



Länsstyrelsen
Värmland

Klimat- och sårbarhetsanalys

Värmland i ett förändrat klimat

Publ nr 2020:24
ISSN 0284-6845

Foton: Länsstyrelsen
Rapporten är sammanställd av Karin de Beer och Veronica Tikka

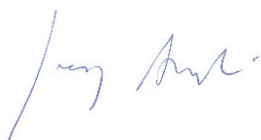
Länsstyrelsen Värmland, 651 86 Karlstad
010-224 70 00, www.lansstyrelsen.se/varmland

Förord

Klimatet förändras. Pågående klimatförändringar resulterar bland annat i att vintrarna blir mildare och efterhand allt mer snöfattiga. Somrarna blir varmare och växtsäsongen blir längre. Nederbörden ökar, särskilt under vintern. Det framtida klimatet kommer sannolikt innebära fler och intensivare tillfällen med extremt väder.

Länsstyrelsen har i uppdrag att analysera hur klimatförändringarna påverkar länet. Det är ett arbete som behöver ske utifrån visionen om att skapa förutsättningar för människor, företag och organisationer att leva och verka i och för ett hållbart Värmland. Det handlar om såväl länets infrastruktur, bebyggelse och brukade mark som länets naturmiljö och invånare. I denna rapport har konsekvenser av klimatförändringarna sammanställts för olika sektorer i vårt samhälle.

Länets aktörer uppmuntras att utifrån denna sammanställning analysera hur ens egen verksamhet påverkas för att därefter planera för åtgärder. På det sättet kan vi i länet gemensamt bidra till att nå regeringens mål för klimatanpassning; *att utveckla ett långsiktigt hållbart och robust samhälle som aktivt möter klimatförändringar genom att minska sårbarheter och ta tillvara möjligheter.*



Georg André

Landshövding i Värmlands län

Sammanfattning

Klimat- och sårbarhetsanalysen är en sammanställning av befintlig kunskap om klimatförändringarnas påverkan i Värmlands län. Analysen sammanställer de främsta konsekvenserna av ökade temperaturer, ändringar i nederbörd och vattenflöden inom olika sektorer: kommunikationer, energi- och vattenförsörjningssystem, bebyggelse, areella näringar, människors hälsa, naturmiljö.

I slutet av seklet beräknas årsmedeltemperaturen i Värmlands län att öka med cirka 3–5 grader, med lägre temperaturer i de norra delarna och varmare i de södra delarna. Värmlands årsmedelnederbörd ökar med cirka 20 % och den största ökningen sker under vintertid. Tillrinning med återkomsttid 10 år respektive 100 år tilltar i storlek i de södra delarna av länet och en viss minskning ses i de norra delarna av länet.

Sammanfattningsvis visar analysen att följande är de främsta konsekvenserna inom respektive sektor:

- **Kommunikationer.** Förutom direkta skador på infrastrukturen på grund av extremväder och minskad markstabilitet, kan de indirekta konsekvenserna av avbrott i elektronisk kommunikation och avbrott i trafiken bli mycket stora.
- **Energi- och vattenförsörjningssystem.** Minskat behov av uppvärmning och ökat behov av kylning. Diverse kvalitativa vattenproblem, men även en ökad sannolikhet för vattenbrist. Extremväder kan skada systemen.
- **Bebyggelse.** Bebyggda områden och anläggningar utsätts för höga temperaturer och översvämningar samt ras och skred. Dagvatten- och avloppssystem samt reningsverk blir överbelastade. Igenväxning är ett av de största hoten mot det biologiska kulturarvet.
- **Areella näringar.** Ett varmare klimat innebär en ökad avkastningspotential, att nya grödor kan odlas, en ökad sommarturism och en ökning av varmvattenarter. Men klimatförändringarna kan också innebära en ökning av skadeinsekter och svampar, skogsbränder, värmestress, översvämningar och en minskning av kallvattenarter.
- **Människors hälsa.** Klimatförändringarna kan både ge direkta effekter på människors hälsa som en följd av väderhändelser och indirekta effekter genom att det påverkar ekosystem, ekonomier samt sociala strukturer.
- **Naturmiljö.** Många växt- och djurarter kan finna det svårt att anpassa sig eller förflytta sig i takt med klimatförändringarna. För sydliga arter som har sin nordliga gräns i Värmland kan klimatförändringen istället bli till en fördel.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	1
2	Värmland i ett förändrat klimat.....	3
3	Kommunikationer	7
3.1	Elektronisk kommunikation	7
3.2	Järnväg.....	8
3.3	Vägar.....	10
3.4	Luftfart	11
3.5	Sjöfart.....	11
4	Energi- och vattenförsörjningssystem	13
4.1	Energiförsörjningssystem.....	13
4.2	Dricksvattenförsörjning.....	15
5	Bebyggelse.....	17
5.1	Bebyggda områden.....	17
5.2	Dagvatten- och avloppssystem.....	18
5.3	Miljöfarlig verksamhet	19
5.4	Förorenade områden	20
5.5	Dammar.....	22
5.6	Kulturarv	22
6	Areella näringar.....	25
6.1	Skogsbruk	25
6.2	Jordbruk	26
6.3	Djurhållning	27
6.4	Fiskenäring.....	29
6.5	Turism och friluftsliv	29
7	Människors hälsa.....	31
8	Naturmiljö	34
9	Hur materialet kan användas	38
10	Referenser	39
	Bilaga 1: Förklaringar.....	43

1 Bakgrund

Klimatanpassning innebär åtgärder som syftar till att skydda miljön, människors liv och hälsa samt egendom, genom att samhället anpassas till de klimatförändringar vi redan märker av idag och de som vi inte kan förhindra i framtiden.

Klimatanpassning är en del av Länsstyrelsen Värmlands arbete med att förverkliga visionen om *En hållbar utveckling i hela Värmland - ekonomiskt, miljömässigt och socialt* och för att uppnå de globala målen för hållbar utveckling i Agenda 2030. Den ekologiska dimensionen av hållbarhetsmålen återspeglas i Värmlands [regionala åtgärdsprogram för miljömålen](#)¹ – här stärks bland annat genomförandet av länets åtgärder inom klimatanpassning via miljööverenskommelser mellan länets kommuner, Länsstyrelsen Värmland och Region Värmland.

Länsstyrelsen samordnar det regionala arbetet med att anpassa samhället till ett förändrat klimat. Länsstyrelsens arbete styrs av Förordning (2018:1428), se nedan.

En länsstyrelse ska, utöver kraven i 4 §, inom ramen för sitt uppdrag att samordna det regionala arbetet med klimatanpassning också initiera, stödja och utvärdera arbetet med klimatanpassning inom sitt ansvarsområde och inom ramen för sina uppdrag,

- initiera, stödja och följa upp kommunernas klimatanpassningsarbete,
- analysera hur länet och vid behov angränsande län påverkas av klimatförändringarna,
- stödja och följa upp regionala sektorsmyndigheters klimatanpassningsarbete,
- bidra till och ta fram underlag för ökad kunskap och planering, och
- stödja arbete i älvgrupper.

Figur 1: Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

Föreliggande material är Länsstyrelsen Värmland analys av hur Värmlands län påverkas av klimatförändringarna. Klimat- och sårbarhetsanalysen sammanställer de främsta konsekvenserna av ökade temperaturer, ändringar i nederbörd och vattenflöden för kommunikationer, energi- och vattenförsörjningssystem, bebyggelse, areella näringar, människors hälsa samt naturmiljö.

Syftet med klimat- och sårbarhetsanalysen är att informera Värmlands aktörer om klimatförändringarnas påverkan inom olika samhällssektorer i länet. Ökade kunskaper ger möjligheter till att vidta de åtgärder som bedöms nödvändiga för ett hållbart och motståndskraftigt samhälle. Alla organisationer i Värmland kan nyttja detta material för att analysera hur deras ansvars- eller intresseområde påverkas av klimatförändringarna.

Analysen har arbetats fram med bakgrundsavsnittet ”Konsekvenser av klimatförändringarna” i [Länsstyrelsens regionala handlingsplan för klimatanpassning](#)² som utgångspunkt. Den tidigare informationen från 2014 har uppdaterats utifrån aktuella myndighets- och till viss del forskningsrapporter, samtal med experter inom området och handläggare inom berörda verksamheter på Länsstyrelsen.

¹ Länsstyrelsen Värmland. 2018. *Åtgärder för ett hållbar Värmland: Regionalt åtgärdsprogram för miljömålen 2018–2020*.

² Länsstyrelsen Värmland. 2014. *Värmland i ett förändrat klimat, Regional handlingsplan för klimatanpassning*.

Läsanvisning

Nästa kapitel, kapitel 2, beskriver framtidens klimat i Värmland utifrån två klimatscenarier. Kapitel 3–8 presenterar en sektorsindeld klimat- och sårbarhetsanalys. I varje kapitel finns en översiktlig tabell med klimatförändringarnas konsekvenser inom respektive sektor. Kapitel 9 ger några avslutande slutord. Alla referenser återfinns i kapitel 10. Vissa climateffekter i analysen har en (klickbar) direktlänk till bilaga 1, som innehåller längre förklaringar om nämnda climateffekter.

