

Transportstyrelsens klimat- och **sårbarhetsanalys 2024**

TSG
2018-6723

© Transportstyrelsen

Avdelningen för Sjö- och luftfart
Enheten för hållbar utveckling

Rapporten finns tillgänglig på Transportstyrelsens webbplats www.transportstyrelsen.se

Dnr/Beteckning TSG 2018-6723
Författare Jenny Ryman, Lars Carlsson, Marie Malmenius, Anna Ferner
Skymning, Isabella Svensson och Ann-Sofi Lorefält
Månad År Juni 2024

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Sammanfattning

För att möta utmaningen som ett förändrat klimat innebär måste samhället anpassas till de klimatförändringar vi märker av redan idag och de vi inte kommer kunna förhindra i framtiden. Syftet med denna klimat- och sårbarhetsanalys är att systematiskt identifiera och prioritera risker och möjligheter som kan uppstå på grund av klimatförändringar, både för transportsektorn i stort men också för Transportstyrelsens egen verksamhet.

Rapporten beskriver vad ett förändrat klimat innebär i fråga om temperaturökningar, vind- och nederbördsmonster samt biologisk mångfald. För respektive trafikslag, och för Transportstyrelsens interna verksamhet, analyseras de risker som kan uppstå till följd av klimatförändringarna. De lagar och andra författningar som påverkar Transportstyrelsens arbete med klimatanpassning finns listade i slutet av rapporten.

Transportstyrelsen bedömer att de största riskerna för transportsektorn handlar om ras, skred, erosion, översvämningar och höga flöden samt effekter till följd av ökad temperatur, till exempel värmerelaterade skador på infrastruktur. Det råder dock olika förutsättningar inom och mellan trafikslagen, och i olika delar av landet.

Transportstyrelsens huvuduppgift är att svara för regelgivning, tillståndsprovning och tillsyn samt registerhållning inom transportområdet. Myndigheten ska verka för att de transportpolitiska målen uppnås och verksamheten ska särskilt inriktas på att bidra till ett internationellt konkurrenskraftigt, miljöanpassat och säkert transportsystem. Arbetet med regelgivning, både i nationell och i internationell kontext, behöver ta hänsyn till kommande klimatförändringar.

Det är av vikt att klimatanpassningsarbetet inte drivs som en separat fråga utan är integrerad i verksamheten med inriktningen att transportsystemet ska vara trafiksäkert och tillgängligt även när klimatet förändras.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
INNEHÅLL	5
1 INLEDNING	8
1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Regeringens nationella strategi för klimatanpassning	8
1.3 Transportstyrelsens ansvar	10
1.3.1 De transportpolitiska målen	10
1.3.2 Agenda 2030	11
1.4 Syfte och frågeställningar	11
1.5 Metod	12
1.6 Avgränsningar	12
2 ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT OCH DESS EFFEKTER PÅ OCH RISKER FÖR TRANSPORTSEKTORN	13
2.1 Ett varmare klimat	14
2.1.1 Ökad medeltemperatur och värmebölja	14
2.1.2 Varmare vatten och mindre isutbredning	17
2.1.3 Havsnivåhöjning och förändrade grundvattennivåer	18
2.1.4 Torka och vattenbrist	19
2.1.5 Åskoväder	20
2.1.6 Brand	21
2.1.7 Snötäcke	22
2.1.8 Nollgenomgångar och förändrade tjälförhållanden	23
2.2 Förändrade nederbördsmonster	25
2.2.1 Ökad nederbörd, skyfall och översvämning	25
2.2.2 Ras, skred och erosion	28
2.3 Förändrade vindmönster och stormar	29
2.4 Biologisk mångfald och ekosystemtjänster	30
3 RISKER I TRANSPORTSTYRELSENS VERKSAMHET	31
4 RISKUTVÄRDERING	32
5 SLUTSATSER	35
BILAGA 1: LAGAR OCH ANDRA FÖRFATTNINGAR SOM PÅVERKAR TRANSPORTSTYRELSENS ARBETE MED KLIMATANPASSNING	36
Luffart	36
Sjöfart	37
Vägtrafik	38
Spårtrafik	39
6 REFERENSER	41

1 Inledning

Denna klimat- och sårbarhetsanalys är en uppdatering av myndighetens första analys som fastställdes 2019.

1.1 Bakgrund

För att möta utmaningen som ett förändrat klimat innebär måste samhället anpassas till de klimatförändringar vi märker av redan idag och de vi inte kommer kunna förhindra i framtiden. Att arbeta med klimatanpassning leder till att vi kan skydda miljön och människors liv, hälsa och egendom genom att samhället anpassas till de konsekvenser som ett förändrat klimat medför för mark, vatten och bebyggelse. Det är också av betydelse att arbetet med klimatanpassning sker parallellt med arbetet att minska utsläppen av växthusgaser för att minimera klimatförändringarna och dess effekt.

Myndigheternas arbete med den nationella klimatanpassningen regleras genom Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete 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, inom sitt ansvarsområde och inom ramen för sina uppdrag, 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 Regeringens nationella strategi för klimatanpassning

2018 antog riksdagen den första nationella strategin för klimatanpassning (Regeringen, 2018). I mars 2024 överlämnade regeringen den reviderade nationella strategin till riksdagen, inklusive regeringens handlingsplan för de kommande fem åren (Regeringen, 2024). Nationella expertrådet för klimatanpassning har regeringens uppdrag att ta fram förslag på inriktning av det nationella arbetet för klimatanpassning. Expertrådet lämnade sin första rapport i februari 2022 (Nationella expertrådet, 2022) vilken varit det primära underlaget för strategin.

Regeringens målsättning för klimatanpassning lyder:

Med en samhällsekonomiskt effektiv, strategisk och åtgärdsinriktad klimatanpassning fungerar samhället väl i det förändrade klimatet. Naturmiljön har god förmåga att återhämta sig och ekosystemens resiliens

har stärkts. Samhällets aktörer, inklusive privata och offentliga på alla administrativa nivåer, hanterar risker, sårbarheter och möjligheter i beslutsfattande. Klimatanpassning är integrerad i relevanta verksamheter och ansvarsområden.

Regeringen bedömer att följande risker är angelägna för samhället att arbeta med:

- **Översvämningar, högre vattenflöden och havsnivåhöjningar** som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
- **Höga temperaturer** som innebär risker för hälsa och välbefinnande för människor och djur
- Osäker tillgång till vatten av tillräcklig mängd och god kvalitet för enskilda, samhället och näringsliv
- **Ras, skred och erosion** som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
- **Torka och bränder** som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
- Ökad förekomst av skadegörare, sjukdomar och **invasiva främmande arter** som påverkar människor, djur och växter
- Klimatförändringarnas **effekter på biologisk mångfald** som **påverkar ekosystemens resiliens** och möjligheten att tillhandahålla ekosystemtjänster
- Klimateffekter som hotar en trygg livsmedel- och **energiförsörjning**
- Klimateffekter som påverkar förutsättningar för finans- och försäkringsbranschen
- Globala klimateffekter som påverkar handel, livsmedelsproduktion, immigration, internationella relationer och säkra livsmiljöer.

