelsens egen verksamhet,
- vilka av de identifierade konsekvenserna som Transportstyrelsen har möjlighet att arbeta med för att minska riskerna för samhället samt hur myndigheten genom sin kärnverksamhet kan bidra för att minska konsekvenserna,
- vilka lagar och andra författningar som påverkar myndighetens möjlighet att arbeta med klimatanpassning.

³ <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/>

⁴ <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-13-bekampa-klimatforandringarna/>

Denna analys, som är Transportstyrelsens första, ska dock inte ses som heltäckande utan kommer att utvecklas över tid.

Klimat- och sårbarhetsanalysen kommer att ligga till grund för en handlingsplan i enlighet med Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

1.4 Metod

Arbetet har främst utgått från olika klimat- och väderscenarion och de eventuella konsekvenser som kan uppstå i transportsektorn i stort till följd av ett förändrat klimat. Därefter har de konsekvenser där Transportstyrelsen genom sin kärnverksamhet har möjlighet att bidra till att minska riskerna analyserats och identifierats.

Det har även gjorts en översiktlig analys av hur ett förändrat klimat skulle kunna påverka Transportstyrelsens egen verksamhet.

Arbetet har bedrivits i projektform huvudsakligen med deltagare från avdelningarna Sjö- och luftfart (SL), Väg och järnväg (VJ) samt Strategisk utveckling och förvaltning (SUF).

Övriga berörda avdelningar har vid behov bidragit med kunskap. Information har bland annat samlats in genom interna workshoppar och fördjupade kontakter med sektioner och sakkunniga.

Vi har också tagit del av den nationella strategin för klimatanpassning, forsknings- och utredningsrapporter, information på aktuella hemsidor, bland annat SMHI:s klimatanpassningsportal. Transportstyrelsen har även anlitat Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI) för att genomföra en kartläggning av ett förändrats klimats påverkan på sjöfarten och luftfarten.⁵ Myndigheten har också inlett ett samarbete med Trafikverket och Sjöfartsverket för att gemensamt identifiera risker för transportsektorn.

1.5 Avgränsningar

I arbetet har vi valt att inte utgå från något av IPCC:s⁶ klimatscenarier utan utgår istället från det klimatscenario som finns beskrivet i Regeringens proposition 2017/18:163, *Nationell strategi för klimatanpassning*. I propositionen ges en beskrivning av hur klimatet i Sverige sannolikt kommer att se ut i framtiden, med olika tidsperspektiv. IPCC:s scenarier är

⁵ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

⁶ FN:s klimatpanel, International Panel on Climate Change

globala och har en tidshorisont som sträcker sig fram till 2100 vilket gör att det finns en uttalad osäkerhetsfaktor. Vi har valt att utgå från regeringens beskrivning av Sveriges framtida klimat då det på politisk nivå i Sverige är ett väl förankrat scenario men också för att Transportstyrelsens regler, tillsyns- och tillståndprocesser hela tiden anpassas till omvärldens förändringar och det är därför viktigt att i det löpande arbetet se ett förändrat klimat som en faktor att ta hänsyn till.

Utgångspunkten för vårt arbete har varit regeringens nationella strategi för klimatanpassning och de klimatförändringar som där redovisas.

Transportstyrelsens uppdrag är att verka på nationell basis vilket är en utmaning i förhållande till att risker och konsekvenser av förändrat klimat varierar över landet medan myndighetens författningar ska kunna tillämpas överallt.

Inom området spårtrafik ingår såväl järnväg, spårväg som tunnelbana, i det följande hanteras dock järnvägen främst⁷.

All problematik avseende risker och konsekvenser av klimatförändringar i tätbebyggda områden och städer med olika samhällsstörningar som följd hanteras inte.

I klimat- och sårbarhetsanalysen finns ingen ingående redovisning av de risker som finns gällande ett förändrat klimats påverkan på myndighetens tekniska system, exempelvis myndighetens datasystem. Informationen kring dessa system är av säkerhetsskäl sekretessbelagd. De risker som vi identifierar i arbetet kommer att tas om hand inom ramen för myndighetens ordinarie säkerhetsarbete.

I analysen kommer vi inte att beröra risker kopplade till myndighetens ekonomi då även dessa tas om hand på annat sätt inom myndigheten.

Förordningen säger att om myndigheten förvaltar eller underhåller statlig egendom ska myndigheten också anpassa den verksamheten till ett förändrat klimat. Vår uppfattning är att Transportstyrelsen inte omfattas av detta då myndigheten inte förvaltar eller underhåller fast statlig egendom.

2 Klimatscenarier

Det scenario som vi använder i denna analys beskrivs i den nationella strategin för klimatanpassning. SMHI har redogjort för vad IPCC:s så kallade RCP⁸-scenarier innebär för Sverige i rapporten *Uppdatering av det*

⁷ Kraven för godkännande är i stort detsamma för all spårtrafik.

⁸ Representative Concentration Pathways

*klimatvetenskapliga kunskapsläget*⁹ och det är den redogörelsen som den nationella strategin för klimatanpassning delvis bygger på. I sina tolkningar av Sveriges framtida klimat utgår SMHI både från klimatpanelens rapport och från andra studier inklusive regionala klimatscenarier framtagna vid Rossby Centre vid SMHI:s forskningsavdelning.¹⁰

Nedan följer en kort beskrivning av IPCC:s scenarier.

RCP-scenarierna vilka grundas på olika antaganden om hur stora utsläppen av växthusgaser kan komma att vara år 2100 och hur stor temperaturökning som kan förväntas i förhållande till det. Scenarierna benämns RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 och RCP8.5.

RCP2.6 är det scenario som måste uppnås för att vi ska nå det så kallade ”tvågraders-målet” som är globalt överenskommet genom Parisavtalet. För att nå målet måste de globala utsläppen minska drastiskt redan från 2020 och det kommer att behövas en extremt kraftfull global klimatpolitik. I dagsläget följer vi kurvan för RCP 8.5, dvs det scenario som bygger på högst utsläpp och den kraftigaste temperaturökningen. Det bygger på antaganden om låga ambitioner att minska klimatpåverkan, snabb befolkningstillväxt och långsam teknikutveckling. Utifrån hur den globala politiken ser ut idag pekar mycket på att vi år 2100 uppnår RCP4.5. Då krävs det en kraftfull klimatpolitik och att utsläppen av växthusgaser kulminerar år 2040.¹¹

⁹ SMHI rapport dec 2014

¹⁰ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

¹¹ Trafikverkets rapport ”Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete, publikationsnummer 2018:195.

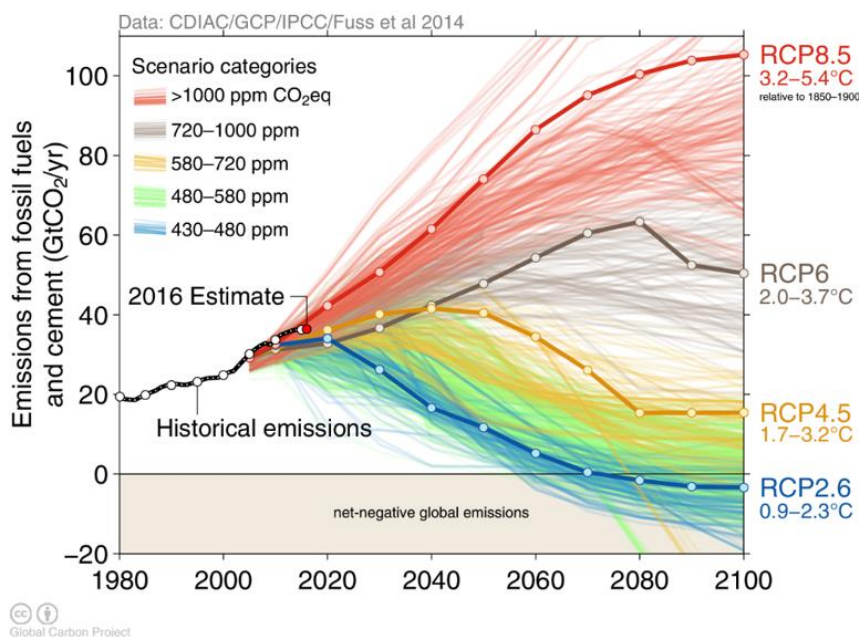


Illustration över RCP-scenarier och vilken global temperaturökning som kan förväntas år 2100 för varje scenario, källa: SMHI.

3 Ett förändrat klimat och dess effekter i Sverige

De beräkningar som SMHI har gjort visar, liksom tidigare gjorda sammanställningar, att Sverige redan idag har blivit varmare och mer nederbördsrikt. Enligt klimatscenerierna kommer temperaturen att stiga mer i Sverige och Skandinavien än det globala genomsnittet. Medeltemperaturen i Sverige förutses stiga med 3–5 grader till 2080-talet jämfört med åren 1960–1990. Vintertemperaturen kan komma att öka med upp till 10 grader i norra Sverige. Temperaturökningen leder till lindrigare snö- och isförhållanden vilket i sin tur förstärker temperaturökningen som därför blir kraftigare på vintern än på sommaren. Uppvärmningen leder också till att vegetationsperioden förlängs.

Nederbördsmonstren kommer också att förändras. Ett scenario med fortsatt höga växthusgasutsläpp (RCP8.5) visar på en ökning i nederbörd med uppemot 20 procent i stora delar av landet redan i mitten av detta sekel (2041–2070). Ökningarna gäller alla årstider, men mest i norra Sverige och mest på vintern. På sommaren i södra Sverige är ökningen betydligt mindre och ungefär hälften av SMHI:s klimatmodellsimuleringar visar t.o.m. på minskande nederbörd där. Nederbörden uppvisar mycket stor variabilitet på

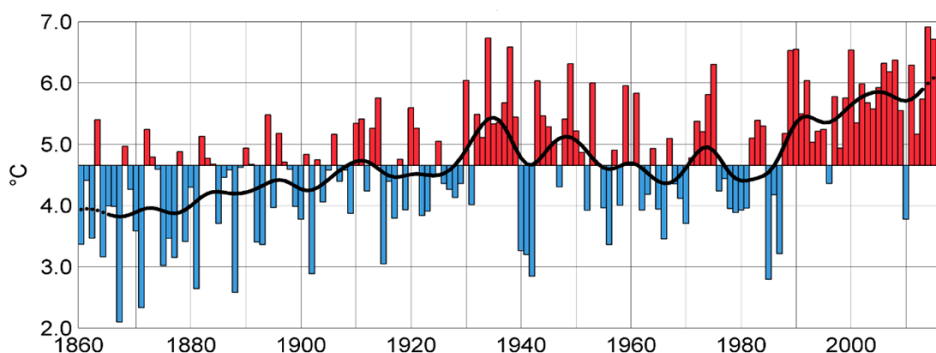
olika tidskalor vilket gör att spannet för möjliga utvecklingar i framtiden blir brett och osäkerheten är generellt större än för temperatur.

Vad beträffar vindar och stormar i Sverige i framtiden är resultaten mer osäkra. Enligt SMHI:s rapport kommer det även i framtiden att finnas mer eller mindre stormrika år eller årtionden och förekomsten av stormar kommer troligen inte att skilja sig väsentligt från hur det förhåller sig i dagens klimat.¹²

Förändringar i temperatur, nederbörd och vind får följd effekter som i sin tur får konsekvenser på många områden i samhället. Mer nederbörd ökar risken för översvämning och kan även leda till ras, skred och erosion genom försämrad markstabilitet. Andra effekter av ett förändrat klimat är förändrad mark- och luftfuktighet, förändrad snömängd, värmebölja, torka och brand. Nedan beskrivs de klimateffekter som tas upp i den nationella strategin för klimatanpassning, och som vår analys bygger på.