2 Värmland i ett förändrat klimat

Att klimatet ändras innebär både att *medelvärden* av en klimatvariabel, till exempel temperatur och nederbörd, långsamt förändras och att *variationen* runt medelvärdena förändras. Sammantaget innebär det en ökning av antalet extremvärden av en klimatvariabel.³

Till vilken grad klimatet förändras beror på ökningen av växthusgaser i atmosfären. Beskrivningarna av dagens och framtidens klimat i Värmland baseras utgår från två olika klimatscenarier: begränsade utsläpp (RCP 4.5) eller höga utsläpp (RCP 8.5). Hela detta kapitel utgår från SMHI:s analys från 2015:

[Framtidsklimat i Värmlands län enligt RCP scenarier.](#)

Klimatscenarier

Klimatscenarier är scenarier och inte prognoser. Ett klimatscenario är en beskrivning av en tänkbar klimatutveckling i framtiden med hjälp av antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser, en global och en regional klimatmodell. Internationellt utgår arbetet utifrån fyra olika klimatscenarier (RCP, Representative Concentration Pathways) för att beräkna framtida klimatförändringar för olika halter av växthusgaser i atmosfären:

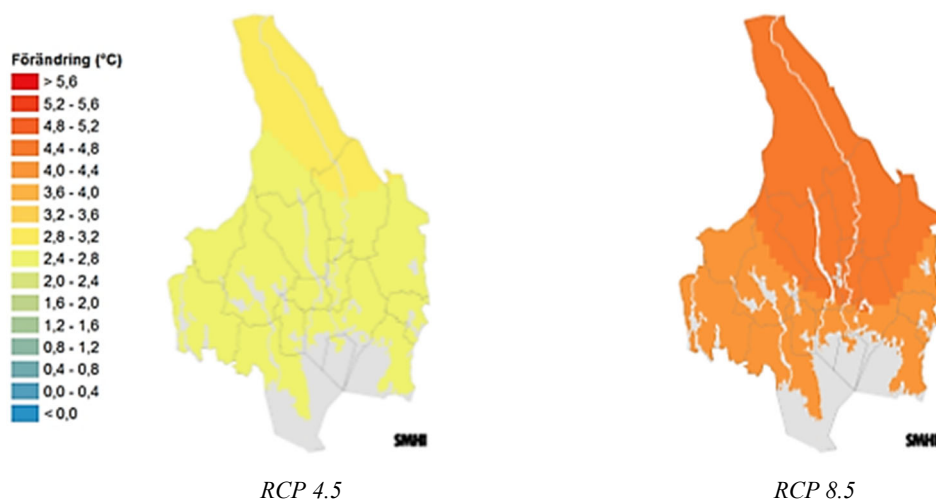
- RCP 8,5. Fortsatt höga utsläpp av koldioxid.
- RCP 6. Utsläpp av koldioxid ökar fram till år 2060.
- RCP 4,5. Utsläpp av koldioxid ökar fram till år 2040.
- RCP 2,6. Utsläpp av koldioxid kulminerar omkring år 2020.⁴

Figur 2: Förklaring av klimatscenarier

Temperatur

Årsmedeltemperaturen i Värmland beräknas öka med cirka 3–5 grader enligt RCP 4.5 respektive RCP 8.5 till slutet av seklet. Temperaturökningen är ungefär lika stor för alla säsonger. Hösten förväntas hålla i sig en längre period samtidigt som våren kommer tidigare, vinterperioden blir kortare och sommaren längre.

Årsmedeltemperaturen varierar med några grader i länet, med lägre temperaturer i de norra delarna och varmare i de södra delarna.

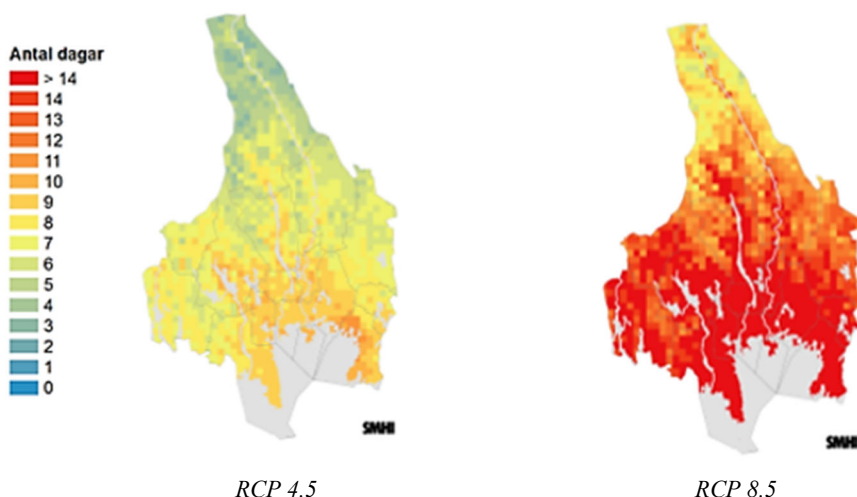


Figur 3: Förändring av årsmedeltemperatur mellan perioderna 1961–1990 och 2069–2098.

³ FOI. 2011. Integrera klimatanpassning i kommunala risk- och sårbarhetsanalyser - en vägledning.

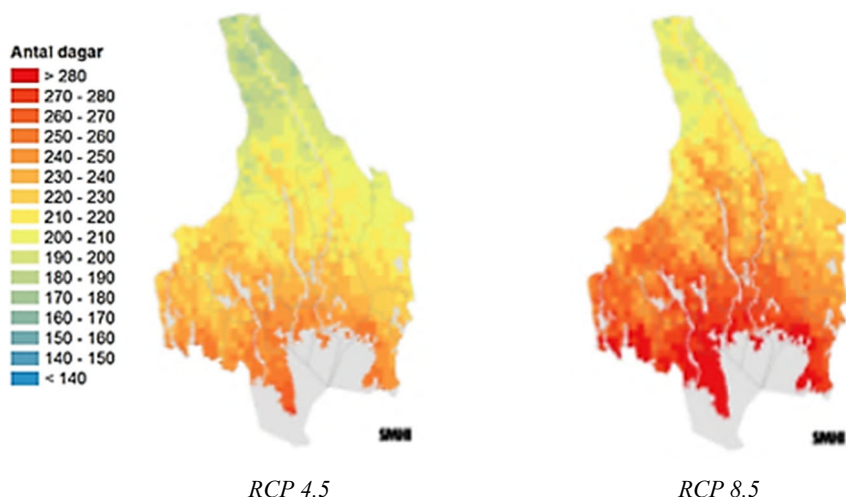
⁴ SMHI. RCP scenarier. 25 maj 2020.

Årets längsta sammanhängande period med dygnsmedeltemperatur över 20 °C har ökat med någon dag per år i Värmland de senaste årtiondena. Under perioden 1961–1990 var det endast ett fåtal tillfällen varje år som dygnsmedeltemperaturen kom över 20°C. Medelvärde för länet som helhet var 2,4 dagar. Enligt RCP 8.5 ökar värmeböljornas längd med cirka två veckor i slutet av seklet och för RCP 4.5 håller det i sig en vecka i genomsnitt.



Figur 4: Årets längsta sammanhängande period med dygnsmedeltemperatur över 20 °C, antalet dagar under perioden 2069–2098.

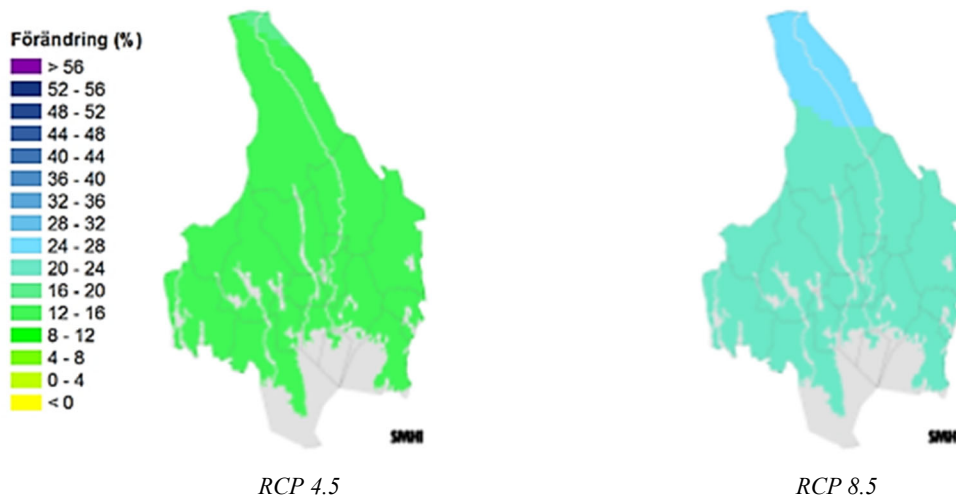
Vegetationsperioden i Värmland beräknas bli längre under de kommande årtiondena. RCP 4.5 visar en generell ökning med 40 dagar över hela länet mot slutet av århundrandet. RCP 8.5 har lite varmare temperaturer under våren och hösten, vilket ger en skillnad på vegetationsperiodens längd med ungefär månad mellan scenarierna.



Figur 5: Vegetationsperiodens längd, antalet dagar under perioden 2069–2098.