Regeringen avser att se över hur myndigheters arbete kan utvecklas för att bidra till samhällsekonomiskt effektiv, strategisk och åtgärdsinriktad klimatanpassning. Strategin lyfter behovet av att i arbetet med civilt försvar och krisberedskap anlägga ett klimatanpassningsperspektiv. Regeringen ser behov av att ändra i klimatanpassningsförordningen så att skrivningarna om att myndigheterna ska göra klimat- och sårbarhetsanalyser stämmer bättre överens med formuleringen om den risk- och sårbarhetsanalys som ska göras enligt 7§ förordningen (2022:524) om statliga myndigheters beredskap. Andra viktiga åtgärder som lyfts i strategin är tydliga och ändamålsenliga mål och uppföljningssystem, att ansvar för

klimatanpassningsarbetet är tydligt fördelat samt att det finns goda förutsättningar att ta sitt ansvar. Den utmaning som är genomgående är behovet att verka för välmående och livskraftiga ekosystem.

Vad gäller transportinfrastrukturen saknas det enligt strategin en fullständig bild av vad som krävs för att anpassa transportinfrastrukturen till klimatförändringarna. Där kommer ett fortsatt arbete för att inventera behov och prioritera mellan åtgärder behöva ske. Klimatförändringarna ser olika ut för olika delar av transportsystemet och även för de olika trafikslagen. Både typen av risk och risknivån kan variera kraftigt i olika delar av landet och behoven ser väldigt olika ut på olika platser. I arbetet blir därför riskidentifiering och riskreducering ett viktigt område att arbeta med så att rätt åtgärder kan prioriteras.

1.3 Transportstyrelsens ansvar

Transportstyrelsen har enligt klimatanpassningsförordningen en skyldighet att, inom sitt ansvarsområde och inom ramen för sina uppdrag, initiera, stödja och utvärdera arbetet med klimatanpassning. Enligt Förordning (2008:1300) med instruktion för Transportstyrelsen har myndigheten till huvuduppdrag att svara för regelgivning, tillståndsprovning och tillsyn samt registerhållning inom transportområdet. Myndigheten 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 miljö kvalitetsmål som riksdagen har fastställt nås och ska vid behov föreslå åtgärder för miljöarbetets utveckling.

Transportstyrelsen ser ett behov av att de övergripande delarna av klimat- och sårbarhetsanalysen och riskutvärderingen utförs gemensamt med övriga berörda transportmyndigheter. Detta skulle medföra en gemensam grund för analysen av respektive myndighets rådighet och ansvar i arbetet med transportsektorns klimatrelaterade risker och sårbarheter.

1.3.1 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 ett funktionsmål och ett 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.

1.3.2 Agenda 2030

FN:s 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. Målen i Agenda 2030 ligger till stora delar i linje med de mål som riksdagen fastställt inom olika politikområden.

Klimatanpassning återfinns framför allt inom mål 13 – *Bekämpa klimatförändringarna*, som bland annat handlar om att stärka motståndskraften mot och anpassningsförmågan till klimatrelaterade katastrofer (globalamalen.se, 2022).

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 bidra till att uppfylla Agenda 2030.

1.4 Syfte och frågeställningar

Syftet med en klimat- och sårbarhetsanalys är att systematiskt identifiera och prioritera risker och möjligheter som kan uppstå på grund av klimatförändringar (SMHI, 2023). I utredningen har Transportstyrelsen fokuserat på:

- 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.

Utifrån denna klimat- och sårbarhetsanalys kommer myndighetsmål och åtgärder för Transportstyrelsen att formuleras och presenteras i en

handlingsplan för perioden 2025-2029, i enlighet med klimatanpassningsförordningen.

1.5 Metod

I beskrivningen av hur transportsektorn påverkas av ett framtida förändrat klimat har vi utgått från den information som finns på SMHI:s webbplats om klimatscenarier och hur olika klimatteffekter som exempelvis temperatur, nederbörd och vind kan komma att förändras. De områden där Transportstyrelsen genom sin kärnverksamhet har möjlighet att bidra till att minska riskerna har identifierats och analyserats. Det har även gjorts en översiktlig analys av hur ett förändrat klimat skulle kunna påverka Transportstyrelsens interna verksamhet.

1.6 Avgränsningar

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

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

Analysen omfattar 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 berörs inte 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 Ett förändrat klimat och dess effekter på och risker för transportsektorn

SMHI beskriver på sin webbplats hur klimatförändringen är tydlig redan idag. Den globala medeltemperaturen var ca 1,15 grader varmare år 2022 jämfört med perioden 1850-1900, istäcket i Arktis minskar i tjocklek och nederbördsmonstren förändras (SMHI, 2023).

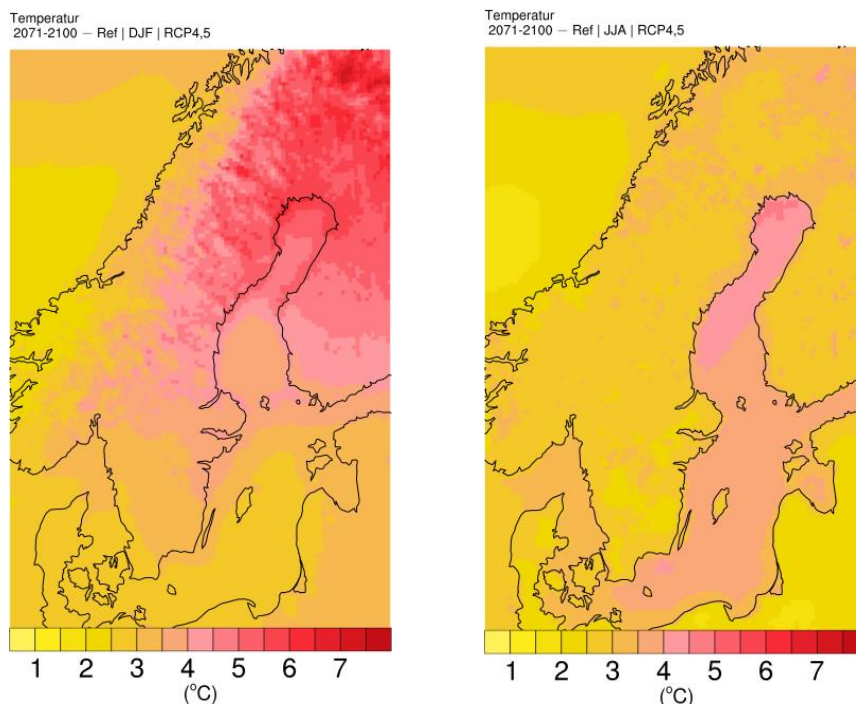
Klimatmodellerna pekar på att klimatet i norra Sverige kommer att bli mildare med högre nederbörd och avrinning, medan det i södra Sverige kommer att bli varmare men utan större förändringar i årsnederbörd och avrinning. Temperaturökningen beräknas bli störst under vintern, främst genom att perioder med utbredd kyla blir kortare och mildare. Ökad nederbörd i klimatscenarierna innebär kraftigare nederbördsextremer, både i form av skyfall och i form av mycket nederbörd över längre perioder. Mätdata för klimatindikatorer som vindar och kraftiga stormar visar inte några pågående ändringar och inte heller klimatmodellerna visar entydigt förändringar av vindar och stormar (SMHI, 2023).