3.1 Ökad medeltemperatur och värmebölja

Beroende på vilket klimatscenario man utgår ifrån beräknas Sveriges årsmedeltemperatur öka mellan 2 och 7 grader fram till perioden 2071-2100 jämfört med referensperioden 1961-1990. Temperaturhöjningen beräknas bli störst under vintern och vid slutet av seklet kan den vara upp emot 10 grader högre i norra Sverige. Förändringar i temperaturen har stora regionala skillnader med kraftigast uppvärmning i Sveriges norra delar. En ökad medeltemperatur leder bland annat till att vintrarna blir kortare och varmare.¹³



Medelvärde av årsmedeltemperatur vid 35 svenska stationer, källa: SMHI.

¹² Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

¹³ Trafikverkets rapport ”Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete, publikationsnummer 2018:195.

I Sverige är värmeböljor idag ganska ovanliga jämfört med i sydeuropa. Eftersom vårt samhälle är anpassat till ett i genomsnitt kallare klimat kan dock temperaturer som betraktas som normala i andra länder upplevas som besvärande höga här. En annan viktig faktor är den så kallade värmeöeffekten¹⁴ i storstäder. Vilken effekt som värmeböljor får beror på hur människor bor och vilka möjligheter de har att finna svalka i staden genom parker, vattendrag och allmänt tillgängliga luftkonditionerade inomhusmiljöer. Senare års forskning har visat att varma perioder leder till ökad dödlighet även i Sverige. Värmeböljor blir troligen vanligare i framtiden.

Forskarna vid Rossby Centre, SMHI, har beräknat att extremt varma tillfällen, som hittills inträffat vart tjugonde år i genomsnitt, kan inträffa vart tredje till femte år i slutet av århundradet. Temperaturer på 40 °C kan då komma att inträffa vart tjugonde år i södra Sverige.¹⁵

3.1.1 Varmare vatten och mindre isutbredning

Isperiodens längd, till exempel i Storsjön och Östersjön, har redan minskat med flera veckor jämfört med slutet av 1800-talet. Antalet dagar med is kommer att fortsätta att bli färre även om det vissa år kommer att vara mycket kalla vintrar och lång isperiod. Framför allt beräknas isläggningen att senareläggas.¹⁶

3.1.2 Åskoväder

Åska och konvektion bildas framförallt på grund av tre komponenter; instabilitet i atmosfären, fuktigheten i luften och en mekanism som får luften att lyftas från marken. En instabil luftmassa uppstår framförallt en varm sommardag när solen värmer marken, vilket medför att luften vid marken blir betydligt varmare än luften ovanför. Den andra faktorn är beroende av fuktigheten i luften, om luften är tillräckligt fuktig finns risk att större åskmoln kan bildas. Studier visar på att dagar med risk för åska förväntas öka i slutet av seklet med omkring 10-15 dagar per år över Sverige. En förhöjd åskrisk kan även förväntas vid bergskedjor så som svenska fjällen. Den främsta anledningen till att åska förväntas bli vanligare är till följd av att temperaturstigningen möjliggör en högre halt vattenånga i

¹⁴ En urban värmeö är ett storstadsområde som är påtagligt varmare än omgivningarna. Temperaturskillnaden är som regel större nattetid än under dagen, och större på vintern än under sommaren. Den tenderar även att vara större vid låga vindhastigheter.

¹⁵ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

¹⁶ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

atmosfären, och därmed kommer fuktigheten i luften att öka. En längre åksäsong har i studier noteras, med tidigare start i maj, och förlängt avtagande till september.¹⁷

3.1.3 Snötäcke

I dalgångar i de nordligaste fjälltrakterna bildas normalt det första snötäcket i början av oktober. På högfjället sker detta redan i september. Närmast hav och större sjöar är temperaturen förhållandevis hög under hösten och förvintern, varför kusttrakterna som regel är snöfattiga i början av vintern. Vid Skånes sydkust bildas snötäcke i medeltal först en bit in i december. Klimatförändringarna kan få till följd att det kan dröja betydligt längre innan ett mer varaktigt snötäcke bildas, särskilt i landets södra delar. Söder om en linje från mellersta Värmland, genom södra Dalarna till mellersta Gästrikland kan man inte heller räkna med att snötäcket alltid ligger kvar vintern igenom. I och med klimatförändringarna beräknas snötäckets varaktighet att minska, och i de södra delarna kommer det troligtvis att bli ovanligt med varaktigt snötäcke över huvud taget.¹⁸

3.1.4 Nollgenomgångar och förändrade tjälförhållanden

När temperaturen växlar omkring fryspunkten för vatten under ett dygn kallas det för nollgenomgångar, vilket får konsekvenser för bland annat vinterväghållning. Nollgenomgångar är allra vanligast i mellersta Sverige där man i genomsnitt har 100–120 stycken per år. Minsta antalet inträffar i Skåne, kring Väneren samt utmed Götalands och Svealands kuster. Generellt för landet sker flest nollgenomgångar på våren, men de förekommer nästan lika ofta under hösten och vintern. Enligt den senaste sammanställningen av klimatscenarier från SMHI kommer antalet nollgenomgångar att minska i hela landet under höst och vår. Under vintern kommer antalet nollgenomgångar att minska i landets södra delar, men öka i mellersta och norra Sverige.¹⁹ Ett varmare klimat ger också mindre tjäle i marken vintertid.

3.1.5 Torka och vattenbrist

Klimatscenarierna pekar på att vattentillgången i stora delar av södra Sverige kommer att minska. Minskningen beror främst på att växter

¹⁷ Change in Thunderstorm Activity in a Projected Warmer Climate: a Study over Europe Förändring Åskaktivitet i ett varmare framtida klimat: En studie över Europa

¹⁸ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

¹⁹ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

kommer att förbruka mer vatten, eftersom växtsäsongen förlängs i ett varmare klimat. Det är framförallt de östra delarna av Götaland och Svealand som kommer att drabbas. Låg vattenföring i vattendrag och låga vattenstånd i sjöar och grundvatten leder till vattenbrist och konkurrens mellan användning av vatten för vattenförsörjning och bevattning eller avlopp. Högre temperaturer gör att mer vatten avdunstar från mark och vattendrag. SMHI har redovisat den beräknade utvecklingen för tillgången till vatten, antal dygn per år när det är relativt torrt i marken och antal dygn per år med låg vattenföring i vattendragen. När det gäller markfuktighet väntas störst förändringar i Skåne och i områden kring Vänern och Vättern, med mer än 60 fler dygn med torka varje år, fram till nästa sekelskifte.²⁰ Vid långvarig torka inträffar också många bränder i skog och mark.

3.1.6 Brand

Den ökande temperaturen medför ökad avdunstning som leder till ökad torka och därmed även ökad brandrisk. Risken för bränder väntas öka både genom en förlängd brandrisksäsong och genom att frekvensen av högriskperioder ökar. Generellt gäller enligt de beräkningar som sammanställs av IPCC (2013) och SMHI:s beräkningar för Sverige att även i framtiden kommer hög brandrisk att vara vanligast förekommande i de områden som redan i dagens klimat är mest utsatta för brandrisk.²¹

Brandrisksäsongens längd ökar i södra Sverige med cirka 50 dagar, i norra Sverige är ökningen 10–30 dagar. Frekvensen av högriskperioder ökar i hela Sverige. Runt Östersjön pekar scenarierna på att högriskperioder kommer att förekomma varje år i slutet av seklet.²²

3.2 Ökad nederbörd, skyfall och översvämning

Risken för översvämningar kommer att öka under det närmaste seklet till följd av extrema vattenflöden i sjöar och vattendrag, ökande och mer intensiv nederbörd och stigande havsnivåer.

Höga flöden i sjöar och vattendrag kan bli vanligare i stora delar av Götaland samt nordvästligaste Norrland, i de södra fjälltrakterna och i södra Norrlands kustland. Flödena beräknas bli lägre i delar av Svealand, i

²⁰ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

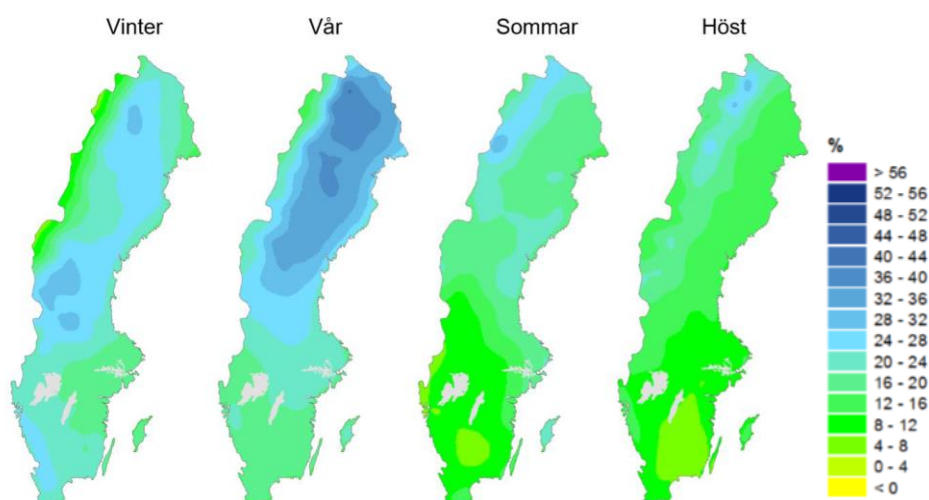
²¹ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

²² Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

Norrlands inland och norra kustlandskapen. De lokala skillnaderna är dock stora.

Uppsala, Göteborg, Kristianstad, Karlstad och Kungsbacka är, enligt MSB, särskilt sårbara för översvämning från sjöar och vattendrag. Boende och arbetsplatser kan komma att påverkas och konsekvenserna för bland annat infrastruktur och natur- och kulturmiljö skulle också vara betydande. Flera av de nyss nämnda orterna antas få ökade problem med höga flöden i ett förändrat klimat. Såväl riksintressen för väg och järnväg som kulturmiljöer och naturreservat skulle beröras i stor utsträckning av översvämningar från ett 100-årsflöde. Konsekvenser av översvämningar vid de stora sjöarna har belysts i flera rapporter och utredningar bland annat av SMHI. På grund av utbyggnaden av samhällsstrukturen och de geologiska och geotekniska stabilitetsförhållandena är problematiken runt Väneren och längs Göta älv särskilt svårlöst.

De uppskattningar av framtida förändringar och klimatfaktorer som hittills gjorts pekar i allmänhet på en framtida ökning av extrem korttidsnederbörd. Resultaten tyder på en ökning av intensiteten med kortare varaktigheter än 1 timme. Regnskurar kan bli mer intensiva även i områden där den totala nederbörden inte förväntas öka eller kanske till och med kommer att minska. Den extrema korttidsnederbörden är i dagens klimat relativt jämnt fördelad över landet. Den framtida ökningen uppvisar inte heller några tydliga regionala skillnader.²³



Förändring i nederbörd för respektive årstid i slutet på seklet (2069-2098) jämfört med referensperioden 1961-1990. Beräkningarna baseras på RCP 4.5-scenariot. Källa: SMHI.