Nederbörd

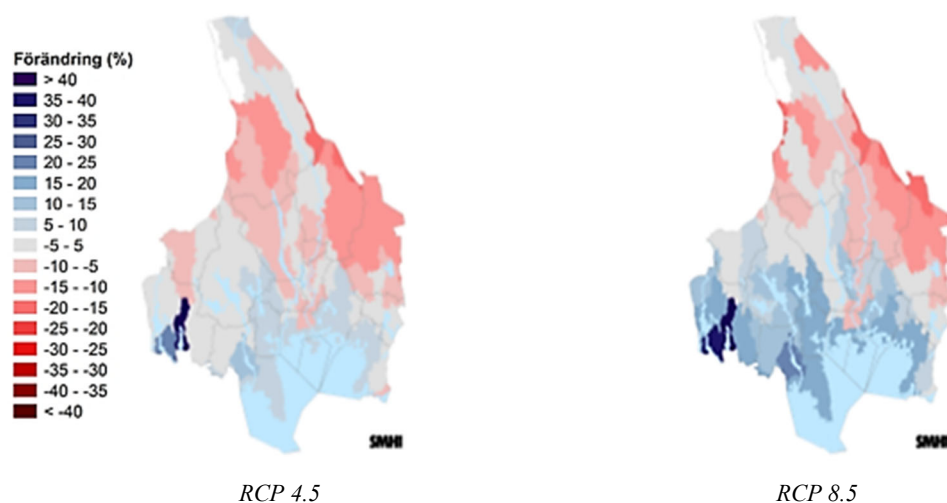
Årsmedelnederbörden i Värmland ökar med cirka 20 %. Nederbörden ökar mest vintertid, enligt RCP 8.5 beräknas en ökning på 40 % i norra delen av länet. Den kraftiga nederbörden förväntas också att öka, med en 15–20 % ökning av maximal dygnsnederbörd beroende på RCP-scenario.



Figur 6: Förändring i årsmedelnederbörd mellan perioderna 1961–1990 och 2069–2098.

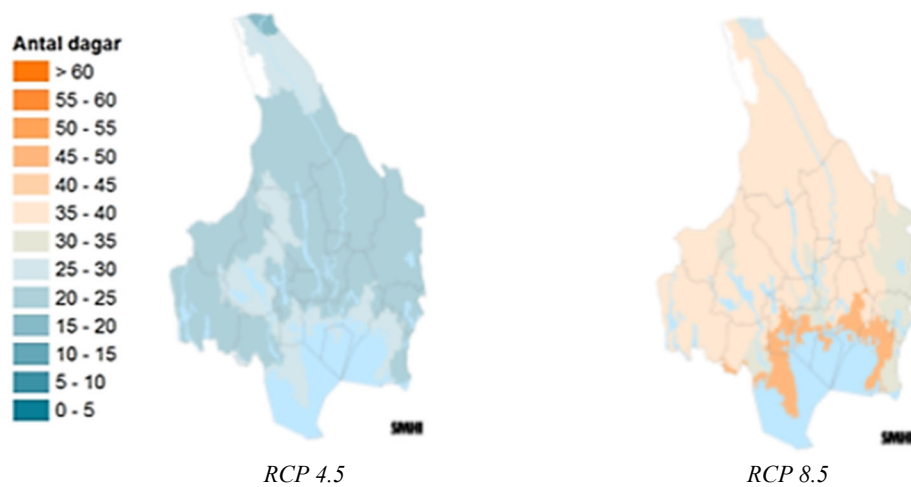
Temperatur och nederbörd

Tillrinningen varierar mellan år och under året beroende på nederbörd, temperatur, snötäcke, markfuktighet och avdunstning. Tillrinning med återkomsttid 10 år respektive 100 år ser ut att öka i storlek i de södra delarna av länet och en viss minskning ses i de norra delarna av länet. För Klarälven och Norsälven kvarstår årstidsförloppet men vårflödestoppen kommer tidigare och flödet är i medeltal lägre då. Under hösten och vintern blir flödena högre, sommaren påverkas inte nämnvärt. För vattendrag med mindre snöpåverkan förändras dynamiken med högre tillrinning höst-vinter och lägre under vårsommar.



Figur 7: Förändring i total 10-årstillrinning mellan perioderna 1961–1990 och 2069–2069.

I ett varmare klimat förväntas markfuktigheten minska. Antalet dagar med låg markfuktighet ökar i Värmland från dagens 10–15 dagar per år till 20–25 dagar respektive 30–40 dagar enligt de olika scenarierna.



Figur 8: Antalet dagar per år med låg markfuktighet under perioden 2069–2098.

3 Kommunikationer

3.1 Elektronisk kommunikation

- Telekommunikation
- Datakommunikation, IT tjänster, WiFi
- TV och radio

Elektroniska kommunikationsnät är system och utrustning för överföring, koppling eller dirigerings av signaler via tråd, radiovågor eller på optisk väg.⁵ Förutom direkta skador, kan indirekta konsekvenser av avbrott i elektronisk kommunikation bli mycket stora då olika funktioner drabbas.

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Värmebölja</u>	Överhettning av utrustning.
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Skyfall, höga flöden</u>	Översvämning av anläggningar och ledningsnät. El-, gas-, internet- och teleavbrott.
Temperatur (ökad) och nederbörd (minskad)	<u>Skogsbränder</u>	Sot och gaser och som ger skador på infrastruktur.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Erosion, ras, skred</u>	Master, luftledningar, antenner skadas.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Stormfällning</u>	Träd som faller över master, luftledningar, antenner.
Diverse klimatfaktorer	<u>Avbrott i elförsörjning</u>	Avbrott i elektronisk kommunikation.

Temperatur

I både glesbygd och tätorter finns elektronisk utrustning för signalsystem, telekommunikationer som inte har aktiv kylning. Utrustningen riskerar att överhettas när utomhustemperaturen blir hög, särskilt under värmeböljor.⁶

Nederbörd

Skyfall kan leda till el-, gas- och teleavbrott. Även internet kan störas beroende på hur väl förgrenat det är. Markkablar och byggnader innehållande elektrisk utrustning såsom signalställverk och kopplingscentraler är känsliga för inträngande vatten och kan skadas.⁷ Det fasta nätets luftledningar och de mobila nätens master samt antenner är känsliga för kraftig nederbörd.⁸ Luftledningar kommer att finnas kvar även om utvecklingen går mot radiolösningar och nedgrävning av kablar.⁹

Temperatur och nederbörd

Perioder med torka på sommaren i kombination med värmebölja medför en ökad risk för skogsbrand.¹⁰ Skogsbränder släpper ut stora mängder av sot och gaser, och under torra förhållanden sprids partiklarna enklare än i vanliga fall. Brandrök

⁵ Lag (2003:389) om elektronisk kommunikation.

⁶ Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*.

⁷ Trafikverket. 2018. *Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete*.

⁸ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁹ Ibid.

¹⁰ MSB. 2012. *Klimatförändringarnas konsekvenser för samhällsskydd och beredskap*.

kan ge skador på infrastruktur som el- och teleledningar, samt master för mobiltelefoni och radio.¹¹

Nederbörd och tillrinning

Skyfall och höga flöden i vattendrag samt sjöar ökar risken för översvämningar av anläggningar och ledningsnät.¹² Den ökade risken för ras, skred och erosion i samband med översvämning kan också leda till att anläggningar och ledningsnät skadas.¹³

Ökad nederbörd och ökad tillrinning vintertid kan bidra till ostabil mark och en ökad risk för stormfällning. Ökade risker för stormfällning påverkar system med luftledningar och även master, då träd faller över och kan orsaka skador.¹⁴

Temperatur, nederbörd och tillrinning

Elektronisk kommunikation är beroende av elförsörjning. Klimatförändringarnas effekter kan påverka elförsörjningen (se kapitel 4). Stora noder för telekommunikation har stationär reservkraft med uthållighet för cirka en veckas drift. Mindre stationer, exempelvis koncentrationer i det fasta telenätet och basstationer i mobilnäten, har batteridrift med varierande uthållighet från tre, fyra timmar och uppåt.¹⁵

3.2 Järnväg

Värmland har 600 km järnväg, varav 500 km används för trafik.¹⁶ Den största delen av det värmländska järnvägsnätet förvaltas av Trafikverket. Övriga spår som industrispår och dylikt ägs av privata aktörer eller kommuner.

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Värmebölja</u>	Tekniska komponenter, signalsystem och materiella delar skadas. Solkurvor som skadar banan och ger upphov till krökning av rälsen. Växlar slutar fungera.
Temperatur (ökad)	<u>Mildare vintrar</u>	Mindre rälsbrott under vinterhalvåret.
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Skyfall, höga flöden</u>	Översvämning. Ökad belastning på avvattningsystemet. Inträngande vatten i byggnader med elektronisk utrusning.
Temperatur (ökad) och nederbörd (minskad)	<u>Minskade grundvattennivåer, marksättningar</u>	Minskad markstabilitet. Sättningar som påverkar geokonstruktioner.
Temperatur (ökad) och nederbörd (ökad)	<u>Stormfällning</u>	Nedfallna träd över spår och ledningar.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Erosion, ras, skred, slamströmmar</u>	Bortspolning. Skador på banvallen och järnvägsbroar.
Diverse klimatfaktorer	<u>Avbrott i elförsörjning</u>	Avbrott i järnvägstrafiken.

¹¹ MSB. 2015. *Värmens påverkan på samhället – en kunskapsöversikt för kommuner med faktablad och rekommendationer vid värmebölja.*

¹² SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

¹³ MSB. 2012. *Klimatförändringarnas konsekvenser för samhällsskydd och beredskap.*

¹⁴ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Lantmäteriet. *Vägkartan.*

Temperatur¹⁷

Höga temperaturer och värmeböljor kan få stora negativa konsekvenser på tekniska komponenter i järnvägssystemet. Under perioder med hög värme kan kontaktledningarna förlängas och kontaktledningshaveri uppstå. Ett annat problem vid värmeböljor är att teknisk utrustning, till exempel utrustning för signalsystem och omformastationer, ofta är placerade i byggnader längs banan. Vid en värmebölja måste elektroniken kunna hållas kyld, vilket kan vara svårt om kylutrustning saknas eller är underdimensionerad för höga temperaturer.

Rälsen kan expandera av värme, vilket i sin tur kan leda till att signalsystemet inte fungerar och trafiken måste stoppas. Kraftigare solkurvor kan skada banan och ge upphov till krökningar av rälsen.