De klimatrelaterade effekter i form av ökad temperatur, intensivare regn etc. som beskrivs nedan omhändertar de utmaningar som regeringen lyfter i den nationella strategin (se avsnitt 1.2). De risker som kan uppstå för transportsektorn beskrivs också på en övergripande nivå.

2.1 Ett varmare klimat

2.1.1 Ökad medeltemperatur och värmebölja

Temperaturökningen i Sverige har hittills varit ungefär dubbelt så snabb som den genomsnittliga globala uppvärmningen. Ökningen av medeltemperatur förväntas bli störst under vintern med minskad förekomst av snö och is som följd. Värmeböljor i Sverige förväntas bli mer intensiva och mer långdragna (Regeringen, 2024).



Figur 1: Modellberäknad ökning i medeltemperatur för perioden 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000. Vänstra bilden visar medeltemperaturökningen för december, januari och februari, höger bild medeltemperaturökningen för juni, juli och augusti. Kartorna baseras på ett medelvärde av ett antal klimatmodeller för utsläppsscenario RCP4,5. (Källa: SMHI)

En ökad medeltemperatur på dagens turistorter i exempelvis södra Europa kan komma att bidra till att turismen flyttar 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.

Väg

Vid höga temperaturer i vägbanan stiger och utvidgas bindemedlet i asfalten som då kan lägga sig på ytan. Detta resulterar i blanka, svarta fläckar, så kallade blödningar, som kan vara mycket hala, särskilt vid regn. Vid dessa tillfällen kan asfalten vara halare än en halkbana och medföra mycket allvarliga olyckor (VTI, 2023). Blödande asfalt kan uppkomma på såväl nylagd väg som på äldre beläggning.

Underhåll för spårbildning bedöms öka med fem procent vid låga trafikflöden utom i norr, där underhållet bedöms minska med fem procent. Ojämnheter bedöms minska med tio procent. I stort förskjuts åtgärderna från att vara tjälrelaterade till att bli värme- och vattenbelastningsrelaterade (Trafikverket, 2019).

Det varmare klimatet förväntas öka populationerna av de arter som orsakar viltolyckor. Det finns dock flera faktorer som styr hur stora problem som viltolyckor kan orsaka i framtiden, till exempel jakttryck och utfordring.

En ökad medeltemperatur kommer att korta tjälade perioder vilket kommer att bli ett problem för skogsbilar som använder tjälen som en resurs.

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.

Värmeböljor kan också medföra risk för trafikstörningar, exempelvis oväntade stopp i vägtrafiken på grund av exempelvis brand, vilket bland annat ställer krav på beredskapsplaner från transportörer och samhällsaktörer.

Järnväg

Det varmare klimatet kommer att påverka anläggningsdelar längs järnvägarna. Värmeböljor kan bidra till bland annat bränder, solkurvor (som inte är normenligt byggda och underhållna) och försämrade arbetsmiljö.

Värmeböljor kan också medföra risk för trafikstörningar, exempelvis oväntade stopp i järnvägstrafiken på grund av exempelvis brand, vilket bland annat ställer krav på beredskapsplaner från transportörer och samhällsaktörer.

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 underhåll.

Luftfart

En förhöjd lufttemperatur påverkar luftfarten eftersom 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, alternativt måste flygplanets vikt minskas. Det i sin tur medför lastbegränsningar och begränsningar i hur mycket bränsle flygplanet kan tankas med innan start, och kan också leda till att flygbolagen i framtiden tvingas flyga med lägre kabinfaktor eller mindre nyttolast, eller flytta flygningar till en tid på dygnet då temperaturen är lägre. 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 ökade temperaturer i andra länder påverkar luftfarten i Sverige genom exempelvis förändrade krav på flygplanens startvikt i relation till rullbanornas längd (VTI, 2018).

En ökad temperatur ger också mjukare asfalt vilket kan komma att påverka rullbanor och uppställningsplatser på flygplatser negativt. Kraven på asfaltlagrens 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 (Luftfartsstyrelsen, 2008). 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 asfaltlagren på Sveriges flygplatser till följd av en temperaturhöjning. Samtidigt bedömdes en stor del av kostnaden att kunna tas inom ramen för det kontinuerliga underhållet (SOU 2007:60, 2007).

Forskningsresultat visar att turbulens, framför allt så kallad ”clear-air turbulence” (CAT), kommer att öka kraftigt under kommande årtionden till följd av ett varmare klimat. CAT är den mest problematiska typen av turbulens då den inte syns i luftrummet och inte heller går att upptäcka med radar. Ökad turbulens kan medföra säkerhetsrisker för kabinpersonal och passagerare (Williams, P, 2017).

Ökade medeltemperaturer och värmeböljor kan bidra till ökade kostnader för att kyla ner flygplan, terminaler och andra byggnader på flygplatserna. Vid långvariga värmeböljor kan arbetssituationen bli påfrestande för den personal som arbetar på flygplatserna, framför allt för de som arbetar utomhus.

Ett varmare klimat ger 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.

Sjöfart

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 också komma att kräva mer muddring och åtgärder för att hålla farleder öppna (EPA, 2016) (Karl, 2009), vilket kan medföra ökade avgifter som kan påverka den svenska sjöfarten. För Sveriges del är det framförallt framkomligheten i Göta älv och Göta Kanal som kan påverkas. Även Väneren kan sommartid få lägre vattennivåer på grund av ökad avdunstning men också på grund av att växtligheten i avrinningsområdet tar upp mer vatten (Sjöfartsverket, 2018).

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. Frågan kan också behöva adresseras i rederiernas arbetsmiljöarbete, genom att exempelvis nya rutiner för att upprätthålla en hälsosam och säker arbetsplats tas fram.

2.1.2 Varmare vatten och mindre isutbredning

Vattnekosystem påverkas negativt av högre temperaturer i vattnet. Temperaturökningen kommer även att bidra till ökad spridning av invasiva arter (Regeringen, 2024).

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 (Regeringen, 2018).

Väg

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. Det kan bli aktuellt att lägga ned isvägar på samma sätt som man gjort i Hjälmarens.

Sjöfart

En varmare vattentemperatur leder till ett annat växt- och djurliv i våra svenska vatten vilket i sin tur bidrar 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 (Sjöfartsverket, 2018).

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.

2.1.3 Havsnivåhöjning och förändrade grundvattennivåer

Om klimatet blir varmare stiger havsnivån till följd av att landbaserad is smälter och att varmare vatten tar mer plats än kallare vatten.

Stigande havsnivåhöjningar påverkar i första hand landets södra delar, och utgör en risk för bl.a. bebyggelse och infrastruktur. Markstabiliteten kan påverkas med ras, skred och erosion som följd. Många av landets större städer ligger i riskområden i södra Sverige, där landhöjningen inte kompenserar för stigande havsnivåer (Regeringen, 2024).

Grundvattennivåerna ändras till följd av förändrad nederbörd och ökande temperatur. Detta kan leda till skador på byggnader, vägar och broar och öka risken för översvämningar, ras, skred och brand (Regeringen, 2024).

Väg

Den långsiktiga havsnivåhöjningen är förhållandevis långsam och kommer i sig inte leda till några dramatiska händelser, men på sikt kommer det

påverka befintlig infrastruktur. Som en följd av höjda havsnivåer i kombination med stormar kommer erosionen att öka längs landets kuster, framför allt längs stränder i södra Sverige som består av erosionsbenägna jordar.