²³ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

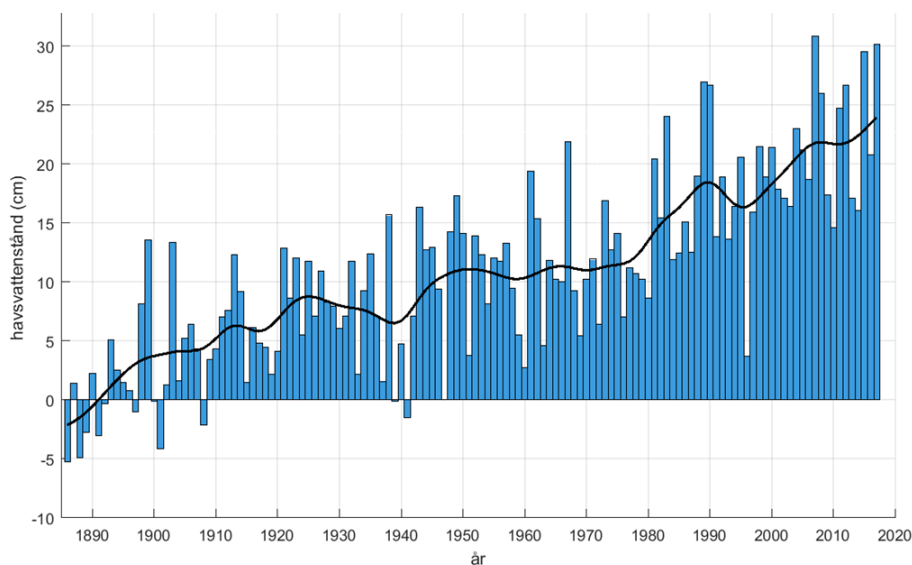
3.3 Havsnivåhöjning och förändrade grundvattennivåer

En havsnivåhöjning leder till ökad översvämningsrisk vid högvatten i kustområden. En höjd havsnivå leder också till förändringar i kustlinjen, då områden som tidigare inte gjorde det, permanent kommer täckas av vatten. I dessa fall rör det sig inte längre om någon översvämning utan om ett nytt normaltillstånd.

Den globala havsnivån har stigit med i genomsnitt 1,7 millimeter per år under perioden 1901–2010. Under perioden 1993–2010 var stigningstakten 3,2 millimeter per år. I framtiden väntas havsnivån fortsätta att stiga i högre takt. FN:s klimatpanel bedömde i sin femte utvärdering att havsnivåhöjningen kommer att vara ungefär en meter fram till år 2100.

I stora delar av Sverige motverkas havsnivåhöjningen av landhöjningen. Landhöjningen varierar och är störst i norra Sverige vid Bottenvikskusten (cirka 10 millimeter per år) och minst i Skåne (cirka 0 millimeter per år). Stockholm har en landhöjning på cirka 5 millimeter per år. På sikt kan havsnivåhöjningen bli så pass stor att Östersjön riskerar att rinna in i Mälaren, vilket bland annat skulle påverka Mälaren som dricksvattentäkt. Översvämnningar vid låglänta kuster kan förvärras i samband med höga havsvattenstånd och stigande havsnivåer. Höjda havsvattenstånd uppkommer tillfälligt till följd av rådande lufttryck och stormar, vilket bland annat kan leda till problem med erosion för låglänta områden. Detta gäller speciellt i södra Sverige som är mer exploaterat och mer utsatt för stormar från väster och delvis har mer erosionsbenägna stränder.²⁴

²⁴ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning



Havsvattenslåndets förändring i centimeter, för 14 mätstationer längs Sveriges kuster, sedan 1886. Diagrammet är korrigerat för landhöjningen, källa: SMHI.

Grundvattennivåerna har redan börjat påverkas och kommer att ändras på grund av den förändrade nederbörden och temperaturen. Den ökade nederbörden kan ge höjda grundvattennivåer med allt från någon till tiotals centimeter. I de sydöstra delarna av landet kan grundvattennivåerna däremot komma att sjunka. Den höjda temperaturen kan ge ökad grundvattenbildning under vinterhalvåret, på grund av mer nederbörd i form av regn, i främst de södra delarna av Sverige. Sänkningen av grundvattennivån under sommarhalvåret i hela landet kan komma att förlängas på grund av den tidigare snösmältningen, högre temperaturer och längre somrar. Den största förändringen i framtiden förväntas ske under vinter och vår med höjda grundvattennivåer under vintern i norra Sverige och sänkta grundvattennivåer i främst sydöstra Sverige under våren.²⁵

3.4 Ras och skred

Jordskred och ras är snabba massrörelser i jordtäcknet eller i berggrunden. Kraftig nederbörd och ökade flöden i vattendrag liksom höjda och varierande grundvattennivåer ökar risken för ras och jordskred.

De ökade riskerna uppstår framför allt i områden där risken är hög redan i dag: Vänerlandskapen, Göta älvdalen, östra Svealand och nästan hela

²⁵ Trafikverkets rapport ”Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete, publikationsnummer 2018:195.

Norrlands kust. De lokala förhållandena avgör var riskerna kommer att vara störst.

Risken för slamströmmar (vatten som bär med sig jordmassor) ökar också framför allt i fjällområdena och i kuperad terräng med moränjordar. Skador vid skred och ras handlar dels om skador på mark och byggnader inom det drabbade skredområdet, dels om skador inom det markområde nedanför slänten där skred- och rasmassorna hamnar. Om ras och skred sker i mark som är förorenad kan föroreningarna spridas till större områden bland annat vattendrag och orsaka ytterligare skador på miljön och människors hälsa. Ett skred eller ras är i många fall en följd av en naturlig erosionsprocess och kan bland annat utlösas av riklig nederbörd eller av mänskliga ingrepp i naturen. Statens geotekniska institut (SGI) genomförde under 2009–2012 den s.k. Göta älvutredningen med anledning av ökade flöden i älven vid ett förändrat klimat. Utredningen undersökte skredriskerna längs Göta älv, hur dessa påverkas vid ökad avtappning genom älven samt vilka erosions- och skredförebyggande åtgärder som behöver vidtas. Göta älvdalen är en av de mest skredkänsliga dalgångarna i Sverige. På grund av förekomsten av högsensitiv lera, så kallad kvicklera, kan skreden få stor omfattning och riskerna kommer att öka i ett förändrat klimat. Längs älven finns också förorenad mark.

Klimatförändringen innebär att omkring 25 procent av de kartlagda områdena kommer att få en högre risknivå fram till år 2100, om inga åtgärder vidtas. Områden med hög skredrisk bedöms öka med cirka 10 procent fram till år 2100 i förhållande till i dag om inga åtgärder vidtas.

3.5 Erosion

Erosion är nednötning och transport av jord, berg eller annat material på grund av påverkan från till exempel vind, rinnande vatten eller vågor.

Erosion är en naturlig process som påverkar berg, kuster, vattendrag och sjöar och minskar förutsättningar för många värdefulla och hotade arter. Erosion kan också vara ett hot mot byggnader och samhällsviktig infrastruktur. Erosion kan delas in i tre olika typer: kusterosion, erosion i vattendrag och fartygsgenererad erosion (fartygens svallvågor ger då upphov till erosionen). Erosion i vattendrag förekommer längs de flesta vattendrag. Att ras och skred sker i anslutning till vattendrag är ofta en konsekvens av erosionen. Kusterosion drabbar i störst utsträckning områden som består av lättrörlig jord eller sand. Med en stigande havsnivå ökar risken för stranderosion längs kusterna. Sannolikheten för kusterosion är störst i södra Sverige främst Halland, Skåne, Blekinge, Öland och Gotland

och där är också konsekvenserna för samhället störst. De största problemen med stranderosion förväntas i Skåne.²⁶

3.6 Mark- och luftfuktighet

Luftfuktighet (andelen vattenånga i atmosfären) uppstår när vattnet i exempelvis hav, sjöar och mark värms upp och stiger. Luftfuktigheten har en stor inverkan på väder och klimat och är den växthusgas som påverkar jordens uppvärmning mest. En allt varmare planet innebär att avdunstningen ökar så att atmosfären blir fuktigare, vilket förstärker växthuseffekten ytterligare. För låg fuktighet kan innebära att material torkar ur och för hög luftfuktighet kan leda till mögel eller korrosion. Om elektronik utsätts för torr luft kan det orsaka statisk elektricitet, medan hög luftfuktighet kan leda till kondens med överslag som följd.

Luftfuktighet spelar också in exempelvis vid halkbildning och isbildning på flygplan, vindkraftverk och master. Det råder viss osäkerhet om och hur den relativa fuktigheten (mängden vattenånga i luften i förhållande till maximal mängd vid rådande temperatur) i Sverige kommer att förändras.²⁷

3.7 Förändrade vindmönster och stormar

Det är svårt att förutse hur vindmönstret kommer att förändras i framtiden. Olika forskningsstudier visar på olika resultat.

SMHI har studerat hur vindklimatet varierat över tid. Då det saknas långa homogena mätserier av vind i Sverige utgick de istället ifrån observationer av lufttryck på ett antal olika väderstationer runt om i landet och genomförde en rad olika beräkningar med hjälp av insamlad data.

Huvudslutsatsen utifrån denna analys var att SMHI inte kunde se någon statistiskt signifikant trend på vindens egenskaper i landet som helhet. I norra Sverige kunde dock en tydlig minskning ses i vindens medelhastighet.

Klimatscenarier ger inga tydliga svar på hur vinden kan komma att förändras i ett framtida klimat. Men liksom i dagens klimat kommer det att finnas mer eller mindre stormrika år eller årtionden.

I en ny studie har forskare vid University of Melbourne i Australien använt sig av mätdata från 31 satelliter och drygt 80 bojar utplacerade runt om i

²⁶ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

²⁷ Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning

världshaven, och kommit fram till att det skett en liten medelökning av våghöjd och vindhastighet till havs de senaste 33 åren.

Studien²⁸ visar att det framför allt är extremvindarna som blir starkare och den största ökningen har skett i Södra oceanen, där extrema vindar har ökat med 1,5 meter per sekund, eller åtta procent under den här perioden. Resultatet matchar FN:s klimatpanels beräkningar att ett varmare klimat ger mer extremt väder, men det behövs mer forskning för att ta reda på om resultatet beror på naturliga cykler eller på just klimatförändringar eftersom studien bygger på en så kort tidsperiod.

En analys av det svenska vindklimatet baserat på tryckobservationer visar inga signifikanta trender för stormar i Sverige under senaste århundrande men man ser en liten minskning av medelvindsstyrkan.²⁹ Även flera nya kunskapssammanställningar är försiktiga i sina bedömningar av observerade respektive förväntade trender. Även IPCC och Helcom³⁰ 2013 konstaterar att det inte finns någon klar bild men kanske en svag tendens av en ökning av medelvinden över havet. När det gäller extremvindar är bilden ännu otydligare.³¹

3.8 Biologiska och ekologiska effekter

När klimatet blir varmare flyttar klimatzoner och vegetationszoner norrut. Det påverkar växter och djurs livsvillkor, reproduktion, fördelning och storlek hos populationer samt förekomst av skadeorganismer. Arter kan försvinna och nya kan etablera sig, redan vid små temperaturförändringar. Ett varmare klimat kan också leda till att en tidsskillnad uppstår i tidigare stabila system, till exempel mellan vårens ankomst med lövsprickning och mellan insektstoppar och flyttfåglars ankomst. Nordliga arter kan försvinna i och med avsaknad av reträttvägar norr om Skandinavien. Mest hotade är arter på mellan- och högalpina zoner och de som kräver stort rumsligt utrymme.

Förändrade förutsättningar är också att vänta för den marina miljön och kusten. Enligt IPCC förväntas en avsevärd temperaturökning inom Östersjön och Västerhavet vid slutet av århundradet. Effekterna är minskad utbredning av istäcket, ökad tillförsel av näringsämnen, effekter på

²⁸ R. Young och A. Ribal. "Multiplatform evaluation of global trends in wind speed and wave height". Science. DOI: 10.1126/science.aav9527 (2019)

²⁹ Wern, L. och Barring, L. 2009. Sveriges vindklimat 1901-2008. Analys av förändring i geostrofisk vind. SMHI Meteorologi Nr 138/2009.