Växlarna påverkas också av värme. Vid höga temperaturer kan metalldelar i växeln påverkas så att växeln inte går i sitt läge, delarna måste då svalna innan växeln kan fungera igen.

En positiv konsekvens för järnvägsnätet vid en ökad temperatur är minskad sannolikhet för isbildning som orsakar rälsbrott under vintertid.

Nederbörd och tillrinning¹⁸

Ökad nederbörd och tillrinning påverkar avvattningsystemet bestående av trummor, brunnar, diken och dräneringsledningar. Risken ökar också för översvämningar, erosion, ras och skred, samt slamströmmar. Vid slamströmmar kan broar och trummors genomströmningsarea sättas igen vilket kan leda till att hela banvallen spolats bort. Särskilt sårbara delar är broar och trummor under höga järnvägsbankar. En skada på en sådan anläggning, till exempel bortspolning av banvallen på grund av ett skyfall, kan leda till mycket stora störningar i trafiken och avsevärda reparationskostnader.

Byggnader innehållande elektrisk utrustning såsom signalställverk och kopplingscentraler är känsliga för inträngande vatten.

Temperatur och nederbörd

Minskad tjäle i marken på grund av ökad temperatur i kombination med ökad nederbörd under vinterhalvåret kan leda till att träd inte står lika stadigt vid stormar under vinterhalvåret. Detta ökar risken för nedfallna träd över spår och ledningar.¹⁹

En förlängd vegetationsperiod och ökad avdunstning medför att perioden med goda förutsättningar för grundvattenbildning förkortas.²⁰ Minskade grundvattennivåer kan skapa problem för markstabiliteten. Sättningar förekommer framför allt när finkorniga jordarter, silt och lera dräneras.²¹ Förändrade grundvattennivåer påverkar grundläggningen för geokonstruktioner, så som broar och banvallar.²²

Temperatur, nederbörd och tillrinning²³

Då järnvägen är beroende av elektricitet blir det påföljder för järnvägstrafiken om det blir avbrott i elförsörjningen på grund av, till exempel, stormfällning eller översvämningar.

¹⁷ Trafikverket. 2018. Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete; MSB. 2014. Hur värme påverkar tekniska system. Möjliga konsekvenser av en värmebölja på elförsörjning och järnvägstransporter.

¹⁸ Trafikverket. 2018. Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete.

¹⁹ Ibid.

²⁰ SGU. 2017. Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige.

²¹ SGU. 2007. Områden där grundvattennivån är av särskild betydelse för vattenkvalitet, markstabilitet eller ekosystem.

²² Trafikverket. 2018. Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete.

²³ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

3.3 Vägar

Totalt finns ca 30 500 km väg i Värmlands län. Vägnetet består av statliga och kommunala vägar och gator, samt en stor del enskilda vägar (ca 77 %) såsom skogsvägar eller avfartsvägar.²⁴

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Färre nollgenomgångar</u>	Minskad halka.
Temperatur (ökad)	<u>Mildare vintrar, minskad tjäle</u>	Skador på grusvägar.
Temperatur (ökad)	<u>Värmebölja</u>	Blödande asfalt som orsakar halka.
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Skyfall, höga flöden, erosion, ras, skred, slamströmmar</u>	Översvämning. Skador på vägar och konstruktioner. Oframkomliga vägar.
Temperatur (ökad) och nederbörd (minskad)	<u>Minskade grundvattennivåer, marksättningar</u>	Minskad markstabilitet. Sättningar som påverkar geokonstruktioner.
Temperatur (ökad) och nederbörd (ökad)	<u>Stormfällning</u>	Nedfallna träd över vägar.

Temperatur²⁵

Växlingar i temperatur kring nollstrecket, nollgenomgångar, väntas totalt bli färre under året. Detta minskar risken för halka som ofta inträffar vid dessa temperaturpendlingar.

Värmeböljor kan orsaka blödande asfalt, när vägen blir så varm att asfalten blir hal. Blödande asfalt orsakar halka och utgör en säkerhetsrisk.

Ett varmare klimat kan innebära fler skador på grusvägar. Varmare vintrar innebär en kortare period med vägar som är tjälade och har högre bärighet samt starkare ytskikt. På vintern används ofta tjälade skogsvägar för att transportera ut virke från skogen.

Nederbörd och tillrinning²⁶

Skyfall och höga flöden påverkar avvattningsystemet bestående av trummor, brunnar, diken och dräneringsledningar. Risken ökar för översvämningar, erosion, ras och skred, samt slamströmmar. Vid slamströmmar kan broar och trummors genomströmningsarea sättas igen vilket kan leda till att hela vägbanken spolats bort.

Temperatur och nederbörd

En förlängd vegetationsperiod och ökad avdunstning medför att perioden med goda förutsättningar för grundvattenbildning förkortas.²⁷ Minskade grundvattennivåer kan skapa problem för markstabiliteten. Förändrade grundvattennivåer påverkar grundläggningen för geokonstruktioner som broar och viadukter. Sättningar förekommer framför allt när finkorniga jordarter, silt och lera, dräneras.²⁸

²⁴ SCB. Väglängd i km efter region, vägkategori och år.

²⁵ Trafikverket. 2018. Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete.

²⁶ Ibid.

²⁷ SGU. 2017. Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige.

²⁸ SGU. 2007. Områden där grundvattennivån är av särskild betydelse för vattenkvalitet, markstabilitet eller ekosystem.

Minskad tjäle i marken på grund av ökad temperatur i kombination med ökad nederbörd under vinterhalvåret kan leda till att träd inte står lika stadigt vid stormar under vinterhalvåret, vilket ökar risken för nedfallna träd över vägar.²⁹

3.4 Luftfart

Värmland har tre kommersiella flygplatser: Torsby, Hagfors och Karlstad. Alla tre trafikeras kontinuerligt, men Karlstads flygplats är störst.

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Mildare vintrar</u>	Minskad isbeläggning. Minskat behov av avisning och användning av salt och kemikalier.
Temperatur (ökad)	<u>Värmebölja</u>	Blödande asfalt som orsakar halka.
Nederbörd (ökad)	<u>Skyfall</u>	Säkerhetsrisk för luftfarten.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Höga flöden</u>	Översvämningsskador.
Diverse klimatfaktorer	<u>Avbrott i elförsörjningen</u>	Avbrott i flygplatsers verksamheter.

Temperatur³⁰

En ökad temperatur innebär att flygplatser kommer att få minskade behov av avisning och användning av salt samt kemikalier för väg- och andra markanläggningar.

Värmeböljor kan orsaka blödande asfalt, när vägen blir så varm att asfalten blir hal. Blödande asfalt orsakar halka och utgör en säkerhetsrisk.

Nederbörd³¹

Ökad nederbörd i form av skyfall och hagel innebär en säkerhetsrisk för luftfarten.

Nederbörd och tillrinning

Kraftig och/eller långvarig nederbörd och hög vattenavrinning som överstiger kapaciteten för dagvattensystem kan orsaka lokala översvämningar och vattenfyllda kabelkanaler. Detta kan påverka flygplatsers verksamhet.³² Hårdgjorda ytor och liten tillgång till naturliga avrinningsområden gör översvämningsskador större. Flygplatsers infrastruktur kan vid skyfall därför drabbas av översvämningsskador vilket påverkar anläggningsunderhåll, säkerhet och nödutrymningsplanering. Skyfall orsakar också inställda och försenade flyg.³³

Temperatur, nederbörd och tillrinning³⁴

Avbrott i elförsörjningen kan medföra att flygplatsers aktiviteter och verksamheter kan tvingas att avbrytas.

3.5 Sjöfart

Värmlands hamnar befinner sig i Karlstad, Kristinehamn, Gruvön och Skoghall. De två sistnämnda är privata. Hamnen i Gruvön hanterar störst volymer sjögods.³⁵

²⁹ Trafikverket. 2018. Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete.

³⁰ Ibid.

³¹ VTI. 2018. Klimatförändringens påverkan på sjöfart och luftfart: Översiktligt underlag för handlingsplan.

³² Luftfartsstyrelsen. 2008. Särbarhetsanalys av rullbanors förändrade bärighet och renoveringsbehov av flygplatsers dagvattensystem; VTI. 2018. Klimatförändringens påverkan på sjöfart och luftfart Översiktligt underlag för handlingsplan.

³³ Transportstyrelsen. 2019. Klimat- och särbarhetsanalys för transportsystemet och Transportstyrelsens kärnverksamhet.

³⁴ VTI. 2018. Klimatförändringens påverkan på sjöfart och luftfart: Översiktligt underlag för handlingsplan.

³⁵ Region Värmland. 2017. Regional transportplan för Värmlands län 2018–2029.

Klimatförändringarnas konsekvenser³⁶

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Förändrat habitat	Ökad biofouling.
Temperatur (ökad)	Förändringar i barlastvatten	Fler främmande arter.
Temperatur (ökad)	<u>Mildare vintrar</u>	Mindre isbildning och isutbredning. Minskat behov av isbrytningsåtgärder och längre fraktsäsong.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Höga flöden, erosion, ras, skred</u>	Skador på hamnar.
Temperatur (ökad) och tillrinning (minskad)	<u>Låga vattenstånd</u>	Framkomlighetsproblem.

Temperatur

Den ökade temperaturen leder till ett förändrat habitat med ökad biofouling (bevuxning på båtbottnen). Detta kräver nya system för påväxthindrande medel. Förändringar av förekomst av alger och djur i barlastvatten leder till ökade risker för fler främmande arter i våra vatten.

Färre kalla dagar kommer att innebära mindre isbildning på fartyg och i hamnarna. Minskad isutbredning kommer att betyda ett minskat behov av isbrytningsåtgärder och en längre fraktsäsong.