Under speciella omständigheter av lågtryck, vindar och strömmar kan extrema högvattennivåer uppstå. Den höjda havsvattennivån kommer göra att översvämningar når längre in på land och varaktigheten av översvämningar kommer att öka och ge problem för lågt liggande vägtunnlar och vägar som riskerar att översvämmas med stopp i trafikflödet som konsekvens.

Järnväg

Även för järnväg kan en höjd havsnivå innebära en ökad risk för översvämningar på lågt liggande räls och i tunnlar.

Sjöfart

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 (Sjöfartsverket, 2018). 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 transportsystemet (VTI, 2018). 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.

2.1.4 Torka och vattenbrist

Med ökade temperaturer ökar också risken för torka och vattenbrist.

Sjöfart

Vattennivåerna i sjöar och vattendrag kan påverkas vid torka, dels genom avdunstning, dels genom att växtligheten i avrinningsområdet tar upp mer av vattnet. Detta kan innebära sämre framkomlighet i våra sjöar och vattendrag på grund av lägre vattenstånd (Regeringen, 2024).

2.1.5 Åskoväder



Figur 2: Varmare luft innebär ökad risk för åskoväder (Bild: pexels.com)

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 att temperaturstigningen möjliggör en högre halt vattenånga i 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 (Wennerdahl, 2017).

Väg

Den framtida fordonsflottan kommer i stort sett att vara elektrifierad, men också alltmer digitaliserad och automatiserad med till exempel förarlösa bussar och andra fordon och därmed alltmer beroende av en fungerande elförsörjning (VTI, 2023).

Järnväg

Dagens infrastruktur är beroende av kontinuerlig elförsörjning för eldriven spår- och järnväg men också för styrsystem, information och kommunikation, både inom infrastrukturen och mellan olika aktörer. Störningstoleransen bedöms redan utan extrema väderhändelser som relativt låg, bland annat beroende på att cirka en tredjedel av järnvägsnätet har trafikmängder som ligger nära kapacitetstaket.

Antalet signalfel och kontaktledningsfel som orsakas av åskväder med blixtnedslag ökar. Blixtnedslag i åskväder påverkar järnvägens infrastruktur i form av signalfel och kontaktledningsfel. Utformning vid nyinvesteringar i elnät samt implementeringen av åtgärder vid återinvesteringar i befintliga installationer kommer att avgöra hur känsligt elnätet blir för klimatförändringar.

Luftfart

Ett ökat antal kraftiga åskoväder innebär en säkerhetsrisk för luftfarten och kan förutom den negativa säkerhetspåverkan även leda till förseningar, inställda flyg och omvägar för flyg som behöver flyga runt åskväder. Åskmoln medför förutom risken för direkta blixtnedslag även ökad risk i

form av kraftig turbulens och kraftig isbildning. Mycket åska kan leda till ett oförutsägbart utnyttjande av luftrummet vilket får påverkan på kapaciteten och regulariteten i Sverige även när åskoväder uppstår på andra platser i världen. 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.

Sjöfart

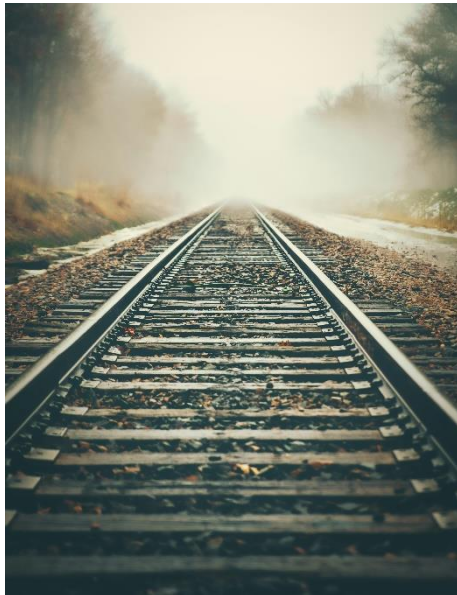
Även sjöfarten kan påverkas av åskoväder och gällande konstruktionskrav behöver kontinuerligt ses över för att säkerställa att de hela tiden är förenliga med de förutsättningar som fartygen utsätts för.

2.1.6 Brand

Ett förändrat klimat kan leda till närmare en fördubbling av antal dagar med stor brandrisk i vissa områden i sydöstra Sverige mot slutet av detta århundrade (Regeringen, 2024).

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 (VTI, 2018).

Stora bränder påverkar både alla transporter enskilt och även logistiken mellan de olika trafikslagen. Tillgång till flygplatser är viktigt för räddningstjänsten vid bränder.



Järnväg

Vid torrt och varmt väder kan järnvägen och dess trafik bidra till en ökad brandrisk. Vid inbromsning, spårslipning och spårsvetsning uppstår gnistor. Ett tåg där gjutjärnsbromsarna ligger på kan spruta gnistor i flera kilometer vilket medför att bränderna kan bli stora och svårsläckta. Tillgången till omledningsvägar spelar stor roll för utfallet ur tillgänglighets-synpunkt.

Den största orsaken till bränder under sommaren 2022 berodde på gnistbildning från järnvägsfordon (VTI, 2023).

Figur 3: Gnistbildning från gjutjärnsbromsar kan orsaka bränder längs järnvägen.
(Bild: unsplash.com)

2.1.7 Snötäcke

Ett varmare klimat kan leda till att det kan dröja betydligt längre än idag innan ett mer varaktigt snötäcke bildas, särskilt i landets södra delar. Snötäckets varaktighet beräknas minska, och i de södra delarna av landet kommer det troligtvis att bli ovanligt med varaktigt snötäcke över huvud taget (Regeringen, 2018).

Väg

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.

Eftersom det inte förväntas någon större förändring av vindklimatet behöver en analys av snödrev i framtiden baseras på snötillgången. Det förväntade maximala snötäcket kommer att minska kraftigt i de västligaste delarna av fjällkedjan. Denna minskning i snötäcke förväntas där snödrevsproblematisering förekommer i det nutida klimatet. Likaledes förväntas en minskning av snö i södra Sverige. För sträckor längs fjällvägar som idag ligger nära trädgränsen bör en höjning av densamma bidra till minskade förutsättningar för snödrev.

Sammantaget indikerar det att snödrev minskar betydligt i omfattning och att fjällvägar och andra vägar inte behöver stängas lika ofta (VTI, 2023).

Luftfart

Kraftiga snöfall påverkar luftfarten, främst på grund av att rullbanor och uppställningsplatser inte hinner snöröjas och halkbekämpas, eller att flygplanen inte hinner avisas i den omfattning som krävs vilket kan leda till förseningar och inställda flyg.

Till följd av ett varmare klimat kan det totala behovet av snöröjning, halkbekämpning och avisning vid flygplatser i landets södra delar minska, men om de snöfall som väl kommer blir mer intensiva krävs fortfarande en beredskap jämförbar med idag, eller kanske till och med större. Risken för läckage av miljöskadliga ämnen till mark och vatten minskar om färre kemikalier används.

2.1.8 Nollgenomgångar och förändrade tjälförhållanden

Nollgenomgång innebär att temperaturen växlar omkring fryspunkten för vatten. Antalet nollgenomgångar förväntas minska i södra delen av Sverige men öka i norr (Regeringen, 2024). Ett varmare klimat ger också mindre tjäle i marken vintertid.