³⁰ Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission

³¹ SMHI Klimatologi Nr 10, 2014 Risker, konsekvenser och sårbarhet för samhället av förändrat klimat – en kunskapsöversikt.

utbredning av arter och ekosystem. Salthalten bedöms minska och problemen med syrefria bottnar och algbloomningar bedöms öka. Fiskbestånden och marint liv bedöms påverkas bland annat genom ökad temperatur, minskad salthalt, ökad syrgasbrist och andra klimatfaktorer som påverkar artsammansättning, födoval och tillväxthastighet. Havsförsurningen påverkar de marina ekosystemen och riskerar att minska havets motståndskraft mot klimatförändringarna ytterligare. Försurningen uppstår när koldioxid tas upp av havet och påverkar beståndet av skalbildande arter och kräfdjur, som i sin tur utgör viktig föda för fiskbeståndet.³²

4 Klimatförändringarnas påverkan på transportsystemet

I detta avsnitt redogörs för vilka konsekvenser som effekterna av ett förändrat klimat kan få för transportsystemet. Analysen har gjorts för att i senare skede kunna avgöra var Transportstyrelsen genom sitt ansvarsområde kan bidra till att minska konsekvenserna i transportsystemet men också för att vi ska kunna analysera klimatförändringarnas påverkan på myndighetens interna verksamhet. I det fortsatta arbetet kan ytterligare konsekvenser och effekter identifieras. En ambition har varit att även identifiera vinster för transportsystemet till följd av förändrat klimat, men tillgången till sådana uppgifter har varit begränsade.

4.1 Ökad medeltemperatur och värmebölja

En förhöjd lufttemperatur kommer att påverka luftfarten eftersom en ökad värme minskar luftens densitet och därmed försämrar flygplanens bärkraft. Den minskade lyftförmågan innebär att flygplanen måste uppnå högre fart på marken innan de kan lyfta vilket kräver längre rullbanor. Om temperaturen är tillräckligt hög och rullbanorna inte är tillräckligt långa måste flygplanets vikt minskas. Det i sin tur medför lastbegränsningar och begränsningar i hur mycket bränsle flygplanet kan tankas med innan start.³³ Om flygplanen inte kan tanka tillräckligt stora mängder för att kunna gå non-stop till slutdestinationen kan det att innebära flera mellanlandningar och ett ökat antal mellanlandningar kan bidra till att skapa kapacitetsproblem och en större klimatpåverkan då det uppstår trängsel

³² SMHI Klimatologi Nr 10, 2014 Risker, konsekvenser och sårbarhet för samhället av förändrat klimat – en kunskapsöversikt.

³³ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

kring flygplatser och flygplanen tvingas kvar i så kallade holdinglägen i luften innan landning eller i kö på marken innan start. Det bidrar till en ökad bränsleförbrukning och större utsläpp. Att luftfarten globalt sett sannolikt kommer att drabbas av minskad bärkraft till följd av ett varmare klimat kan också leda till att flygbolagen i framtiden tvingas flyga med lägre kabinfaktor eller använda mindre flygplan än idag. Det i sin tur leder till ett ökat antal flygningar vilket också är en bidragande faktor till kapacitetsproblem och ökad klimatpåverkan. Att temperaturen i Sverige skulle nå så pass kritiska värden att flygningar från svenska flygplatser skulle behöva ställas in är inte sannolikt. Däremot är det inte osannolikt att så pass höga temperaturer uppstår i andra länder och därmed påverkar luftfarten i Sverige genom exempelvis förändrade krav på flygplanens startvikt i relation till rullbanornas längd. Ytterligare en effekt skulle kunna vara att flygningar från andra länder till Sverige ställs in och därmed bidrar till att flygningar från Sverige till andra länder inte kan avgå som planerat.³⁴

En ökad temperatur ger också mjukare asfalt vilket kan komma att påverka rullbanor och uppställningsplatser på flygplatser negativt. Kraven på asfalten tjocklek är bland annat beroende av lastspecifikationer och den temperaturzon som flygplatsen ligger i. Ett varmare klimat kräver tjockare, och annorlunda uppbyggd asfalt för att skador inte skall uppstå.³⁵ I framtiden kan detta medföra att asfalten på svenska flygplatser måste följa andra krav än de som gäller idag.

År 2007 bedömdes det att fram till år 2080 kommer det att kosta ca 300 miljoner kronor att bygga bort den reducerade bärigheten i asfalten på Sveriges flygplatser till följd av en temperaturhöjning. Samtidigt bedömdes en stor del av kostnaden att kunna tas inom ramen för det kontinuerliga underhållet.³⁶

Ökade medeltemperaturer och värmeböljor kan bidra till att inomhustemperaturen i terminaler och andra byggnader på flygplatserna stundtals blir för varm varpå ökad kapacitet i kylanläggningarna krävs. Att installera sådana kan innebära stora kostnader för flygplatserna. Vid långvariga värmeböljor kan arbetssituationen bli påfrestande för den personal som arbetar på flygplatserna, framför allt för dem som arbetar utomhus.

Den ökade temperaturen kommer att medföra ökad avdunstning, vilket kan medföra att vattennivåer i sjöar och vattendrag minskar. Detta kan komma att påverka framkomligheten för sjöfarten. Den ökade avdunstningen kan

³⁴ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

³⁵ Sårbarhetsanalys av rullbanors förändrade bärighet och renoveringsbehov av flygplatsers dagvattensystem, Luftfartsstyrelsen 2008-09-23

³⁶ SOU 2007:60 Konsekvenser av klimatförändringar och extrema väderhändelser

också komma att kräva mer muddring och åtgärder för att hålla farleder öppna.^{37 38}, vilket kan medföra ökade avgifter som kan påverka den svenska sjöfarten. För Sveriges del är det framförallt framkomligheten i Göta Kanal och Göta älv som kan påverkas. Även Vänern kan sommartid få lägre vattennivåer på grund av ökad avdunstning men också på grund av att växtligheten i avrinningsområdet tar upp mer vatten.³⁹

Ökade temperaturer och värmeböljor kan innebära att arbetsmiljön ombord på fartygen blir påverkad. Detta är dock redan idag ett naturligt inslag för den sjöfart som trafikerar varmare delar av världen och frågan hanteras inom det systematiska arbetsmiljöarbetet. För sjöfart som bedrivs inom Sverige kan dock höga temperaturer vara en ny fråga som dels kan komma att kräva ny utrustning ombord såsom kylanläggningar och fläktar, men frågan kan också behöva adresseras i rederiernas arbetsmiljöarbete, genom att exempelvis nya rutiner för att upprätthålla en hälsosam och säker arbetsplats tas fram.

En ökad medeltemperatur på dagens turistorter i t ex södra Europa kan komma att bidra till att turismen flyttar sig till andra destinationer där temperaturerna är mer behagliga. Till följd av det kan Sverige i framtiden få en ökad turism vilket skulle öka allt transportarbete av såväl person- som godstransporter i Sverige, både på våra vägar, järnvägar och flygplatser men också i våra handels- och fritidsbåtshamnar.

Värmeböljor kan också medföra risk för trafikstörningar, exempelvis oväntade stopp i väg- och järntrafiken på grund av exempelvis brand, vilket bland annat ställer krav på beredskapsplaner från transportörer och samhällsaktörer. En del i detta kan vara hantering av tågpassagerare som vid ett längre stopp kan bli sjuka av värmen, och det finns risk för att det då inte finns tillgång till vatten och sanitär utrustning eller att eventuell utrymning av stillastående tåg kan ske på säkert sätt för såväl passagerare som räddningspersonal. Motsvarande problematik gäller även långa stopp i vägtrafiken⁴⁰.

En ökad temperatur påverkar asfalten på vägnäten på samma sätt som på flygplatsernas rullbanor och uppställningsplatser. En mjukare asfalt ökar bland annat risken för spårbildning samtidigt som ytbeläggningen blir hal vilket kan bidra till ett ökat antal trafikolyckor. Underhåll för spårbildning bedöms öka med fem procent vid låga trafikflöden utom i norr, där underhållet bedöms minska med fem procent. Ojämnheter bedöms minska

³⁷ EPA, 2016, Climate Change impact on the transport sector, <https://archive.epa.gov/epa/climate-impacts/climate-impacts-transportation.html>

³⁸ Karl, T.R.; Melillo, J.M.; Peterson, T.C., 2009 Global Climate Change Impacts in the United States. Cambridge University Press, <http://aquaticcommons.org/2263/1/climate-impacts-report.pdf>

³⁹ Sjöfartsverket, rapportering av regeringsuppdrag klimatanpassning 2018 (18-01896-3)

⁴⁰ Värmens påverkan på samhället, MSB 2015

med tio procent. I stort förskjuts åtgärderna från att vara tjälrelaterade till att bli värme- och vattenbelastningsrelaterade.

Den ökade temperaturen under vintern minskar risken för rälsbrott på järnvägen, medan den under sommaren innebär ökat underhåll. Det blir ökade risker för stormfällning av skog vilket ger konsekvenser för kraftmatningen till järnvägen. Längre perioder med värmeböljor riskerar att rälskomponenter i växlar och kontaktledningar expanderar och därmed orsakar störningar i tågtrafiken. Ett varmare klimat bidrar även till mer lövinslag i svenska skogar vilket ökar risken för lövhalka, också det med åtföljande trafikstörningar. Ett ökat inslag av lövskog höjer humusinblandningen i ballast och avrinningsanläggningar, vilket ställer krav på ökat underhåll⁴¹.

4.1.1 Varmare vatten och mindre isutbredning

En varmare vattentemperatur leder till ett annat växt- och djurliv i våra svenska vatten vilket i sin tur kommer att bidra till en förändrad och ökad påväxt på båtbottnar. Det kan därför komma att krävas nya tekniker för att förhindra påväxt på skrov. En ökad nederbörd kan medföra ökad tillförsel av sötvatten till Östersjön genom floder och älvar vilket kan bidra till att havets salthalt minskar vilket då istället skulle kunna leda till att påväxten på båtskrov minskar.

Minskad isutbredning och förändrad temperatur i Östersjön kan medföra att isens struktur och utbredningsmönster förändras vintertid. En minskad isutbredning kommer att medföra en längre fraktsäsong och ett förändrat behov av isbrytningsåtgärder. Sjöfartsverket bedömer att den befintliga flottan av isbrytare behöver upprätthållas på kort och medellång sikt, men på lång sikt (mer än 60 år) kan behovet av isbrytare komma att minska.⁴²

Varmare vatten kommer inte bara att ha betydelse för isutbredningen i Östersjön utan även på andra platser på jorden. En mindre isutbredning i och runt Arktis kommer att innebära ökade möjligheter till fartygstrafik och godstransporter i Arktis. Att kunna gå genom den så kallade Nordostpassagen innebär förkortade resvägar mellan Asien och Europa men det medför också en risk för påverkan på dels det marina livet i Arktis genom fartygsbuller, undervattensbuller, isbrytning och eventuella oljeutsläpp, dels på den arktiska miljön genom olika utsläpp från fartygstrafiken.