Temperatur och tillrinning

Den ökade temperaturen, med ökad avdunstning som följd, kan leda till minskade vattennivåer i sjöar och vattendrag. Detta minskar framkomligheten för sjöfarten. Låga vattennivåer kommer också att kräva mer muddring och åtgärder för att hålla hamnar och farleder öppna.

Nederbörd och tillrinning

Höga vattenflöden, med risk för översvämningar, erosion, ras och skred som följd förväntas bli allt vanligare vilket kommer att påverka hamnar och sjöfart.

³⁶ VTI. 2018. Klimatförändringens påverkan på sjöfart och luftfart: Översiktligt underlag för handlingsplan.

4 Energi- och vattenförsörjningssystem

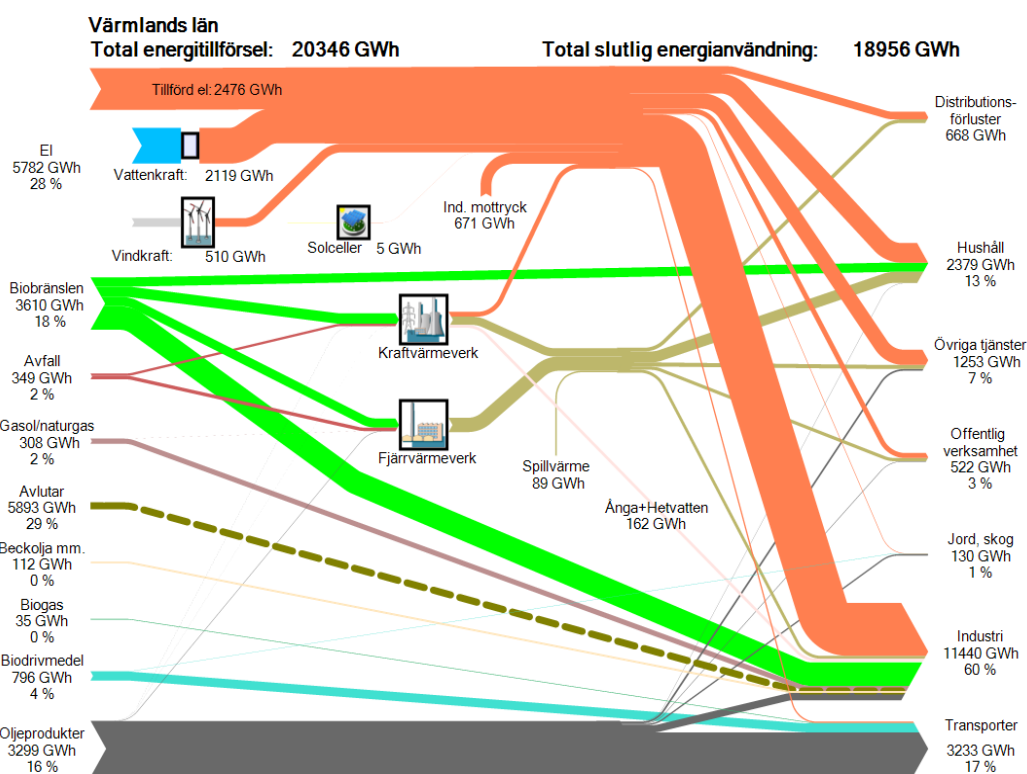
4.1 Energiförsörjningssystem

Det värmländska elkraftnätet kan delas in i olika nivåer:

- de lokala och regionala näten
- det rikstäckande nätet

Det rikstäckande stamnätet ägs av staten och transporterar el från kraftverken eller våra grannländer till de regionala näten. De regionala näten för elen vidare till lokala distributionsnät, där elen når sina slutkunder. Slutkunderna omfattar många privata ägare.

I Värmland står industrisektorn för störst energianvändningen (61%), följt av transporter (18%) och hushåll (12%). Energiförsörjningen i länet baseras främst på svartlut (29%) som bildas vid tillverkning av pappersmassa och används som energikälla inom industrin. Därefter kommer el (25%) och oljeprodukter (19%) som främst används inom transporter, se figur 7 nedan.³⁷



Figur 9: Energibalans för Värmlands län år 2017.³⁸

Klimatförändringarna påverkar energisystemens möjligheter att leverera energi i önskad omfattning enligt användarnas efterfrågan. Även förutsättningarna för produktionen inom vattenkraft, biobränsle, vindkraft och solenergi kan ändras, men den påverkan bedöms inte vara lika stor.³⁹ Av den anledningen beskrivs endast klimatförändringarnas effekter på distribution och behov nedan i detta kapitel.

³⁷ Länsstyrelsema. 2019. *Energistatistik – För Sveriges län och kommuner för år 2017*.

³⁸ Ibid.

³⁹ Paul Dowling. 2013. The Impact of Climate Change on the European Energy System. *Energy policy*. Vol. 60, p. 406–417

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Värmebölja</u>	Tekniska komponenter och kablar påverkas av värmen. Ökad energiåtgång för kylning och luftkonditionering. Överbelastning genom ökat kylbehov.
Temperatur (ökad)	<u>Mildare vintrar</u>	Minskar behovet av energi för uppvärmning.
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Höga flöden, skyfall</u>	Avbrott i ledningsburna system. Översvämmade elnätstationer och elskåp. Inträngande vatten och korrosion av ledningar.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Erosion, ras, skred, markförskjutningar</u>	Skador på markburna system.
Nederbörd (ökad) tillrinning (ökad) och temperatur (ökad)	<u>Stormfällning</u>	Skador på luftburna ledningar.

Temperatur

Varmare sommartemperaturer och värmeböljor ökar risken för värmens negativa påverkan på distributionsnätet. Luftkablar förlängs av hög värme, vilket ger nedhängande luftkablar. Isoleringen runt jordkablar kan smälta och överslag kan leda till elavbrott. Andra komponenter såsom transformatorer, isolatorer och brytare är också känsliga för värme.⁴⁰

Temperaturökningen påverkar behov- och användningsmönster, vilket ställer andra krav på elnätet än idag. Behov av kylning och luftkonditionering under varma sommardagar kommer att bli allt större, i Sverige kan behovet femfaldigas under loppet av det här seklet.⁴¹

När belastningen på elnätet ökar under en värmebölja genereras mer värme samtidigt som kylkapaciteten är reducerad. I värsta fall bildas positiva feedback-loopar som leder till att temperaturen hela tiden ökar tills någon komponent går sönder.⁴²

Temperaturhöjningen minskar också behovet av energi för uppvärmning av bostäder och andra lokaler under vinterhalvåret, kanske med så mycket som en tredjedel i Sverige till slutet av det här seklet.⁴³

Nederbörd och tillrinning

Skiftande nederbörd- och tillrinningsmönster kan leda till erosion, ras och skred, vilket kan skada ledningsburna system i drabbade områden.⁴⁴

Översvämning, som följd av höga flöden i vattendrag och sjöar eller skyfall, kan påverka markburna kraftledningar. Elskåp, till exempel, dränks om de inte är placerade tillräckligt högt. Det finns elnätstationer i lokalnät och regionnät som ligger i utsatt läge vid åar och sjöar. Lokalt och regionalt kan höga flöden och översvämmade stationer medföra besvärliga elavbrott. Alla jordkabeltyper är inte vattentäta och i samband med en högre vattenmättnad i marken kan det att tränga

⁴⁰ MSB. 2014. *Hur värme påverkar tekniska system – Möjliga konsekvenser av en värmebölja på elförsörjning och järnvägstransporter*.

⁴¹ Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*. Naturvårdsverket

⁴² McEvoy, D., Ahmed, I och Mullett, J. 2011. The impact of the 2009 heat wave on Melbourne's critical infrastructure. *Local Environment*. Vol. 17, no. 8, p. 783–796.

⁴³ Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*.

⁴⁴ Energimyndigheten. 2018. *Energimyndighetens arbete med klimatanpassning*.

in vatten i jordkablar och på sikt ge problem med korrosion av metalledar i kabeln.⁴⁵

Fjärrvärmesystem påverkas på lång sikt genom ökad korrosion på ledningar och markförskjutningar/sättningar till följd av ökade regnmängder.⁴⁶

Nederbörd, tillrinning och temperatur⁴⁷

Minskad tjäle och blötare förhållanden medför ökad risk för stormfällning vilket kan leda till nedfallande träd på luftburna elledningar, som i sin tur orsakar elavbrott.

4.2 Dricksvattenförsörjning

Förutsättningarna för dricksvattenproduktion i Värmland är gynnsamma. Länet har god tillgång på grundvatten av bra kvalitet. De flesta av länets innevånare (cirka 80 %⁴⁸) får sitt dricksvatten genom de allmänna vattentäkterna, även om privata brunnar är vanliga i glesbygdsområden. Huvuddelen av länets cirka 85 allmänna vattentäkter är grundvattentäkter. Runt 60 % av befolkningen får sitt dricksvatten från en grundvattentäkt, största delen från grundvatten med konstgjord infiltration med ytvatten. Omkring 40 % av befolkningen får sitt dricksvatten från en ytvattentäkt.⁴⁹

Små snabbreagerande grundvattenmagasin finns bland annat i morän och i berg och är av stor vikt för den enskilda vattenförsörjningen. Långsamreagerande grundvattenmagasin utgörs främst av isälvsavlagringar (rullstensåsar) och är betydelsefulla för den allmänna vattenförsörjningen.⁵⁰

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Kraftiga algbloomingar	Förekomst av lukt- och smakstörande ämnen, algtoxiner, lättnedbrytbara och svårrenade organiska ämnen.
Temperatur (ökad)	Varmare råvatten	Tillväxt av oönskade mikroorganismer i ledningsnäten. Ökad korrosion på metalledningar.
Temperatur (ökad)	<u>Låga grundvattennivåer</u>	Vattenbrist.
Nederbörd (ökad)	Ökning av humushalter	Ökad exponering av föroreningar.
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Skyfall, höga flöden.</u>	Översvämning. Ökad tillrinning av föroreningar till vattentäkten. Fysiska risker för ledningsnät och anläggningar.
Temperatur (ökad) och nederbörd (minskad)	<u>Skogsbränder</u>	Miljö-, hälso- och luktstörande ämnen som bildas vid skogsbrand förorenar vattentäkter.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Erosion, ras, skred</u>	Försämrad kvalitet på råvatten vid ras och skred i tillrinningsområdet.
Diverse klimateffekter	<u>Avbrott i elförsörjningen</u>	Kraftbortfall kan slå ut pumpar med trycklöshet i ledningsnäten.