Väg

Som följd av att antalet nollgenomgångar minskar i södra Sverige bör förutsättningarna för halkolyckor minska medan det omvända gäller för mellersta och norra Sverige. Med ett större trafikarbete i södra Sverige bedöms nettoeffekten för olycksrisken i ett nationellt perspektiv att minska. Halkbekämpning och övrig vinterväghållning bör sannolikt förskjutas norrut.

Hur omfattande tjälproblematiken blir under en säsong är beroende av ett komplicerat samspel mellan olika parametrar. Förutsättningar för att få stora problem är förutom materialets tjälfarlighet hög markfuktighet som får frysa under längre. Då bildas ett stort tjäldjup. Om en snabb avsmältning kommer på våren blir skadorna som störst. Frekventa temperaturväxlingar kring 0° C under vintern kan också skada beläggningen. Under den värsta tjällossningsperioden kan det bli nödvändigt att tillfälligt sätta ner vägars bärighet och hastighet. En bedömning är att tjälproblematiken kommer att öka i många områden (Trafikverket, 2019).

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.

Järnväg

Järnvägens banvallar är relativt öppna vilket gör att frost lätt tränger ner, de höga kraven på korrekt spårläge gör också banvallen känslig för rörelser. Vissa äldre banvallar är dessutom uppbyggda av tjälkänsligt material, såsom jordarten silt. Vid tjällyftning inträffar ofta ojämn uppfrysning, där den ena rälsen lyfts mer än den andra, så att ett skevningsfel uppstår och tåg kan spåra ur, vilket är den farligaste typen av uppfrysning (Trafikverket, 2020). En bedömning är att tjälproblematiken kommer att öka i många områden (Trafikverket, 2019).

Mindre tjäle i marken är också en risk för järnvägen då det skapar större risk 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. Detta beror främst på att markens förmåga att ”hålla fast” träd och andra föremål minskar i ett mildare och våtare klimat med mindre tjäle (Teknik i Väst AB, 2021).

Luftfart

Nollgenomgångar påverkar luftfarten genom att det bildas halka på rullbanor och uppställningsplatser och 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 vid dessa flygplatser (Luftfartsstyrelsen, 2008).

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 försämrad 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 (Transportstyrelsen, 2019).

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.

För allmänflyget innebär en ökad frekvens av nollgenomgångar att risken att drabbas av isbildning i förgasaren under flygning ökar vilket är en säkerhetsrisk. Vid kraftiga snöfall uppstår problem att snöröja allmänflygets gräsfält om det inte finns någon tjäle (Allmänflygsäkerhetsrådet, 2018).

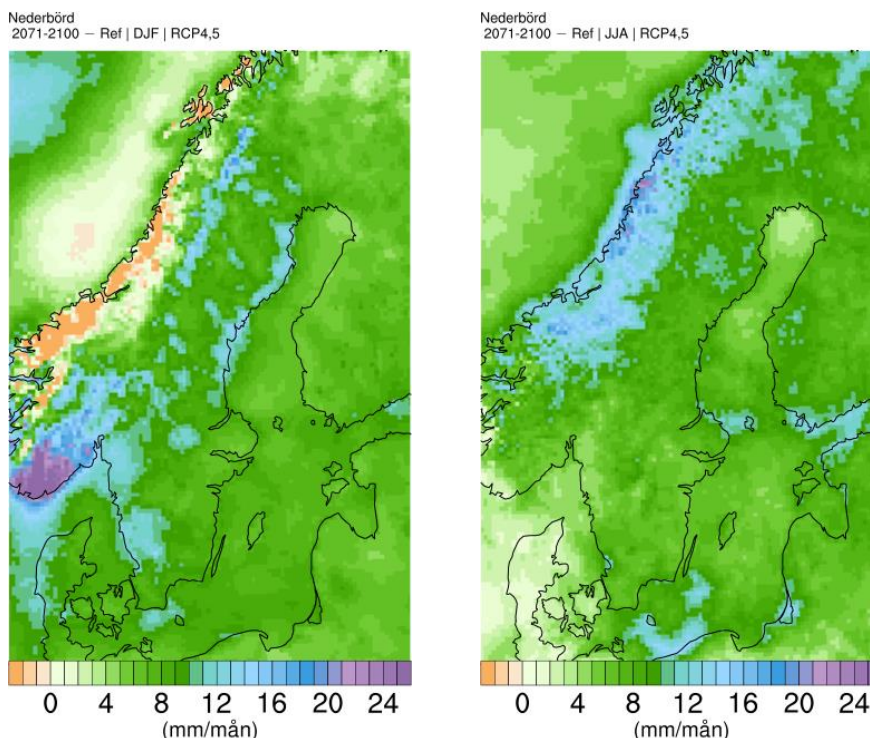
Sjöfart

Ett ökat antal nollgenomgångar kan 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.

2.2 Förändrade nederbördsmönster

2.2.1 Ökad nederbörd, skyfall och översvämning

Samtidigt som det framtida klimatet förväntas bli torrare på många platser i södra Sverige, kan den nederbörd som väl faller bli mer intensiv och mer koncentrerad i tid. I norra Sverige minskar nederbörden i form av snö och kommer istället som regn. I vattendrag i södra delen av landet pekar klimatscenerierna på en ökning av antalet höga flöden i sjöar och vattendrag. Översvämningensriskerna kommer att variera i landet, och beror vanligtvis på en kombination av olika orsaker såsom skyfall i kombination med hög markvattenhalt på grund av snösmältning eller långvarigt regn. (Regeringen, 2024).



Figur 4: Modellberäknad förändring av nederbörd för perioden 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000. Vänstra bilden visar medelvärdet för förändringen i december, januari och februari, höger bild medelvärdet för förändringen i juni, juli och augusti. Kartorna baseras på ett medelvärde av ett antal klimatmodeller för utsläppsscenario RCP4,5. (Källa: SMHI)

Väg

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. 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 (VTI, 2018).

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

Man kan grovt säga att översvämningar till följd av extrema vattenflöden kan bli vanligare i stora delar av Götaland, södra Svealand samt nordvästligaste Norrland medan risken beräknas bli lägre i norra Svealand och övriga Norrland. De lokala skillnaderna är dock stora. Översvämningens risk styrs även av hur vattendragen regleras av vattendomar (Trafikverket, 2019).

Järnväg

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 (VTI, 2018).

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

Vid höga vattenflöden i närheten av järnvägsspår är risken för negativa konsekvenser på bankkapaciteten 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 (SOU 2007:60, 2007).

Man kan grovt säga att översvämningar till följd av extrema vattenflöden kan bli vanligare i stora delar av Götaland, södra Svealand samt nordvästligaste Norrland medan risken beräknas bli lägre i norra Svealand och övriga Norrland. De lokala skillnaderna är dock stora.

Översvämningensrisken styrs även av hur vattendragen regleras av vattendomar (Trafikverket, 2019).

Luftfart

Vid skyfall eller långvariga regn riskerar flygplatser att översvämmas om det kommer större vattenmängder än vad flygplatsens dagvattenanläggningar och VA-system klarar av, vilket kan leda till omdirigerade, inställda eller försenade flyg. Då en flygplats utgörs av främst hårdgjorda ytor finns det inte så stor tillgång till naturliga avrinningsområden och översvämningensrisken 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 (VTI, 2018).