⁴¹ Värmens påverkan på samhället, MSB 2015

⁴² Sjöfartsverket, rapportering av regeringsuppdrag klimatanpassning 2018 (18-01896-3)

Så kallade isvägar på sjöar och andra vattendrag kräver långvarig kyla och när klimatet blir varmare blir isvägarna färre. Framförallt i norra Sverige ersätter ofta isvägarna färjerutter vintertid, ibland möjliggör de trafik till öar eller orter som annars inte kan nås med bil eller med tunga transporter. Ett exempel är vår nordligaste allmänna isväg, två mil nordväst om Överkalix där isvägen öppen halva året. Kostnaderna för att hålla igång en isväg uppskattas vara ungefär det samma som för en vanlig väg då en isväg medför kostnader för personal och extra snöröjning men å andra sidan blir kostnader för vägunderhåll, sand eller salt mindre.⁴³

Om och i så fall hur isutbredning och varmare vatten påverkar järnvägen har vi inte funnit uppgifter om.

4.1.2 Åskoväder

Ett ökat antal kraftiga åskoväder innebär en säkerhetsrisk för luftfarten och kan därför leda till förseningar och inställda flyg. Ofta måste piloten flyga runt ovädet eller inte lyfta alls vilket leder till förseningar, trängsel i luftrummet och att flygplan blir kvar på flygplatserna. Med fler flygplan kvar på flygplatserna ökar sannolikt behovet av uppställningsplatser.. Mycket åska kan leda till ett oförutsägbart utnyttjande av luftrummet vilket får påverkan på kapaciteten och regulariteten. Kapaciteten och regulariteten i Sverige kan även påverkas negativt trots att åskovädren inte uppstår här utan på andra platser i världen. Detta då luftfarten är ett globalt transportmedel.

Åska innebär också risk för att tekniska system ska slås ut eller att elavbrott på flygplatsen uppstår. Det finns redan idag reservkraft att tillgå på flygplatserna om elavbrott skulle inträffa men om avbrotten blir långvariga eller om system och utrustning som krävs på flygplatsen eller av flygtrafikledningen slås ut så påverkas flygplatsernas driftsförmåga i negativ riktning.

Även sjöfarten kan påverkas av åskoväder och för sjöfartens del är det viktigt att gällande konstruktionskrav kontinuerligt ses över för att säkerställa att de hela tiden är förenliga med de förutsättningar som fartygen utsätts för.

Järnvägen är kraftigt elberoende. I stort sett all trafik sker med eldrivna fordon. Störningstoleransen bedöms redan utan extrema väderhändelser som relativt låg, bland annat beroende på att ca en tredjedel av järnvägsnätet har trafikmängder som ligger nära kapacitetstaket. Åska är en faktor som kan beröra järnvägen genom påverkan på både elleveranser och icke EMP-

⁴³ Ur Skärgårdsredarna, nr 1 2010

skyddade elektronisksystem (elektromagnetisk puls) vilket kan ge kan ge förödande konsekvenser för de IT-system och dess information som järnvägen är beroende av.

4.1.3 Snötäcke

Kraftiga snöfall påverkar luftfarten, främst på grund av att rullbanor och uppställningsplatser inte hinner snöröjas och halkbekämpas i den omfattning som krävs. Kraftiga snöfall innebär ofta att rullbanor får stängas av med förseningar och inställda flyg som följd.⁴⁴

Om kraftigt snöfall som ger ett tjockt snötäcke inträffar innan det har hunnit bli tillräckligt låga temperaturer för att isbildning ska kunna ske på sjöar och älvar kan det medföra att isvägar tvingas öppna senare på säsongen eller inte alls. Detta påverkar såväl person- som godstransporter framförallt i norra Sverige.

4.1.4 Nollgenomgångar och förändrade tjälförhållanden

Nollgenomgångar påverkar luftfarten genom att det bildas halka på rullbanor och uppställningsplatser. Nollgenomgångar kan också bidra till nedisning av flygplan och den tekniska utrustningen som krävs för att flygplan ska kunna starta och landa på en flygplats. Nedisning av teknisk utrustning kan bidra till försämrade funktion och orsaka driftsstörningar i form av försenade och inställda flyg. Vid frekventa nedisningar av utrustningen så uppkommer ett ökat slitage vilket kan leda till ett ökat underhåll och därmed bidra till ekonomiska risker för flygplatserna.⁴⁵

För allmänflyget innebär en ökad frekvens av nollgenomgångar att risken att drabbas av isbildning i förgasaren under flygning (förgasaris) ökar vilket är en säkerhetsrisk.⁴⁶

Nedisning och kraftig halka på flygplatsernas markytor kan komma att kräva utökade halkbekämpningsinsatser, främst på flygplatser i landets norra delar, då det främst är där som ett ökat antal nollgenomgångar kan förväntas. Med en utökad halkbekämpning finns det risk för negativ miljöpåverkan i form av ökade utsläpp av miljöfarliga ämnen så som glykol och urea.⁴⁷

⁴⁴ Intern workshop 2018-12-13

⁴⁵ Info från sektionen för flygtrafiktjänst 2019-01-28

⁴⁶ Workshop med allmänflygsäkerhetsrådet 2018-11-22

⁴⁷ Sårbarhetsanalys av rullbanors förändrade bärighet och renoveringsbehov av flygplatser dagvattensystem, Luftfartsstyrelsen 2008-09-23

Förändrade tjälförhållanden kan också innebära ökade kostnader för luftfarten då fler och större tjälskott kan uppstå i rullbanor och på uppställningsplatser. Med ökade temperaturer bedöms dock endast flygplatser i landets norra delar att påverkas av detta.

Vid kraftiga snöfall uppstår problem att snöröja allmänflygets gräsfält om det inte finns någon tjäle.⁴⁸

Ett ökat antal nollgenomgångar kan också innebära problem för sjöfarten då det kan bidra till nedisning av fartyg och kraftig halka ombord vilket i sin tur kan leda till ökade skador på besättning och passagerare. Nedisning av fartyg kan också leda till att dess stabilitet påverkas negativt på grund av att fartygets översta delar blir för tunga till följd av isens vikt. Kyla i kombination med kraftig vind förvärrar risken för nedisning.

Snö eller underkyllt regn på vägbanan ökar olycksrisken då det kan ge upphov till blixthalka, även kallad ishalka och svarthalka. Blixthalka kan även uppstå vid frysande regn. Blixthalka är farlig i dubbel bemärkelse; den är extremt hal, dessutom kan den vara svår att särskilja från avsevärt mindre halt väglag. Underlaget kan bidra till kraftigt försenad eller inställd kollektivtrafik, att tunga lastbilar som blir stående längs vägarna eller drabbas av avåkning med ökad olycksrisk som följd. Tung lastbilar kan också få sladd och bli stående tvärs över vägbanan och därmed utgöra en säkerhetsrisk samtidigt som de hindrar framkomligheten för annan trafik.

Tjälförekomst har betydelse för vägens bärighet och beständighet. Minskad tjäle tillsammans med blötare förhållanden vintertid gör att det blir svårare att vid skogsavverkning få ut virke och stockar från skogsavverkning på alltför mjuka skogsbilvägar.

Mindre tjäle i marken är också en risk för järnvägen då det skapar större förutsättningar för stormfällning och nedblåsta träd över kontaktledningar och räls. Mildare och blötare vintrar tillsammans med en minskad tjäle ökar risken för stormskador oavsett förändringar i vindklimatet.⁴⁹ Detta beror främst på att markens förmåga att ”hålla fast” träd och andra föremål minskar i ett mildare och våtare klimat med mindre tjäle.

Tjälskador kan vara ett problem på järnvägar även i samband med långa, kalla och snöfattiga vintrar, främst på äldre banor som har mycket tjälkänsligt material i bankroppen, till exempel silt som är en finkornig jordart. Störst problem vid så kallade tjällyft uppstår i gränzonen mellan påverkade och icke påverkade sliprar, där resultatet kan bli att sliprar saknar

⁴⁸ Uppgift vid workshop med allmänflygsäkerhetsrådet 2018-11-22

⁴⁹ <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/vind-information-1.22492>

eller har begränsat stöd underifrån. Ett sådant spår fel kan medföra kraftiga stötar i tåget om inte hastigheten sänks. Tåget kan då skada spåret genom rälsbrott. Ofta inträffar uppfrysningen ojämnt så att den ena rälsen lyfts mer än den andra, så att ett skevningsfel uppstår och tåg kan spåra ur, vilket är den farligaste typen av uppfrysning⁵⁰.

En banvall är mer öppen för frostnedträngning än en vägbank. Banvallar är också betydligt känsligare genom de stränga krav som finns avseende rörelser i spåret. Nybyggda banor frostsäkras enligt moderna byggnormer men äldre banor har inte frostsäkrats på samma sätt. Framtida frostmängd uppskattas baserat på statistiska beräkningar och kännedom om olika materials termiska egenskaper⁵¹.

4.1.5 Torka och vattenbrist

Som nämndes i avsnitt 4.1 kan vattennivåerna i sjöar och vattendrag påverkas vid torka, dels genom avdunstning, dels genom att växtligheten i avrinningsområdet tar upp mer vattnet. Lägre vattennivåer kan leda till försämrade framkomlighet för sjöfarten i sjöar och andra vattenvägar.

Vid torka och vattenbrist kan aktiviteter kring järnvägen öka risken för brand då det bildas gnistor från gjutjärnsbromsblock vid inbromsning, vid spårslipning, vid spårsvetsning och vid riven kontaktledning med mera som i sin tur kan orsaka gräsbränder.

4.1.6 Brand

Stora bränder påverkar alla transporter enskilt och logistiken mellan de olika trafikslagen. Flygplatser och hamnar påverkas om vägar och järnväg stängs av. Väg- och järnvägssystemet kan direkt påverkas genom avstängningar inom ett brandriskområde vilket i sin tur ökar trycket på farbara omledningsvägar. För att bedöma sannolikhet och omfattning för detta krävs mer studier kring hur svenska bränder kan påverka framkomligheten.

Vid torrt och varmt väder kan järnvägen och dess trafik bidra till en ökad brandrisk. Vid inbromsning, spårslipning och spårsvetsning uppstår gnistor. Även nedrivna kontaktledningar kan bilda gnistor som kan antända torrt gräs och orsaka gräsbränder.

Vid krissituationer är det viktigt att hålla vägar till och från flygplatserna öppna då räddningstjänst måste ha god tillgång till flygplatserna då de utgör

⁵⁰ Nationell beredskapsplan järnvägen 2019, Trafikverket

⁵¹ Ibidim

en del i deras räddningsaktion. Regionala flygplatser har en oerhört viktig roll i krisberedskap och krishantering.

4.2 Ökad nederbörd, skyfall och översvämning

Redan idag sker översvämningar orsakade av långvarig eller kraftig nederbörd. Vid skyfall eller långvariga regn riskerar flygplatser att översvämmas om det kommer större vattenmängder än vad flygplatsens dagvattenanläggningar och VA-system klarar av. Då en flygplats utgörs av främst hårdgjorda ytor finns det inte så stor tillgång till naturliga avrinningsområden och översvämningens risker blir därmed större. Flygplatsers infrastruktur kan vid skyfall och långvariga regn därför drabbas av översvämningsskador vilket kan ha betydelse för anläggningsunderhåll, säkerhet och nödutrymningsplanering. I förlängningen kan det betyda att dagvattensystem och VA-anläggningar måste byggas ut för att öka kapaciteten i systemen. En sådan utbyggnad kan medföra betydande kostnader för flygplatserna.⁵²

En annan konsekvens till följd av skyfall är inställda och försenade flyg främst på grund av stora vattenmängder på rullbanor och uppställningsplatser.