⁴⁵ Energimyndigheten. 2018. *Energimyndighetens arbete med klimatanpassning.*

⁴⁶ Energimyndigheten. 2009. *Extrema väderhändelser och klimatförändringarnas effekter på energisystemet.*

⁴⁷ Energimyndigheten. 2018. *Energimyndighetens arbete med klimatanpassning.*

⁴⁸ SCB, statistikdatabasen. 2015. *Befolkningens anslutning till kommunalt vatten och avlopp.*

⁴⁹ SCB, statistikdatabasen. 2015. *Kommunala vattenuttag per typ av vatten.*

⁵⁰ SGU. 2015. *Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier.*

Temperatur

Varmare vatten i sjöar och vattendrag medför ökad sannolikhet för kraftiga algbloomningar på sikt. Det leder till störningar i råvattenkvaliteten i form av lukt- och smakstörande ämnen, algtoxiner, lättnedbrytbara och svårrenade organiska ämnen, bland annat.⁵¹

Successivt varmare råvatten ökar risken för tillväxt av oönskade mikroorganismer i ledningsnäten, vilket kan leda till störningar i råvattenkvaliteten. Varmare vatten påskyndar även invändiga korrosionsprocesser på metalledningar.⁵²

En ökad temperatur leder till en förlängd vegetationsperiod, som innebär en längre avsänkingsperiod för grundvattnet och låga grundvattennivåer. För vattenförsörjningen betyder en längre avsänkingsperiod en ökad sannolikhet för att vattenbrist uppstår. Dock är vattentäkterna i stora grundvattenmagasin är mindre känsliga för ett enskilt års avsänkingsperiod.⁵³

Temperatur och nederbörd⁵⁴

Ökad nederbörd i kombination med mildare vintrar kan påverka urlakningen av olika ämnen från marken. Bland annat kan urlakningen av humusämnen från mark till vatten öka. Vattenverkens rengöringsförmåga kan också störas av kvarvarande lågmolekylära humusfraktioner.

Långvariga värmeböljor kan skapa kvalitativa problem för råvattentillgången genom koncentration av föroreningar, och kvantitativa problem då vattentillgången kan bli otillräcklig.

En ökad temperatur och nederbördsfattigare förhållanden leder till en förlängd brandrisksäsong. Vid brand bildas många kemiska miljö-, hälso- och luktstörande ämnen. Dessa kan bli rörliga vid regn och föras ut till vattentäkter. Vattenverken har ofta bristfällig reningsteknik för dessa typer av föroreningar.

Nederbörd och tillrinning

En ökad nederbörd bidrar till en ökad tillförsel av humusämnen till ytvattentäkter. Höga halter humusämnen minskar reningseffekten i vattenverkens mikrobiologiska och kemiska barriärer, vilket ökar risken för påverkan av föroreningar.⁵⁵

Skyfall och höga flöden ökar sannolikheten för översvämningar, som i sin tur leder till att mikroorganismer, kemiska och andra föroreningar inom tillrinningsområden riskerar att föras ut i vattenförekomster och påverka brunnar och ytvattentäkter. Föroreningar kan exempelvis komma från trafikerade vägar, förorenade markområden, översvämmade cisterner, olika avlopp och betesmark.⁵⁶ Översvämningar kan leda till skador på ledningsnät, anläggningar och deras styr-, regler- och kraftförsörjning, samt kan orsaka ras och skred som i sin tur kan påverka vattnets kvalitet.⁵⁷

Temperatur, tillrinning och nederbörd⁵⁸

Olika klimatfaktorer kan orsaka elavbrott. Kraftbortfall kan slå ut pumpar med trycklöshet i ledningsnäten som följd. Det i sin tur kan leda till inträngning av förorenat vatten i näten, som normalt kännetecknas av en hel del otätheter.

⁵¹ SOU 2015:51 Klimatförändringar och dricksvattenförsörjning.

⁵² Ibid.

⁵³ SGU. 2017. *Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige*.

⁵⁴ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁵⁵ SOU 2015:51 Klimatförändringar och dricksvattenförsörjning.

⁵⁶ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁵⁷ Livsmedelsverket. 2019. *Handbok för klimatanpassad dricksvattenförsörjning*.

⁵⁸ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

5 Bebyggelse

5.1 Bebyggda områden

I Värmland finns en areal på drygt 55 000 hektar bebyggd mark och tillhörande mark, vilket motsvarar cirka 3 % av Värmlands landareal.⁵⁹

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Värmebölja</u>	Svaga grupper påverkas av värmen och kan inte återhämta sig. Minskad livslängd på byggnadsmaterial.
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Skyfall, höga flöden</u>	Minskad livslängd på byggnadsmaterial. Frostsprängningar vid nollpassager. Bebyggda områden blir översvämmade.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Erosion, ras, skred</u>	Skador på bebyggelse och dess omgivning.

Temperatur

Stadsmiljön består av mycket hårdgjorda ytor, så som gator, trottoarer, parkeringsplatser och tak. Detta innebär bland annat svårigheter med att behålla en behaglig temperatur under varma sommarkvarnar. En stads temperatur är högre och luftfuktigheten lägre i förhållande till dess omland. Betong, tegel och asfalt kan, jämfört med naturliga material, absorbera, lagra och avge mer värme, vilket leder till högre yt- och lufttemperaturer i städer. På natten fungerar dessa byggnadsmaterial som element vilket gör att städer kyls långsamt. Då de svala nätterna uteblir kan inte svaga grupper återhämta sig och förbereda sig för nästa dags värmebölja. Skillnaden i temperatur mellan stad och landsbygd kan ibland vara så stor som 12 °C.⁶⁰

Byggmaterialens livslängd i byggnaders klimatskal (ytterväggar, fönster, dörrar, tak och grund) påverkas av klimatförändringarna. Beständighet på takpapp är till exempel temperaturberoende och färgen på en träfasad åldras av sol och höga temperaturer.⁶¹

Nederbörd⁶²

Byggmaterialens livslängd förkortas av ökad nederbörd. Puts tål till exempel inte konstant väta. En ökning av extremregn där avvattningen från tak inte är tillräcklig riskerar att ge upphov till frostsprängningar vid nollpassager.

Tillrinning

I framtida klimat beräknas det bli vanligare med höga nivåer i Vänern, vilket kan betyda ett ökat problem med översvämmningar. Vattennivån i Vänern beräknas öka under vinterhalvåret som en följd av ökad nederbörden i form av regn.⁶³

Vid en 100-årsnivå i Vänern uppstår omfattande skador på bebyggelsen i städer, på landsbygden och alla större samhällen vid Vänern drabbas men i olika utsträckning.⁶⁴

⁵⁹ SCB, statistikdatabasen. 2015. *Markanvändningen i Sverige, hektar efter region, markanvändningsklass och vart 5:e år*

⁶⁰ Boverket. 2010. *Låt staden grönska: Klimatanpassning genom grönska*.

⁶¹ Boverket. 2007. *Byggnader i förändrat klimat. Bebyggelsens sårbarhet för klimatförändringars och extrema väders påverkan*.

⁶² Ibid.

⁶³ SMHI. 2018. *Sveriges stora sjöar idag och i framtiden*. Klimatologi nr 49.

⁶⁴ SOU 2006:94 Översvämningshot – Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern.

Nederbörd och tillrinning

Vid skyfall riskerar bebyggda områden att bli översvämmade, om inte vattnet kan ledas bort. Höga flöden kan också orsaka översvämning. Hårdgjorda ytor som förhindrar att vattnet infiltrerar i marken, i kombination med underdimensionerade ledningar, kommer att förvärra situationen, framförallt i städer och tätorter.⁶⁵

Förändrade vattenflöden i mark och vattendrag ökar sannolikheten för erosion, ras och skred. Ökad årsnederbörd och ökat antal dagar med kraftig nederbörd innebär en ökad avrinning i naturliga slänter. I de fall där växttäcket är tunt eller där inget skyddande växttäck finns kommer det att leda till en ökad erosion i slänter med erosionskänsliga jordarter, som exempelvis silt och sand. Ökad tillrinning till vattendrag kommer att leda till ökade flöden i vattendragen vilket ökar erosionen såväl i botten som i strandzonen. Detta leder till att sannolikheten för skred och ras i såväl obebyggda som bebyggda naturliga slänter längs vattendragen ökar i alla typer av jord. I perioder med lågvattenflöde minskar mothållet för slänter mot vattendragen. Vid snabba avsänkningar med kvarstående portryck i slänten leder låga nivåer i vattendragen till ökad sannolikhet för skred och ras.⁶⁶

5.2 Dagvatten- och avloppssystem

Största delen av avloppsvattnet (vatten som samlas upp från hushåll och industrier) går till kommunala reningsverk som finns i anslutning till de flesta tätorter. Det finns 24 större kommunala reningsverk i länet. Det finns många mindre reningsverk men den största mängden avloppsvatten hanteras i de stora reningsverken.