För allmänflyget 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 (Allmänflygsäkerhetsrådet, 2018).

Sjöfart

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 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 (VTI, 2018).

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 (VTI, 2018).

2.2.2 Ras, skred och erosion

Jordskred och ras är snabba massrörelser i jordtäcknet eller i berggrunden och kan orsaka stora skador på transportinfrastrukturen. Erosion är en naturlig process som innebär nednötning och transport av jord, berg eller annat material på grund av påverkan från till exempel vind och vatten. De ökade riskerna uppstår framför allt i områden där risken är hög redan i dag: Vänerlandskapen, Göta älvdalen, östra Svealand och nästan hela Norrlands kust. De lokala förhållandena avgör var riskerna kommer att vara störst (Regeringen, 2018).

Väg

Ofta är intensiv nederbörd med ökade flöden utlösande för erosion vid t ex brostöd och anslutande bankar. Förändrade avrinningsförhållanden som uppstått på grund av hårdgjorda ytor och skogsavverkning kan påverka. Tjäle och höga grundvattennivåer kan göra att markens infiltrationsförmåga är begränsad varvid det mesta av nederbörden leds bort genom ytavrinning. Om vattendraget rinner igenom områden med buskar och mindre träd samt erosionskänsliga jordarter kan dessa föras med och täppa igen trummor vilket gör att vattnet måste söka sig igenom eller över väggkropp som till slut ger vika på grund av ensidigt vattentryck och erosion (Trafikverket, 2019).

Järnväg

Även för järnväg finns risker för ras och skred vid intensiv nederbörd och höga flöden.

Sjöfart

För sjöfarten kan ökande vattenflöden medföra svårigheter bland annat genom ökad risk för erosion, ras och skred i trånga passager. Detta kan påverka framkomligheten för sjöfarten och nödvändiggöra muddringsåtgärder. SGI har utfört en inventering av riskerna för skred längs Göta älv med anledning av ett förändrat klimat med ökade flöden i älven. De mest betydande konsekvenserna för sjöfartssektorn i händelse av skred i Göta älvdalen är de kostnader som uppstår i och med att farleden behöver förstärkas och muddras. (SGI, 2011)

2.3 Förändrade vindmönster och stormar

I dagsläget finns det inget som stöder att antalet enskilda stormar, och intensiteten i stormar, kommer att öka i Sverige (Regeringen, 2024).

Väg

Stormar kan påverka vägtrafiken, i synnerhet långa tunga fordon och bussar där problem med avåkningar i samband med hård vind och halt väglag förekommer. Körning i stark sidvind kan medföra att främst dubbeldäckad buss utsätts för så stora aerodynamiska lyft- och sidokraft att framvagnen förlorar väggreppet. Även broar är särskilt känsliga för kraftiga vindar (VTI, 2023).

Träd som faller över vägar kan orsaka sämre framkomlighet och ibland även olyckor, liksom orsaka kraftiga störningar och skador på elförsörjningen och telenäten. Vägar som blockeras av fallande träd hindrar alla vägtransporter, och ökar behoven av att fälla träd på mark som inte tillhör väghållaren för att minska skador. 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.

Vinderosion är begränsad i Sverige och förekommer framför allt i områden som saknar vegetationstäckning, exempelvis längs sandstränder och på åkermark utanför växtsäsong. Några uppgifter om att vägar har påverkats av inblåst jord eller sand har inte kunnat hittas (Trafikverket, 2019).

Järnväg

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 ledningar på grund av saltets effekter vilket redan idag är besvärligt längs med västkusten. I övrigt gäller samma effekter här som för väg.

Luftfart

Om vindriktningar på lägre höjder skulle förändras skulle det kunna bidra till en ökad sidvind på flygplatser vilket försvårar start och landning (VTI, 2018).

Sjöfart

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.

2.4 Biologisk mångfald och ekosystemtjänster

Klimatförändringarna kommer att få betydande konsekvenser för den biologiska mångfalden i Sverige till följd av förändrad nederbörd och temperatur men också på grund av förändrad markanvändning och vattentillgång. Invasiva främmande arter kan lättare anpassa sig till nya miljöer. Resilienta ekosystem kan samtidigt bidra till att minska effekterna av klimatförändringarna (Regeringen, 2024).



Väg

Antalet viltolyckor i landet ökar stadigt. År 2021 var antalet viltolyckor i vägtrafiken omkring 67 500 st, vilket var en ökning med 37 procent sedan 2010. Ökningen beror främst på att trafiken ökar, och att det är mycket trafik på vägar med hög hastighet (Trafikverket, 2022)

Figur 5: Antalet viltolyckor på väg ökar.
(Bild: freeimages.com)

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

Med en förhöjd medeltemperatur, mer nederbörd kommer problem med invasiva arter längs infrastrukturen att öka, både beträffande omfattning av redan etablerade arter samt att helt nya arter etablerar sig. Växter som parkslide kan komma att skada infrastruktur och behovet av underhållsåtgärder öka.

Järnväg

Med en förhöjd medeltemperatur, mer nederbörd kommer problem med invasiva arter längs infrastrukturen att öka, både beträffande omfattning av redan etablerade arter samt att helt nya arter etablerar sig. Växter som parkslide kan komma att skada infrastruktur och behovet av underhållsåtgärder öka.

Luftfart

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, helikoptertrafiken och

allmänflyget. Fågelkollisioner är inget nytt fenomen inom luftfarten men ett förändrat klimat ökar risken för att större fåglar och nya arter etablerar 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.

Sjöfart

Förändrade förhållanden i haven, exempelvis varmare vatten och lägre salthalt, 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.

3 Risker i Transportstyrelsens verksamhet

Det är av stor vikt att Transportstyrelsens verksamhet fungerar och är säker trots de utmaningar ett förändrat klimat kan ge. Det är därför viktigt att väga in att de förutsättningar vi är vana vid kommer att förändras i och med ett förändrat 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 långsiktig hållbarhet och 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, näringsliv och miljö.

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. Risken för stora nederbördsmängder, översvämningar, torka liksom värmeböljor och stark kyla behöver beaktas i relation till Transportstyrelsens lokaler och verksamhet. En risk som finns är att robustheten i myndighetens tekniska system inte säkerställs i den takt som krävs.

För att skapa och upprätthålla ett säkert och tillgängligt transportsystem bör också tillsynsverksamheten utvecklas till att hantera de risker som ett förändrat klimat kan medföra. Även i de processer som styr tillståndsgivningen bör effekterna av ett förändrat klimat vägas in i besluten.

4 Riskutvärdering

I detta avsnitt redogörs för vilka risker Transportstyrelsen anser att det är mest prioriterat att vidta åtgärder. Här beskrivs också översiktligt det arbete som pågår med att omhänderta risker, och i vilka forum Transportstyrelsen är engagerade.

Vägtrafik

För vägtrafiken uppger effekter som ökad nederbörd, skyfall och förändrade grundvattennivåer risker för ras, skred, erosion, översvämning och bortspolning och är därför en av de viktigare delarna vid klimatanpassningen. Även ökad medeltemperatur och värmeböljor skapar ökade risker för vägtrafiken i form av skador och andra förhållanden på vägbanan, vilka kan påverka framkomlighet och påtagligt öka olycksrisken.