När det kommer till allmänflygets verksamhet så innebär skyfall och höga flöden att gräsfält och mindre flygplatser riskerar att översvämmas. Om flygplatserna inte kan användas under en längre tid kan det förutom att ge stora ekonomiska konsekvenser för flygklubbarna även påverka samhällsinsatser som t ex ambulansflyg och brandövervakning med flygplan.⁵³

För sjöfartens del är det viktigt att gällande konstruktionskrav kontinuerligt ses över för att säkerställa att de hela tiden är förenliga med de förutsättningar som fartygen utsätts för så att kritisk utrustning alltid fungerar och inte påverkas av fukt och regn. Översvämningar och skyfall kan innebära att anläggningar som är viktiga för hamnars funktion tar skada. Som exempel måste hamnskyddsanläggningar och miljöanläggningar fungera även i ett förändrat klimat.

Skyfall kan även innebära att vattennära områden med höga föroreningshalter till följd av varvsverksamhet för större fartyg eller fritidsbåtar kan komma att översvämmas eller utsättas för erosion, vilket

⁵² Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

⁵³ Workshop med allmänflygsäkerhetsrådet 2018-11-22

innebär risk för läckage av giftiga ämnen som är bundna i marken eller behov av sanering.

Sjöfarten kan också påverkas negativt av att åtgärder vidtas för att skydda andra verksamheter i samhället. Till exempel har man på vissa platser byggt barriärer för att skydda bebyggelse och infrastruktur från översvämning. Vid högvatten stängs barriärerna vilket hindrar genomfart för sjöfart. Ett exempel på detta är Thames barriär i London och det finns även planer på att bygga liknande barriärer för att skydda Göteborg vilket kan hindra sjöfarten längs Göta älv.⁵⁴

Höga flöden till följd av skyfall och långvariga regn kan också orsaka slamströmmar och kraftig avrinning vilket kan orsaka ansamlingar av silt och skräp som kan påverka framkomligheten i kanaler och andra vattendrag. För att kunna upprätthålla framkomligheten kan muddringsinsatser eller andra åtgärder behövas.⁵⁵

Det har under senare år allt oftare rapporterats om översvämningar av vägar och tunnlar, och att broar, vägar och vägbankar spolats bort, eller riskerat att spolats bort. Den ökade översvämningrisken drabbar framför allt bebyggelse, vägar och järnvägar. Översvämningar och höga flöden kan medföra att viktiga försörjningsfunktioner såsom elstolpar och nätstationer raderas eller medföra en ökad belastning på dammar eller skyddsvallar som i sin tur kan bidra till att dessa skadas eller brister.⁵⁶

Höga flöden och översvämning innebär också ökad risk för skred och erosion. Sådana händelser kan påverka framkomligheten för all trafik på väg och järnväg och redan idag har det i Sverige förekommit tillfällen med långa avstängningstider på väg och järnväg.

Väganläggningar påverkas dock i första hand genom ökad grundvattenbildning och ökad avrinning i vattendrag direkt efter regn eller genom snösmältning. Långvarigt regn höjer grundvattennivån och ger förhöjda portryck i jorden, vilket försämrar den naturliga släntstabiliteten. Höga flöden i stora och medelstora vattendrag innebär erosionsrisk med påverkan på slänter vid vattendrag och med åtföljande risk för skred samt även påverkan på brostöd och broöverbyggnader.

⁵⁴ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

⁵⁵ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

⁵⁶ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

Vid höga vattenflöden i närheten av järnvägsspår är risken för negativa konsekvenser på bankapaciteten överhängande. Långvarigt regn, även lågintensivt, kan ge upphov till översvämningar eller höga vattenflöden i vattensystemen. Det kan ge problem med belastning på banvallar, vattentrummor och brofundament med ökad risk för genomspolning och bortspolning. Kortvariga men intensiva regn kan ge upphov till översvämningar som belastar till exempel banvallar och vattentrummor.⁵⁷

4.3 Havsnivåhöjning och förändrade grundvattennivåer

Den globala havsnivåhöjningen kommer att påverka olika delar av Sverige på olika sätt på grund av att landhöjningen varierar över landet, vilket gör att nettoeffekten av havs- resp landhöjningen varierar längs den svenska kusten. I södra halvan av Sverige kan havsnivån vid slutet av århundradet ha ökat en meter jämfört med början av århundradet. I Stockholm bedöms höjningen vid slutet av århundradet endast bli 0,5 meter och norr om Gävle kommer den att vara mindre än 0,1 m.⁵⁸

Havsnivåhöjningen bidrar till ett ökat vattendjup vilket inte innebär några nackdelar för sjöfarten, men höjd havsnivå kan medföra problem i vissa hamnar där hela hamnen eller bara kajanläggningar, vågbrytare, förtöjningar mm kan behöva anpassas eller flyttas.⁵⁹ Höjningen av havsnivån innebär också att den sjögeografiska informationen måste uppdateras.

Seglingsfria höjder under broar och skyltar kommer i framtiden att minska till följd av havsnivåhöjningen. Vissa fartyg som idag trafikerar Göta älv kommer sannolikt inte att ta sig under Älvsborgsbron, vilket skapar behov av anpassningsåtgärder så som höjning av bron eller acceptans för en minskad tillgänglighet i transportsystemet⁶⁰. Färjelägen, främst på västkusten, kan också behöva anpassas.

En höjning av havsnivån innebär att vattennära områden med höga föroreningshalter till följd av varvsverksamhet för större fartyg eller fritidsbåtar kan komma att översvämmas och/eller utsättas för erosion, vilket innebär risk för läckage av giftiga ämnen eller behov av sanering.

En höjning av havsnivån i kombination med ökad vind bedöms också ge problem för lågt liggande vägtunnlar och vägar som riskerar att översvämmas med stopp i trafikflödet som efterföljande konsekvens.

⁵⁷ SOU 2007:60

⁵⁸ Bergström 2012.

⁵⁹ Sjöfartsverket 18-01896-3:

⁶⁰ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, utgivningsår 2018

Utöver översvämningsrisken finns risk för att konstruktionen kan lyftas. Anpassningsåtgärder förutsätts för att förhindra sådana skador. Det är dock svårt att bedöma omfattning på eventuella skador och åtgärder.

4.4 Ras och skred

För sjöfarten kan ökande vattenflöden medföra svårigheter bland annat genom ökad risk för erosion, ras och skred i trånga passager. SGI fick 2009 i uppdrag av regeringen att utföra en inventering av riskerna för skred längs Göta älv med anledning av ett förändrat klimat med ökade flöden i älven. Risker för skred är höga i dagsläget och är ett av de konsekvensområden som identifierades för sjöfarten.⁶¹

Risk för ras och skred påverkar även väg- och järnvägsnätet allvarligt. Större nederbördsmängder och intensivare nederbörd innebär översvämnningar, genomspolning av bankkonstruktioner med risk för ytterligare åtföljande ras och skred. Ökade flöden ger ökad risk för bland annat erosion vid brostöd och anslutande bankar.

4.5 Erosion

Den höjda vattennivån kommer att leda till ökad risk för översvämnningar och erosion längs kusterna. Vid fjällnära sluttningar ökar risken för slamströmmar. Ökade flöden medför också starkt ökad risk för erosion vid brostöd, landfästen och anslutande bankar vilket kan innebära avstängda vägar och järnvägar som påverkar framkomligheten och tillgängligheten men även risk för trafikolyckor. Förutsättningarna för erosion, ras, skred och slamströmmar bedöms öka i flera delar av landet. Detta kan också påverka framkomligheten för sjöfarten och nödvändiggöra muddringsåtgärder.

4.6 Mark- och luftfuktighet

Låg markfuktighet tillsammans med åska kan leda till sämre åskledning och därmed större risk för åsknedslag i teknisk utrustning så som luftfartens navigationsutrustning och andra master, vilket innebär säkerhetsrisker som leder till att flygningar blir försenade eller får ställas in. Om systemen slås ut måste flygtrafikledningen tillfälligt stänga luftrummet och inga flyg kan då landa eller starta på den aktuella flygplatsen.

För sjöfartens del är det nödvändigt att den tekniska utrustningen klarar av fuktiga förhållanden för att de ska fungera även under sådana omständigheter. Fartygens utrustning måste därför vara konstruerad för att

⁶¹ Sjöfartsverket 18-01896-3:

fungera och ska uppfylla de krav som finns framtagna för att säkerställa detta.

Låg markfuktighet innebär också större risk för brand, vilket är en av de största riskerna för både väg- och järnvägstrafiken. Risk för brand kan innebära att spårtrafiken ställs in i förebyggande syfte då bland annat gjutjärnsbromsblock i tågets bromsar kan skapa gnistor och därmed orsaka brand, se även 4.1.6 Brand.

4.7 Förändrade vindmönster och stormar

Om globala vindmönster förändras kommer det att påverka den globala luftfarten, men också sannolikt den svenska luftfarten. Förändringar i stora vindsystem på hög höjd kan leda till att start- och landningstider på flygplatser utanför Sverige sätts ur spel vilket i sin tur kan ha påverkan på start- och landningstider i Sverige. Ju mer oförutsedda händelser som sker ju större blir påverkan på kapaciteten i luftrummet vilket i sin tur bidrar till fler och större förseningar.⁶²

Om vindriktningar på lägre höjder skulle förändras skulle det kunna bidra till en ökad sidvind på flygplatser vilket försvårar start och landning.⁶³

Ett ökat antal stormar skulle påverka luftfarten främst i form av inställda och försenade flyg då alltför hårt väder innebär för stora säkerhetsrisker för att starta och landa. Stormar kan också medföra stora ekonomiska förluster för luftfarten eftersom föremål kan blåsa in på flygplatser och orsaka skada på luftfartyg och hangarer. Även osäkrat gods inne på flygplatsområdet, så som containrar och bagage, kan blåsa omkring och bidra till att stora materiella skador inträffar. Mindre flygplan kan också blåsa iväg och förstöras om de inte är tillräckligt fastsäkrade. För områden där kraftiga stormar förväntas kan man även förvänta fler avbrott i flygplatsanslutningarna.⁶⁴

Forskningsresultat visar att turbulens, framför allt så kallad ”clear air turbulence” (CAT), kommer att öka kraftigt under kommande årtionden till följd av ett förändrat klimat. Den globala uppvärmningen kommer att bidra till att öka denna typ av turbulens på grund av att vindinstabiliteten på hög höjd i de så kallade jetströmmarna stärks men också på grund av att det blir mer förekommande med starkare fickor av grov luft. CAT är den mest problematiska typen av turbulens då den inte syns i luftrummet och inte

⁶² Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

⁶³ Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

⁶⁴ Workshop med allmänflygsäkerhetsrådet, 2018-11-22

heller går att upptäcka med radar. Som exempel förväntas allvarlig turbulens över Atlanten öka med ca 180 procent och densamma över Europa med ca 160 procent. Studier visar att den kraftigt ökande turbulensen kommer att medföra att skador på kabinpersonal och passagerare kommer att tredubblas till år 2050 i jämförelse med idag.⁶⁵

Sjöfarten påverkas av kraftiga stormar och orkaner på olika sätt⁶⁶ och bör därför undvika att gå genom kraftiga stormar och orkanområden. Det råder osäkerhet om hur vindarna kommer att utvecklas till följd av klimatförändringarna och i dagsläget pågår ingen verksamhet inom IMO för att globalt arbeta med frågan. Under hösten 2019 kommer IMO att hålla ett seminarium om extremväder och sjöfart. Frågan om förändrade vindmönster och stormar och dess betydelse för sjöfarten kommer sannolikt att belysas ytterligare under seminariet.

En kraftigare vind till havs kan även ge konsekvenser för sjöfarten på grund av vågor. Vågor som möter land kan påverka och förstöra både konstruktioner och naturliga kustområden.