Dagvattnet (avrinnande vatten från exempelvis gator och tak) leds i de flesta fall orenat till närmsta recipient, det vill säga sjöar och vattendrag.

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Skyfall, höga flöden</u>	Dagvatten- och avloppssystem samt reningsverk blir överbelastade. Avloppsreningsverk kan översvämmas. Bakåtrömmande vatten. Bräddning av avloppsvatten med åtföljande hälsorisker.
Tillrinning (minskad) och nederbörd (minskad)	<u>Låga vattennivåer</u>	Ökad recipientpåverkan av utsläpp från avloppsreningsverk.
Tillrinning (ökad) och nederbörd (ökad)	<u>Erosion, ras, skred, slamströmmar</u>	Påverkar illa lokaliserade ledningar, pumpstationer och reningsanläggningar.
Diverse klimateffekter	<u>Avbrott i elförsörjning</u>	Störningar för reningsanläggningar och pumpstationer.

Nederbörd

Tätorters hårdgjorda ytor skickar redan idag ut alltför stora mängder vatten alltför snabbt till VA-nät och recipienter.⁶⁷ Dagvatten- och avloppssystem samt reningsverk är nästan uteslutande dimensionerade efter historiska regnmängder och flöden, flera av dem har problem med dimensionering, intag, utlopp och rening.

⁶⁵ SOU 2006:94 Översvämningshot – Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern.

⁶⁶ SGI. 2018. Klimatlasters effekt på naturlig mark och geokonstruktioner.

⁶⁷ Boverket. 2010. Mångfunktionella ytor. Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönsstruktur.

På grund av ökade regnmängder och en omfördelning av regn till höst, vinter och vår när avdunstningen är låg och marken är vattenmättad kommer dag- och avloppsvattensystem att belastas kraftigt. Extrema skyfall kan innebära att ledningarna blir överbelastade. Sannolikheten för bakåtströmmande vatten med källaröversvämningar som följd ökar, liksom bräddning av avloppsvatten med åtföljande hälsorisker.⁶⁸ Avloppsvatten kan även strömma ut orenat i recipienten som kan ge problem lokalt eller nedströms.⁶⁹

Avloppsreningsverken kommer att behöva ta hand om förhöjda flödesvolymmer under lång tid. Alla volymer som behöver tas i anspråk i avloppssystemet, som exempelvis utjämningsmagasin, dagvattendammar, pumpstationer, kulvertsystem, tunnlar och avloppsreningsverk kommer att påverkas.⁷⁰

Dagvattenbrunnar som används idag klarar endast ett begränsat intag av vatten vid stora regnmängder. Övrigt dagvatten kvarstår på gator och orsakar översvämningar.

Tillrinning⁷¹

Låga vattennivåer på sommaren kan ge ökad recipientpåverkan av utsläpp från avloppsreningsverk och dagvattenutsläpp. Vid torka kan vattendrag bli mer eller mindre torrlagda, vilket ger en högre föroreningskoncentration.

Nederbörd och tillrinning⁷²

Höga flöden och skyfall med översvämningar som följd kan påverka kommunala avloppsreningsverk som ofta är lågt belägna, då strävan är att i så stor utsträckning som möjligt är att använda självfall.

Höga flöden och skyfall kan också påverka på illa lokaliserade ledningar och pumpar. Det kan även påverka utsläppspunkter under vattenytan och förhindra självfallsflöde, samt orsaka bakåtflöde och inträngning.

Erosion, ras, skred och slamströmmar, som en följd av höga flöden och skyfall, kan också påverka illa lokaliserade ledningar, pumpstationer och reningsanläggningar.

Temperatur, nederbörd och tillrinning

Olika klimatfaktorer kan orsaka elavbrott, vilket i sin tur kan innebära problem för reningsanläggningar och pumpstationer.

5.3 Miljöfarlig verksamhet

Miljöfarlig verksamhet är all användning av mark, byggnader eller anläggningar som kan medföra störningar för människors hälsa eller miljön.⁷³

Av totalt 230 tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter i drift i Värmland är 14 stycken A-verksamheter och 216 stycken B-verksamheter.⁷⁴

⁶⁸ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁶⁹ Länsstyrelsema. 2011. *Händelsescenario för Risk- och sårbarhetsanalys: Skyfall i nutid och framtid.*

⁷⁰ Svenskt Vatten. 2007. *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem.*

⁷¹ Miljösamverkan Sverige. 2018. *Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.*

⁷² SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁷³ Sveriges miljömål. *Antal förorenade områden och Naturvårdsverkets bidrag till inventering, undersökning och åtgärder i Värmlands län.*

⁷⁴ Länsstyrelsens WebbGIS. *LST Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet och energitorvtäkter i drift – Miljöreda.*

Klimatförändringarnas konsekvenser⁷⁵

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Värmebölja</u>	Ökad olycksrisk som i sin tur kan leda till ökat utsläpp. Ökat behov av kylning av anläggningar.
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	<u>Skyfall, höga flöden, översvämning</u>	Föroreningar från översvämmade industriområden kommer ut i sjöar och vattendrag.
Tillrinning (minskad) och nederbörd (minskad)	<u>Låga vattennivåer</u>	Ökad recipientpåverkan från industriella utsläpp. Minskad tillgång på processvatten.
Tillrinning och nederbörd (ökad)	<u>Erosion, ras, skred</u>	Skador på miljöfarliga verksamheter.

Temperatur

Värmeböljor är framförallt en säkerhets- och arbetsmiljöfråga för pågående miljöfarliga verksamheter. Värmeböljor kan orsaka ökad olycksrisk genom försämrade prestationsförmåga, omdömesförmåga och förmåga att fatta rätt beslut. Olyckor och incidenter kan leda till utsläpp av miljöfarliga ämnen.

Stigande temperaturer och ökat antal värmeböljor medför också att behovet av kylning av anläggningar kan öka.

Tillrinning

Låga vattennivåer och torka kan ge ökad recipientpåverkan från industriella utsläpp. Vid torka kan vattendrag bli mer eller mindre torrlagda, vilket ger en högre föroreningskoncentration. Låga vattennivåer kan även påverka verksamheters tillgång till processvatten.

Miljöfarliga verksamheter som ligger inom ett område som är känsligt för ras eller skred, utsätts för en ökade risker när hela eller delar av verksamheten förstörs, eller när deras tillfartsvägar försvinner.

Nederbörd och tillrinning

Skyfall och höga vattenflöden kan innebära att industriområden översvämmas. Det kan ge föroreningseffekter på människor och växt- och djurliv, exempelvis när det kommer ut i sjöar och vattendrag.

5.4 Förorenade områden

Förorenade områden är områden som förorenats av tidigare verksamheter och kan utgöra en fara för människors hälsa och miljö.

På många platser i Värmland finns områden där drift av olika verksamheter har lett till att området förorenats. Många av dessa områden ligger i anslutning till vatten, på grund av beroendet av vattenkraft eller transporter via vattnet.

Länsstyrelsen har identifierat över 3 600 områden i Värmlands län som är eller misstänkts vara förorenade.⁷⁶ Utöver pågående verksamheter finns det även platser där tidigare verksamhet kan ha förorenat marken, så som nedlagda gruvområden, sågverk eller kemitvättar.

⁷⁵ Miljösamverkan Sverige. 2018. Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.

⁷⁶ Sveriges miljömål. Antal förorenade områden och Naturvårdsverkets bidrag till inventering, undersökning och åtgärder i Värmlands län.

Klimatförändringarnas konsekvenser⁷⁷

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	<u>Mildare vintrar, minskad tjäle</u>	Föroreningarnas rörlighet ökar.
Nederbörd (ökad)	<u>Skyfall</u>	Förorenade områden översvämmas. Föroreningar sprids till sjöar och vattendrag.
Nederbörd (minskad)	<u>Låga grundvattennivåer</u>	Föroreningarnas rörlighet ökar.
Tillrinning (ökad)	<u>Höga flöden</u>	Förorenade områden översvämmas. Föroreningsstötter som kan skada människor och växt- och djurliv.
Tillrinning (minskad)	<u>Torka</u>	Ökad exponering av föroreningar. Föroreningar som sprids i vattendragen när vattnet återhämtar sig.
Tillrinning (ökad/minskad) / nederbörd (ökad)	<u>Ras och skred</u>	Ökad spridning av föroreningar.

Temperatur

Högre medeltemperaturer tenderar att öka föroreningars rörlighet, bland annat genom att perioderna med tjäle i marken minskar.

Nederbörd

Ökade nederbördsmängder leder till att en större mängd lösta och partikelbundna föroreningar kan tränga ner i marken och transporteras via dagvattenledningar, ytvatten eller grundvatten ut i vattendrag och sjöar. Skyfall kan leda till att förorenade områden översvämmas.

Även under perioder med minskade nederbördsmängder och lägre grundvattennivåer samt flöden kan föroreningars rörlighet påverkas, genom förändringar i markens kemiska egenskaper.

Både ökad och minskad nederbörd kan således leda till att föroreningar som idag ligger bundna i marken eller där det idag endast pågår en begränsad utlakning blir mer rörliga. De riskerar då att hamna där det finns människor och växt- och djurliv som kan skadas.

Tillrinning

Högre vattenflöden kan innebära att gamla industriområden eller andra förorenade områden översvämmas. Det leder till ”föroreningsstötter” som kan ge effekter på människor och växt- och djurliv.