Det är framförallt planläggare, väghållare och infrastrukturförvaltare som ansvarar för att planera och anpassa transportinfrastrukturen för klimatförändringar och dess olika effekter. Transportstyrelsen ställer nationella krav på tekniska egenskaper avseende fysisk infrastruktur (byggregler). Kraven omfattar, tunnelbanor, spårvägar, vägar och gator inklusive broar och tunnlar och andra tillhörande anordningar. Byggreglerna innefattar föreskrifter och allmänna råd kopplat till följande egenskapskrav:

- bärförmåga, stadga och beständighet
- säkerhet i händelse av brand
- skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö
- säkerhet vid användning
- skydd mot buller.

För att säkra infrastrukturen avseende nederbörd, flöden och vattennivåer och därmed undvika oacceptabla risker för personsador, allvarlig skada på samhällsviktiga funktioner, eller stora ekonomiska konsekvenser i övrigt ställer Transportstyrelsen krav på klimatanpassning. Kraven finns i Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd TSFS 2021:122 om egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor.

Järnväg

För järnväg (spårtrafik) ser vi att de största riskerna handlar om översvämningar och höga vattenflöden samt ras, skred och erosion. Även värmeböljor med åtföljande risk för så kallade solkurvor och bränder utgör problem. Förändrade tjälförhållanden utgör, särskilt på äldre banor som har mycket tjälkänsligt material i bankroppen, också ett problem.

Infrastrukturförvaltare, huvudsakligen Trafikverket, har en mycket viktig roll vad det gäller att anpassa järnvägsinfrastrukturen till klimatförändringarnas effekter. Det samma gäller spårinnehavare för tunnelbana och spårväg.

Regleringen av järnväg sker i huvudsak inom EU och Transportstyrelsen deltar i regelutvecklingen både som nationell säkerhetsmyndighet och som representant för Sverige. Reglerna är avsedda att fungera inom hela unionen och rymmer vissa aspekter som är relevanta ur ett klimatanpassningsperspektiv. Till exempel är det verksamhetsutövarnas ansvar att ta om hand de risker som uppstår i samband med deras järnvägsverksamhet. Detta bör även kunna rymma risker som uppkommer till följd av klimatförändringarna. För tunnelbanor och spårvägar föreskriver Transportstyrelsen nationella krav på den fysiska infrastrukturen, se avsnittet om vägtrafik ovan.

Luftfart

För luftfart bedömer vi att de största riskerna omfattar konsekvenser av ökade medeltemperaturer, översvämmande flygplatser och kollisioner mellan fåglar och luftfartyg.

Luftfarten är en internationell bransch, och huvuddelen av regelverken tas fram inom FN-organet ICAO (International Civil Aviation Organisation) och inom EU. Reglerna 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. Luftfartssektorn är väl medveten om utmaningen och arbete pågår både nationellt och internationellt. Klimatanpassning hanteras inom ICAO:s miljökommitté CAEP och inom den europeiska flygsäkerhetsbyrån EASA finns ett nätverk för klimatanpassning där bl.a. frågan om Clear-Air Turbulence är på agendan.

Åtgärder kommer att behöva implementeras i framtiden, men det är svårt att avgöra vilka åtgärder som behövs alltför långt i förväg, då vi inte vet exakt hur det framtida luftfartssystemet kommer att se ut på regional och global skala. Förutsättningarna kommer att vara olika på olika flygplatser. Mindre elflygplan och eVTOLs (elektriska flygplan med vertikal start- och landning) kan komma att minska behovet av längre rullbanor även om temperaturen stiger.

I driftstatusenkäten som skickas ut årligen till flygplatser och helikopterflygplatser ställde vi 2022 fyra frågor om klimatanpassning, avseende verksamhetsåret 2021. De svar vi fick visade på att flygplatserna i dagsläget inte ser några förändringar i tillgängligheten till följd av ett förändrat klimat.

Sjöfart

För sjöfarten gör Transportstyrelsen bedömningen att ras och skred i farvatten utgör den största risken.

Sjöfartens internationella karaktär innebär att regler i stor utsträckning tas fram inom internationella organ såsom IMO (International Maritime Organisation) och EU för att sedan implementeras i svensk lagstiftning. Regelverkens utformning är, liksom för luftfarten, anpassad för att kunna fungera i olika klimat världen över.

Under 2024 inleds två svenska forskningsprojekt om klimatanpassning av hamnar:

- Stockholm Environmental Institute ska driva ett projekt med syftet att öka svenska hamnregioners beredskap för framtidens klimatutmaningar i förhållande till andra samhälls- och säkerhetsutmaningar. Projektet pågår till oktober 2027.
- VTI och SMHI ska tillsammans med Göteborgs Hamn AB testa, anpassa och vidareutveckla ett ramverk för adaptiv och flexibel klimatanpassning av hamnar med dess godstransportsystem. Projektet pågår till april 2027.

Dessa projekt kommer att kunna ge mer detaljerade svar kring vilka risker som är viktigast att hantera för hamnarna, och vilka åtgärder som är lämpliga att vidta.

Interna verksamheten

Transportstyrelsens arbete med säkerhet och robusthet kommer att styras av en riktlinje som är under framtagning. Klimat- och sårbarhetsanalysen pekas i riktlinjen ut som en del i de underlag som ska samordnas för att bidra till helhetssyn i myndighetens analys och planering. Därmed blir de risker och sårbarheter som identifieras i klimat- och sårbarhetsanalysen en input i utformning av verksamhetsskyddet på myndigheten.

2021 gav Transportstyrelsen SMHI i uppdrag att genomföra en klimatanalys för fastigheten på Tunnlandsgatan. Uppdraget var att utreda och analysera klimatrelaterade risker i anslutning till lokalen på Tunnlandsgatan i Örebro utifrån risker avseende hydrologiska parametrar under tidsperioden 2021-2030 (10 år) samt meteorologiska parametrar avseende ÅR 2021-2050 (30 år). Det första uppdraget kompletterades under 2021 genom att belysa risker specifikt kopplade till skyfall.

De båda rapporter, som utredningsarbetet resulterade i, gav Transportstyrelsen konkreta åtgärdsförslag för att minska risken för översvämningar till följd av påverkan av de hydrologiska och

meteorologiska parametrar som hade belysts. Transportstyrelsen genomförde de föreslagna åtgärderna under 2021 och 2022. (Haag, A & Sjökvist, E, 2021) (Haag, A, 2021)

5 Slutsatser

Effekterna av ett förändrat klimat kan få stora konsekvenser på transportsystemet. Transportsektorn består av många olika aktörer, med olika mandat och rådighet. Det råder olika förutsättningar inom och mellan trafikslag och i olika delar av landet. De beskrivningar av effekter och risker som gjorts i denna analys är övergripande. Behovet av åtgärder varierar, och arbetet med att identifiera och prioritera rätt åtgärder kommer att fortsätta vara en viktig del i transportsektorns klimatanpassningsarbete.