För marktransporter kan stormar med åtföljande fallande träd orsaka kraftiga störningar och skador på elförsörjningen och telenäten. Vägar kan blockeras av fallande träd vilket hindrar alla vägtransporter. Därmed ökar behovet av att fälla träd på mark som inte tillhör väghållaren för att minska skador, detsamma gäller längs med järnvägen. Vid händelse av större drabbade områden hindrar även blockerade vägar transporter av exempelvis mobil reservkraft och drivmedel till reservkraftaggregat att nå ut till nödställda i det olycksdrabbade området.⁶⁷

Ett ökat antal stormar kommer att få påverkan på vägtrafiken, i synnerhet på långa tunga fordon och bussar.⁶⁸ Problem med avåkningar i samband med hård vind och halt väglag har redan idag uppmärksammats i Sverige⁶⁹. Körning i stark sidvind kan medföra att främst dubbeldäckad buss utsätts för så stora aerodynamiska lyft- och sidokraft att framvagnen förlorar väggreppet.

En av de största riskerna för järnvägstrafiken är påverkan på elförsörjningen. Om frekvensen av byvind ökar medför detta ökade krav på kraftigare konstruktioner av kontaktledningar för järnvägsnätet. I kustområden med havssalt i luften innebär ökade byvindar ökat slitage på

⁶⁵ <https://www.telegraph.co.uk/science/2017/10/04/mid-air-turbulence-set-triple-due-climate-change-scientists/>

⁶⁶ Karl, T.R.; Melillo, J.M.; Peterson, T.C., 2009 Global Climate Change Impacts in the United States. Cambridge University Press, <http://aquaticcommons.org/2263/1/climate-impacts-report.pdf>

⁶⁷ SOU 2007:60

⁶⁸ (Albertsson et al., 2003).

⁶⁹ Slutrapport Hastighetsanpassning av busstrafik vid hårda vindar, Vägverket 2006

ledningarna på grund av saltets effekter vilket redan idag är besvärligt långt med västkusten.

4.8 Biologiska och ekologiska effekter

Ett förändrat djurliv kan medföra säkerhetsrisker för luftfarten. Om större fåglar och flockfåglar etablerar sig kring landets flygplatser kan det innebära risk för fågelkollisioner vilket kan leda till olyckor och i värsta fall ett totalt haveri, både vad gäller den tyngre luftfarten och allmänflyget.

Fågelkollisioner är inget nytt fenomen inom luftfarten, så länge luftfarten har existerat har det funnits säkerhetsrisker kopplade till kollisioner med fåglar. Den ökade risken till följd av ett förändrat klimat kan dock kopplas till att flera större fåglar och nya arter kan etablera sig i Sverige och därmed utgöra en säkerhetsrisk som vi inte är vana vid. En ökad nederbörd kan komma att kräva utökade dagvattensystem på flygplatserna vilket i sin tur också är en faktor som påverkar förekomsten av fåglar då öppna dagvattensystem är attraktiva lokaler för fåglar.⁷⁰

Förändrade förhållanden i haven, exempelvis varmare vatten, lägre salthalt med mera kan innebära att det marina livet i våra hav, sjöar och vattendrag påverkas. Ett förändrat växt- och djurliv i hav och andra vatten kan medföra en ökad risk för att främmande arter sprids med ballastvatten och intar svenskt vatten där de kan etablera sig och slå ut inhemska djur- och växtarter.

Vad avser väg och järnväg har antalet viltolyckor i landet ökat markant mellan åren 2014 och 2018⁷¹. På nationell basis har ökningen under dessa år gått från 47 167 olyckor till 63 750. En förklaring kan vara att allt fler djurarter drar sig längre norrut då de ökande temperaturerna bidrar till att tillgång på föda längre norrut är god.

Ökande skogstillväxt och högre träd leder till ökad risk för stormfällning, oavsett om stormfrekvensen ökar vilket kan påverka framkomlighet och olycksrisk.

⁷⁰ Intern workshop 2018-12-13

⁷¹ Nationella viltolycksrådet jan 2019

5 Påverkan på Transportstyrelsens kärnverksamhet

Det är av stor vikt att Transportstyrelsens verksamhet fungerar och är säker trots de utmaningar ett förändrat klimat kan ge. Transportstyrelsens verksamhet ska utveckla ett tillgängligt transportsystem med hänsyn till säkerhet, miljö och hälsa. Med respekt för konsekvenser för medborgare och näringsliv ska myndigheten utforma regler och följa upp att de efterlevs. Transportstyrelsen ska också förse samhället med uppgifter om transportmedel och förare. Det är därför viktigt att väga in att de förutsättningar vi är vana vid kommer att förändras i och med att Sverige kommer att få ett varmare och delvis våtare klimat.

Det finns en risk att myndigheten i sin regelgivning inte tar hänsyn till förändrade klimateffekter och därmed inte tillhandahåller regler som är anpassade till ett förändrat klimat. Risken finns då att reglerna inte bidrar till att skapa ett transportsystem som bidrar till en god tillgänglighet till hela landet. Det är viktigt att vi säkerställer att de regler som Transportstyrelsen förfogar över minimerar konsekvenserna som ett förändrat klimat kan innebära för både medborgare och näringsliv.

Det finns också risk för att Transportstyrelsens tillsynsverksamhet inte hanterar alla de risker som ett förändrat klimat kan ge. För att skapa och upprätthålla ett säkert och tillgängligt transportsystem så bör tillsynsverksamheten utvecklas till att även täcka in risker som ett förändrat klimat kan medföra. Även i de processer som styr tillståndsgivningen bör effekterna av ett förändrat klimat vägas in i besluten.

En av Transportstyrelsens huvuduppgifter är att förse samhället med uppgifter om transportmedel och förare. Det är därför av största vikt att myndighetens registerhållning inte påverkas av klimatförändringarna utan även fortsättningsvis är tillräckligt robust för att fungera säkert i ett förändrat klimat där bland annat risken för översvämningar och värmeböljor (och därmed ökat behov av kylning av serverhallar med mera uppstår) ökar. En risk som finns är att robustheten i myndighetens tekniska system inte säkerställs i den takt som krävs.

Transportstyrelsen har ett informationsansvar gent emot allmänheten och branschorganisationer. Idag informerar inte myndigheten om de risker och sårbarheter som skulle kunna uppstå i transportsystemet till följd av ett förändrat klimat vilket kan ses som en sårbarhet.

Ytterligare en risk i myndighetens interna arbete är om medarbetarnas kunskapsnivå är för låg både vad gäller klimatets effekter på transportsystemet men också om vad klimatanpassning är och hur vi skulle

kunna arbeta med klimatanpassning inom våra verksamhetsområden. Om kunskapsnivån höjs ökar sannolikt såväl förståelsen för arbetet samt för hur det kan bedrivas i framtiden.

Att inte arbetet med klimatanpassning är integrerat i myndighetens övriga säkerhetsarbete kan också ses som en risk. Klimatanpassning är inte en miljöfråga utan en säkerhetsfråga vilket gör att frågan hör ihop med det samlade säkerhetsarbetet. Att integrera klimatanpassning i säkerhetsarbetet skulle bidra till att betona vikten av arbetet. För att minimera risken för dubbelarbete, att frågor behandlas olika eller inte hanteras alls i olika delar av verksamheten föreslås en översyn över var ansvaret för arbetet med klimatanpassning ska ligga. Det är av vikt att medarbetarna får kunskap om att klimatanpassning är en fråga om säkerhet.

6 Transportstyrelsens roll för klimatanpassning av transportsystemet

Som ovan redovisat kan effekterna av ett förändrat klimat få stora konsekvenser på transportsystemet. Redovisningen ska dock inte ses som heltäckande utan kommer att utvecklas och fördjupas över tid.

Transportsektorn består av många olika aktörer, med olika mandat och rådighet, det är därför viktigt att analysera hur Transportstyrelsens roll ser ut och inom vilka områden myndigheten har rådighet att bidra till att minska konsekvenserna av ett förändrat klimat. Utifrån de konsekvenser som redovisats i avsnitt 4 har vi analyserat Transportstyrelsens roll och mandat. I bilaga 1 till denna rapport redovisas Transportstyrelsens rådighet kopplat till olika konsekvenser för transportsektorn. Analysen utgår från Transportstyrelsens kärnverksamhet regelgivning, tillsyn, tillståndsgivning samt myndighetens möjlighet till informationsspridning.

6.1 Bidrag till att uppnå de transportpolitiska målen

De transportpolitiska målen säger att vi ska ha en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgare och näringsliv i hela landet. Transportsystemets funktion är att skapa tillgänglighet för människor och gods samtidigt som hänsyn tas till trafiksäkerhet, miljö och hälsa.

Det är viktigt att Transportstyrelsen inom sitt ansvarsområde ser arbetet med att anpassa transportsystemet till ett förändrat klimat som en viktig faktor för att bidra till de transportpolitiska målen. Om inte konsekvenser av ett

förändrat klimat omhändertas, riskerar tillgängligheten i landet att minska. Om flygplatser, vägar och järnvägar stängs av på grund av t ex översvämning eller ras och skred, minskar tillgängligheten till hela landet vilket kan ge stora konsekvenser för både näringsliv och privatpersoner liksom för olika samhällsfunktioner. Detsamma gäller om förutsättningarna förändras för sjöfarten, så att inte varor och gods kan transporteras som planerat. Samtidigt kan säkerhetsrisker för passagerare och personal, och risken för miljöpåverkan, komma att öka.

7 Hur kan transportsektorn dra nytta av ett förändrat klimat?

Ett förändrat klimat för inte bara med sig negativa konsekvenser för transportsystemet och samhället i stort, det finns också positiva följder av ett förändrat klimat, vilka är viktiga att uppmärksamma och ta till vara.

Nedan listas de positiva effekterna som vi funnit under arbetet med analysen. Troligtvis finns det många fler, vilket vi har för avsikt att analysera längre fram.

7.1 Luftfart

Till följd av ett varmare klimat kommer flygplatser i landets södra delar att behöva använda en mindre mängd halkbekämpningsmedel på rullbanor och uppställningsplatser och det kommer sannolikt inte heller behöva genomföras lika många avisningar av luftfartyg. Det gör att den lokala miljöpåverkan kring flygplatserna blir mindre eftersom en mindre mängd miljöskadliga ämnen riskerar att läcka ut till mark och vatten.

Flygplatser i de södra delarna av landet kommer sannolikt heller inte behöva snöröjas i samma omfattning som idag vilket minskar kostnaderna för flygplatserna.

Ett varmare klimat ger också en längre flygperiod för allmänflyget vilket är positivt i den meningen att bruksflyg bland annat kan utföra samhällsnyttiga uppdrag under en större del av året.

7.2 Sjöfart

För sjöfarten kommer färre kalla dagar än idag innebära mindre isbildning på fartyg, riggar och i hamnarna. Det kommer även att betyda färre dagar med isdimma.⁷²

Mindre isutbredning kan sannolikt innebära mindre behov av isbrytning och längre fraktsäsong. Avsmältning av polarisarna öppnar möjligheterna för transporter genom Arktis vilket kan korta transportvägarna mellan Europa och Asien.

7.3 Vägtrafik

Till följd av ett varmare klimat förväntas användningen av vägsalt totalt sett i landet minska. Det gör att den lokala miljöpåverkan minskar eftersom en mindre mängd miljöskadliga ämnen läcker ut till mark och vatten.

En kortare tjälad period ger minskade deformationer i vägens över- och underbyggnad, men kan kräva större underhåll om tjälen används som en bärande resurs.

7.4 Spårtrafik

En positiv konsekvens till följd av varmare vintertemperaturer är minskad risk för så kallade rälsbrott. Det medför också mindre risk för nedisning av kontaktledningar som annars innebär ökad risk för trafikstörningar.

8 Lagar och andra författningar som påverkar Transportstyrelsens arbete med klimatanpassning

I det följande redovisas författningar per trafikslag som innebär viss rådgivning i myndighetens arbete med klimatanpassning, se även bilaga 1a. En mer komplett och detaljerad redovisning kommer att utvecklas över tid.

⁷² Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan, VTI rapport 960, Utgivningsår 2018

8.1 Luftfart

- Chicagokonventionen
- Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/1139 av den 4 juli 2018 om fastställande av gemensamma bestämmelser på det civila luftfartsområdet och inrättande av Europeiska unionens byrå för luftfartssäkerhet, och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 2111/2005, (EG) nr 1008/2008, (EU) nr 996/2010, (EU) nr 376/2014 och direktiv 2014/30/EU och 2014/53/EU, samt om upphävande av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 552/2004 och (EG) nr 216/2008 och rådets förordning (EEG) nr 3922/91 (Text av betydelse för EES.)
- Kommissionens förordning (EU) nr 139/2014 av den 12 februari 2014 om krav och administrativa rutiner för flygplatser enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 2016/208.
- Kommissionens förordning (EU) nr 965/2012 av den 5 oktober 2012 om tekniska krav och administrativa förfaranden i samband med flygdrift enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 216/2008
- Luftfartslagen (2010:500)
- Luftfartsförordningen (2010:770)
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:19) om drift av flygplats.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:20) om säkerhetsledning av allmän flygplats.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:25) om beredskap om räddningsinsatser samt räddningstjänst på flygplats.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:26) om utformning och drift av flygplatser som inte kräver godkännande.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2010:132) om utformning av bansystem och plattor på flygplats.

8.2 Sjöfart

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/59/EC om mottagningsanordningar i hamn för fartygsgenererat avfall och lastrester.
- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 765/2008 av den 9 juli 2008 om krav för ackreditering och marknads kontroll i samband med saluföring av produkter och upphävande av förordning (EEG) nr 339/93.
- Resolution MEPC. 207(62) 2011 guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species.
- The International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004 (BWM Convention).
- Sjölag (1994:1009)
- Sjötrafikförordningen (1986:300)
- Lagen (1980:424) om åtgärder mot förorening från fartyg.
- Förordning (1980:789) om åtgärder mot förorening från fartyg.
- Barlastvattenlag (2009:1165).
- Barlastvattenförordning (SFS 2017:74)
- Sjöfartsverkets föreskrifter (SJÖFS 2001:13) om mottagning av avfall från fritidsbåtar.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2017:73) om hantering och kontroll av fartygs barlastvatten och sediment.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2018:6) om fartyg som trafikerar polarområdena (Polarkoden)
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2010:96) om åtgärder mot föroreningar från fartyg.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2009:119) om arbetsmiljö på fartyg.

- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2017:26) om fartyg i nationell sjöfart.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2009:114) om skrovkonstruktion, stabilitet och fribord.

8.3 Vägtrafik

- Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/54/EG av den 29 april 2004 om minimikrav för säkerhet i tunnlar som ingår i det transeuropeiska vägnätet.
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/96/EG av den 19 november 2008 om förvaltning av vägars säkerhet.
- Vägsäkerhetslagen (2010:1362)
- Vägsäkerhetsförordningen (2010:1367)
- Lagen (2006:418) om säkerhet i vägtunnlar
- Förordningen (2006:421) om säkerhet i vägtunnlar
- Plan- och bygglagen, PBL, (2010:900)
- Plan- och byggförordningen, PBF, (2011:338)
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2010:183) om vägsäkerhet.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2015:27) om trafiksäkerhet i vägtunnlar med mera.

8.4 Spårtrafik

- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1371/2007 av den 23 oktober 2007 om rättigheter och skyldigheter för tågresenärer
- Kommissionens delegerade förordning (EU) 2018/762 av den 8 mars 2018 om upprättande av gemensamma säkerhetsmetoder för krav på säkerhetsstyrningssystem i enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/798 och om

upphävande av kommissionens förordningar (EU) nr 1158/2010 och (EU) nr 1169/2010

- Kommissionens förordning (EU) nr 1302/2014 av den 18 november 2014 om en teknisk specifikation för driftskompatibilitet avseende delsystemet Rullande materiel – Lok och passagerarfordon i Europeiska unionens järnvägssystem
- Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/797 av den 11 maj 2016 om driftskompatibiliteten hos järnvägssystemet inom Europeiska unionen (omarbetning)
- Järnvägslagen (2014:519)
- Järnvägsförordningen (2004:526)
- Lag (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg.
- Förordning (1990:1165) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg.
- Lagen (2006:263) om transport av farligt gods.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2015:77) om bedrivande av tågtrafik.
- Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2010:115) om godkännande av spåranläggning eller fordon för tunnelbana och spårväg.

8.5 Andra lagar och författningar

Lagar och andra författningar som Transportstyrelsen inte förfogar över men som är viktiga i en effektiv anpassning till ett förändrat klimat⁷³ är bland annat:

- Plan-och bygglagen (2010:900),
- Miljöbalken,
- Lagen med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet (1998:812)
- Lagen om allmänna vattentjänster.
- Lagen (2003:778) om skydd mot olyckor
- Lagen (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder vid extraordinära händelser i fredstid
- Livsmedelslagen (2006:804)

⁷³ SOU 2017:42

- Anläggningslagen (1973:1149)

9 Slutsatser

Efter att ha analyserat vilka konsekvenser ett förändrat klimat kan få för transportsektorn i stort samt hur Transportstyrelsen genom sin verksamhet kan bidra till att minska konsekvenserna kan vi konstatera att myndigheten har flera olika verktyg att arbeta med, till exempel internationell påverkan, nationell lagstiftning och en utökad tillsyn. Vi ser också att en ökad intern och extern kunskap om ett förändrat klimats påverkan på transportsystemet är viktig för att kunna göra rätt avvägningar. Transportstyrelsen skulle kunna bidra till en kunskapshöjning genom intern och extern informations-spridning. Arbetet med klimatanpassning kan komma att kräva både ekonomiska och personella resurser från Transportstyrelsen. Myndigheten befinner sig redan idag i ett ansträngt ekonomiskt läge vilket gör att detta åtagande kommer i resursmässig konflikt med andra åtaganden som myndigheten har. För att hantera klimatanpassningsarbetet kommer sannolikt resurser behöva tas från andra uppgifter. Omfattningen av myndighetens insatser på detta område är således beroende av hur andra ofinansierade åligganden, bl.a. på säkerhetsområdet, kommer att kunna hanteras.

Luftfart och sjöfart är internationella branscher som således till största delen måste regleras internationellt. De flesta regler skrivs inom ICAO (International Civil Aviation Organisation), IMO (International Maritime Organisation) och EU för att sedan implementeras i svensk lagstiftning. Klimatanpassning har under de senaste åren blivit mer och mer uppmärksammat både inom ICAO och EU. Reglerna inom både sjöfart och luftfart måste redan idag fungera i olika klimat runt om i världen vilket gör att gällande regelverk inom de flesta områden anses vara tillämpliga även i ett förändrat klimat i Sverige. Transportstyrelsen har dock möjlighet att lyfta och uppmärksamma frågor inom internationella forum och regelprocesser och därigenom få till en regeländring om vi anser att så krävs. En sådan process tar dock oftast flera år.

Vad gäller både luftfart och sjöfart så finns dock förutsättningar inom tillsynsverksamheten för att arbeta mer aktivt för att försäkra sig om att aktörer inom flyg- och sjöfartsbranschen som Transportstyrelsen utövar tillsyn mot, följer de delar av regelverken som är tillämpliga. Det kan innebära att verksamheten måste anpassa sig för att klara av de nya förutsättningarna som ett förändrat klimat kan ge. Inom tillsynsverksamheten skulle Transportstyrelsen även kunna kräva av

aktörerna att de i t ex sina egenkontrollprogram tar hänsyn till klimatanpassning och har en plan för hur de ska förbereda sig för nya förutsättningar till följd av ett förändrat klimat. Det skulle också kunna betyda att aktörerna tar hänsyn till klimatanpassning i sitt arbetsmiljöarbete.

Transportstyrelsen deltar i många olika internationella kommittéer, organ och församlingar också inom väg- och järnvägsområdet. För vägtrafiken deltar myndigheten i PIARC:s tunnelsäkerhetskommitté (World Road Association), en intresseorganisation för vägmyndigheter med ca 120 medlemsländer. En av de äldsta tekniska kommittéerna är tunnelkommittén C3.3 Road Tunnel Operations där för närvarande ca 130 experter från 33 länder arbetar med ett tjugotal olika projekt med bäring mot säkerhet. Inom trafiksäkerhetsområdet deltar vi i UNECE WP1 (Economic Commission for Europe, Working Party 1).

För järnvägens del deltar Transportstyrelsen framförallt inom den europeiska järnvägsbyrån (ERA) som inrättades för att hjälpa till att skapa en integrerad europeisk järnväg genom att stärka säkerheten och driftskompatibiliteten. Annat exempelvis IRG Rail som är en frivillig sammankomst av medlemsstater som kommit ”lite längre” med marknadsöppningen (t.ex. delat upp mellan järnvägsföretag o infrastrukturförvaltare och kommit ifrån dominant statsägda järnvägar).

Inom såväl vägtrafiken som spårtrafik finns nationella mandat och förutsättningar bland annat inom tillsynsverksamheten att än mer fokusera på olika perspektiv som bidrar till ökad klimatanpassning. Förtydliganden kan exempelvis göras i Transportstyrelsens egna föreskrifter och i allmänna råd. Den nya förordningen om myndigheternas uppdrag och den nationella strategin för klimatanpassning anser vi ger legitimitet till sådana förändringar och bidrar till förståelse hos berörda aktörer.

9.1 Fortsatt arbete

Utifrån det som kommit fram i denna klimat- och sårbarhetsanalys kommer myndighetsmål och åtgärder för Transportstyrelsen att formuleras och presenteras i en handlingsplan.

För alla trafikslag gäller att det är viktigt att myndigheten sprider information om ett förändrat klimat och de nya förutsättningar som det kan ge för transportsektorn. Informationsinsatser skulle t ex kunna hållas på branschmöten, myndighetsträffar, säkerhetsforum, seminarier osv. Transportstyrelsen skulle även kunna gå ut med information genom digitala kanaler så som myndighetens webbsida och Facebook.

För att skapa goda förutsättningar för att kunna inkludera hela transportsektorn i klimatanpassningsarbetet är det viktigt att samarbeta med andra myndigheter, branscher, forskare och andra aktörer. Ett samarbete med Trafikverket och Sjöfartsverket har inletts men det skulle kunna utvecklas genom att bjuda in andra aktörer.

När det kommer till Transportstyrelsens interna verksamhet så bör myndigheten säkerställa att klimatanpassningsarbetet inkluderas i det övriga säkerhetsarbetet för att skapa en tydlig bild över de risker som myndigheten har att hantera. Det är också viktigt för att undvika dubbelarbete eller skapa situationer där olika forum hanterar frågorna på olika sätt.

Det är även av vikt att myndigheten arbetar med intern kunskapshöjning om vilka säkerhetsrisker ett förändrat klimat kan ge för transportsektorn och hur vi skulle kunna arbeta för att minska dessa. Sannolikt ökar förståelsen därigenom för en eventuellt utökad tillsynsprocess och i förlängningen kanske också behovet av eventuella regelförändringar.