Transportstyrelsens ansvar handlar bland annat om att regelverken ska vara utformade så att effekterna av ett framtida förändrat klimat inte äventyrar målet om en långsiktig hållbar transportförsörjning i hela landet. Då regelverk ofta utvecklas i en internationell kontext behöver detta perspektiv finnas med både i det nationella och i det internationella arbetet. Medvetenheten om behovet av klimatanpassningsåtgärder har blivit större i samhället, och frågan är på agendan både nationellt och i internationella organ. Kunskapen kring behov och lämpliga åtgärder utvecklas löpande, och samarbete och dialog med transportsektorns olika aktörer är av vikt för att följa det arbete som görs och kunna bedöma vilka risker som behöver omhändertas i första hand.

Utöver regelgivningsarbetet bör också Transportstyrelsens arbete med tillsyn och tillståndsprovning, i den mån det finns mandat, ta hänsyn till kommande klimatförändringar. Det är också viktigt att myndighetens interna arbete med säkerhet och robusthet omfattar klimatanpassningsperspektivet, och att förebygga och minimera risken för att driften av myndighetens tekniska system ska påverkas klimatförändringarna.

Transportsektorns klimatanpassning ska inte hanteras som en separat fråga utan vara integrerat i verksamheten med inriktningen att transportsystemet ska vara trafiksäkert och tillgängligt, även när klimatet förändras.

Bilaga 1: Lagar och andra författningar som påverkar Transportstyrelsens arbete med klimatanpassning

Nedan redovisas författningar per trafikslag som innebär viss rådgivet i myndighetens arbete med klimatanpassning.

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 2010:132) om utformning av bansystem och plattor på flygplats.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2018:98) om användning och utformning av luftrum och flygprocedurer

- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2020:88) om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten och om flyghinderanmälan
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:22) om markering och ljussättning av föremål som genomtränger flygplatsers hinderbegränsande ytor

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.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2022:94) om lotsning.

Vägtrafik

- Europaparlamentet och rådets förordning (EU) nr 305/2011 av den 9 mars 2011 om fastställande av harmoniserade villkor för saluföring av byggprodukter.
- 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 om egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor (TSFS 2021:122)
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2010:183) om vägsäkerhet.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2015:27) om trafiksäkerhet i vägtunnlar med mera.

- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder (TSFS 2018:57)

Spårtrafik

- Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2021/782 av den 29 april 2021 om rättigheter och skyldigheter för tågresenärer
- Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/798 av den 11 maj 2016 om järnvägssäkerhet
- Järnvägssäkerhetslagen (2022:367)
- Järnvägssäkerhetsförordningen (2022: 418)
- 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
- Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/797 av den 11 maj 2016 om driftskompatibiliteten hos järnvägssystemet inom Europeiska unionen
- Järnvägstekniklagen (2022:366)
- Järnvägsteknikförordningen (2022:417)
- 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
- Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2019/773 av den 16 maj 2019 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet avseende delsystemet Drift och trafikledning i järnvägssystemet i Europeiska unionen och om upphävande av beslut 2012/757/EU
- Lag (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg.
- Förordning (1990:1165) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg.
- Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2010:115) om godkännande av spåranslagning eller fordon för tunnelbana och spårväg.

- Plan- och bygglagen, PBL, (2010:900)
- Plan- och byggförordningen, PBF, (2011:338)
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor (TSFS 2021:122)

6 Referenser

Allmänflygsäkerhetsrådet, 2018. *Workshop med Allmänflygsäkerhetsrådet 2018-11-22* [Intervju] 2018.

EPA, 2016. *Climate change impact on the transportsector*, u.o.: u.n.

globalamalen.se, 2022. *Bekämpa klimatförändringarna*. [Online]
Available at: <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-13-bekampa-klimatforandringarna/>
[Använd 13 05 2024].

Haag, A & Sjökvist, E, 2021. *Klimatanalys för Tunnlandsgatan. SMHI Rapport Nr 2021-14*, u.o.: SMHI.

Haag, A, 2021. *Kompletterande klimatanalys för hantering av skyfallsrisker på Tunnlandsgatan. SMHI RApport nr 2021-32*, u.o.: SMHI.

Karl, T. e. a., 2009. *Global Climate Change Impact in the United States*, u.o.: Cambridge University Press.

Luftfartsstyrelsen, 2008. *Sårbarhetsanalys av rullbanors förändrade bärighet och renoveringsbehov av flygplatsers dagvattensystem*, u.o.: Luftfartsstyrelsen.

MSB, 2015. *Värmens påverkan på samhället*, u.o.: u.n.

Nationella expertrådet, 2022. *Första rapporten från Nationella expertrådet för klimatanpassning*, u.o.: u.n.

Regeringen, 2018. *Regeringens proposition 2017/18:163, Nationell strategi för klimatanpassning*, u.o.: u.n.

Regeringen, 2023. *Prop. 2023/24:1 Utgiftsområde 22 Kommunikationer*, u.o.: u.n.

Regeringen, 2024. *Regeringens skrivelse 2023/24:97, Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning*, u.o.: u.n.

SGI, 2011. *Göta älvutredningen - delrapport 16. Metodik konsekvensbedömning - Sjöfart*, u.o.: u.n.

Sjöfartsverket, 2018. *Rapportering av regeringsuppdrag klimatanpassning (18-01896-3)*, u.o.: u.n.

Skärgårdsredaren, 2010. *Isiga vägar. Skärgårdsredaren*.

- SMHI, 2023. *Klimatförändringen är tydlig redan idag*. [Online]
Available at: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-forandras>
[Använd 2024].
- SMHI, 2023. *Rekommendationer för arbetet med klimatanpassning*, u.o.: u.n.
- SOU 2007:60, 2007. *Konsekvenser av klimatförändringar och extrema väderhändelser*. u.o.:u.n.
- Teknik i Väst AB, 2021. *Klimatanpassningsstrategi*, u.o.: u.n.
- Trafikverket, 2019. *Nationell beredskapsplan järnvägen*, u.o.: Trafikverket.
- Trafikverket, 2019. *Trafikverkets klimat- och sårbarhetsanalys*, u.o.: u.n.
- Trafikverket, 2020. *Tjälskador på järnvägen*. [Online]
Available at: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/arstidsstyrda-beredskapsplaner---jarnvag/beredskapsplan-var---jarnvag/tjalskador-pa-jarnvagen/>
[Använd 3 juni 2024].
- Trafikverket, 2022. *Viltolyckorna ökar*. [Online]
Available at: <https://bransch.trafikverket.se/om-oss/aktuellt-for-dig-i-branschen3/aktuellt-for-dig-i-branschen/2022-09/viltolyckorna-okar/>
[Använd 3 juni 2024].
- Transportstyrelsen, 2019. *Information från sektionen för flygtrafiktjänst 2019-01-28* [Intervju] 2019.
- VTI, 2018. *Klimatförändringarnas påverkan på sjöfart och luftfart, översiktligt underlag för handlingsplan*. VTI Rapport 960., u.o.: VTI.
- VTI, 2023. *Ramverk för att prioritera och bedöma nyttan av klimatanpassningsåtgärder*, VTI-rapport 1186, u.o.: u.n.
- Wennerdahl, E., 2017. *Change in Thunderstorm Activity in a Projected Warmer Future Climate: a Study over Europe*, u.o.: Uppsala Universitet.
- Williams, P, 2017. Increased Light, Moderate and Severe Clear-Air Turbulence in Response to Climate Change. *Advances in atmospheric sciences*, Vol. 34, maj, pp. 576-586.



**TRANSPORT
STYRELSEN**

transportstyrelsen.se
telefon 0771-503 503