Nedströms förorenade områden kan det ske upplagring av föroreningar i sediment. Vid lågvattenflöden och torka kan till exempel sedimentbankar friläggas och torka upp, vilket kan medföra en ökad exponering. När flödet i vattendragen återhämtar sig finns risk att sediment flyttar på sig och att föroreningar och växtnäringsämnen återigen sprids i vattensystemen. Spridningen av slam/sediment beror på hur snabbt flödena kommer igång igen.

Nederbörd och tillrinning

Ökad nederbörd och förändrade flöden, kan orsaka ras och skred som i sin tur ökar spridningen av föroreningar i mark och sediment. Föroreningarna kan då

⁷⁷ Miljösamverkan Sverige. 2018. *Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.*

transporteras till större områden eller bli mer tillgängliga genom att det skyddande markskiktet försvinner.

5.5 Dammar

I Värmland finns cirka 1000 dammar, varav den största delen utgörs av gamla flottningsdammar. Det finns cirka 150 kraftverk och de flesta drivs med vattendomar enligt 1918 års lagstiftning.

När klimatet förändras kan också förutsättningarna för vattendomar förändras.⁷⁸

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Nederbörd (ökad)	<u>Skyfall</u>	Skador på dammanläggningar. Oframkomliga vägar.
Tillrinning (ökad)	<u>Höga flöden</u>	Dammbrott.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Erosion</u>	Dammbrott.

Nederbörd⁷⁹

Skyfall kan framförallt påverka dammanläggningar med små avrinningsområden där tillrinningen kan öka snabbt. Förutom direkta effekter på flöden medför detta problem med bland annat tillfartsvägar till dammanläggningar under kritiska lägen, eftersom vägar riskerar att bli oframkomliga vid kraftiga korttidsregn.

Tillrinning⁸⁰

Otillräcklig avbördningskapacitet vid höga flöden kan leda till överströmning, vilket i värsta fall kan leda till dammbrott. Konsekvenserna av ett dammbrott kan bli väldigt stora. Omfattningen beror på till exempel flödesnivåer, magasinstorlek, och nedströmsförhållanden.

Tillrinning och nederbörd⁸¹

Dammbrott på grund av yttre erosion (erosion i samband med regn, högt vattenstånd och vågor) kan ske vid flöden med betydligt kortare återkomsttid än det beräknade högsta flödet.

5.6 Kulturarv

I det värmländska landskapet finns spår efter människors verksamheter från istidens slutskede fram till idag. Här finns spår efter stenålderns jakt- och fångstmänniskor, efter bronsålderns och järnålderns bondebefolkning, efter finnbygdernas svedjebönder, efter bergsmännens och bruksherrarnas gruv- och industrisamhällen samt efter våra dagars industri- och kommunikationssamhälle. Skyddsvärda byggnader, arkeologiska lämningar och utpekade landskapsavsnitt med höga kulturmiljövärden bildar tillsammans det värmländska kulturlandskap som vi känner det idag.

Biologiskt kulturarv är den del av den biologiska mångfalden som är resultatet av människans brukande och som därmed berättar något om människan. Biologiskt kulturarv återfinns bland annat i högkvalitativ ängs- och hagmark, våtmarker och nyligen igenvuxna gräs- och skogsmarker.⁸²

⁷⁸ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁷⁹ Svenska Kraftnät, Svensk Energi, SveMin, SMHI. 2011. *Dammsäkerhet och klimatförändringar*

⁸⁰ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁸¹ Ibid.

⁸² Naturvårdsverket. 2015. *Bevarande och hållbart nyttjande av biologisk mångfald i ett förändrat klimat*.

Klimatförändringarnas konsekvenser⁸³

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Längre växtsäsong	Ökad igenväxning av kulturlandskap. Tätare behov av skogsbruksåtgärder. Skador på forn- och kulturlämningar i skogsmark.
Temperatur (ökad)	<u>Mildare vintrar, minskad tjäle</u>	Sämre bärighet i marken, som leder till körsador och att fornlämningar skadas.
Temperatur (ökad)	<u>Färre nollgenomgångar</u>	Färre problem med frostsprängning.
Nederbörd (ökad)	Blöta förhållanden, <u>skyfall</u>	Ökad vittring på statyer och byggnadsdetaljer. Kulturlager och härdar urlakas fortare.
Tillrinning (minskad)	<u>Låga vattenstånd</u>	Ökad möjlighet att få kännedom om forn- och kulturlämningar som synliggörs.
Temperatur (ökad) och nederbörd (ökad)	Fuktiga förhållanden	Fuktskador och skadeangrepp från bakterier, svampar och insekter. Korrosion i konstruktioner av metall. Ökad kemisk nedbrytning av arkeologiska lämningar.
Tillrinning (ökad) och nederbörd (ökad)	<u>Erosion, ras, skred</u>	Skador på kulturmiljön. Anläggande av vallar och erosionsskydd, samt utbyggnad och dimensionering av vatten- och avloppsanläggningar kan ske på bekostnad av stadslager.

Temperatur

Igenväxning till följd av klimatförändringarna är ett av de största hoten mot det biologiska kulturarvet. En höjd temperatur medför en längre växtsäsong vilket kan orsaka en ökad igenväxning. Det kan innebära att kulturminnena blir mindre synliga och att skador kan uppstå av rotsprängning.

Ökad igenväxning kan också leda till att även små betydelsebärande element som ofta ingår i kulturmiljö såsom fågator, dikesrenar, gårdsgårdar, odlingsrösen och byggnadsgrunder, riskerar att gå förlorade.

Den förväntade tillväxtkraften av skog innebär också tätare behov av skogsbruksåtgärder med ökad risk för skador på forn- och kulturlämningar i skogsmark. Mindre tjäle och sämre bärighet i marken kan leda till körsador, vilket innebär ökad sannolikhet för att fornlämningar skadas eller körs sönder vid bland annat skogsavverkning.

När temperaturen ökar så minskar antalet nollgenomgångar. Detta medför färre problem med frostsprängning.

Nederbörd

Ökad nederbörd förväntas leda till ökad vittring på statyer och byggnadsdetaljer. Anläggningar, så som kulturlager och härdar, kommer urlakas fortare om mängden nederbörd ökar. Möjligheten att utvinna kunskap om dessa kommer då att minska.

Tillrinning

Under perioder med låga flöden finns ökade möjligheter att få kännedom om forn-

⁸³ Riksantikvarieämbetet. 2014. *Klimat- och miljöeffekters påverkan på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.*

och kulturlämningar som synliggörs, vilka behöver ansvaras för och dokumenteras.

Temperatur och nederbörd

Många av de kulturhistoriska byggnader i Värmland är byggda i trä vilket är ett organiskt material som är extra utsatt för fuktskador och skadeangrepp från bakterier, svampar och insekter. Dessa skador förväntas öka av ett blötare och varmare klimat. I ett blötare och varmare klimat ökar även risken för korrosion/rost i konstruktioner av metall såsom hyttor, broar och tak på kyrkor.

Arkeologiska lämningar såsom förhistoriska gravar, runstenar och industrihistoriska lämningar är utsatta för både kemisk, fysisk och biologisk nedbrytning. Den kemiska nedbrytningen, som gynnas av hög temperatur och fuktiga förhållanden, förväntas att öka i länet.

Nederbörd och tillrinning

I ett framtida klimat med höga flöden och ökad nederbörd, ökar sannolikheten för erosion, ras och skred. Dessa kan i sin tur orsaka skador på kulturmiljöer.

Anläggande av vallar och erosionsskydd och utbyggnad och dimensionering av vatten- och avloppsanläggningar i stadsmiljöer kan ske på bekostnad av stadslager (kulturlager, jordlager som innehåller avfallsrester från äldre perioder).

6 Areella näringar

6.1 Skogsbruk

I Värmland finns nästan 1,5 miljoner hektar skogsmark, vilket motsvarar mer än 80 procent av länets landyta. Länets skogsmark ägs till 61 % av enskilda skogsägare (ca 20 000), 34 % ägs av bolag och resterande 5 % av övriga. Företag som Bergvik Skog och Stora Enso är bland de största skogsägare i länet, men kommunerna och Svenska Kyrkan äger också stora arealer. Dominerande trädslag är gran och tall. Cirka 2,4 % av länets produktiva skogsmark är skyddad i naturreservat.⁸⁴

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Förlängd växtsäsong	Ökad avkastningspotential. Bättre förutsättningar för många skadeinsekter och vissa skadesvampar. Nya skadedjur kan etablera sig.
Temperatur (ökad) och nederbörd (minskad)	<u>Torka</u>	Skogsbränder.
Temperatur (ökad) och nederbörd (ökad)	<u>Mildare vintrar,</u> <u>stormfällning</u>	Blötare skogsmark. Fler körskador Nedfallna träd. Utlakning av organiska ämnen, sediment och kvicksilver.

Temperatur

En ökad temperatur väntas leda till en förlängd tillväxtsäsong och omloppstiden från planta till fullvuxet träd förkortas. Detta ger en ökad avkastningspotential, dock är befintlig skog sämre anpassad till ett förändrade klimatet. Då skogsbruket är en verksamhet med ett långt tidsspann, behöver träd som planteras idag både klara dagens och framtidens klimat.⁸⁵

En förlängd tillväxtsäsong innebär också att många skadeinsekter och vissa skadesvampar får bättre förutsättningar. Det gäller bland annat de som redan idag ger de mest kostsamma skadorna – rottröta, granbarkborre och snytbagge. Även nya skadedjur kan komma att etablera sig och vissa arter kan komma att missgynnas, men skadeinsekter gynnas generellt.⁸⁶

Temperatur och nederbörd

I samband med en ökad temperatur och att nederbörden samlas till färre tillfällen ökar sannolikheten för torka under sommartid. Detta i sin tur ökar risken för skogsbrand.⁸⁷

En ökning av temperaturen leder till en minskad tjälbildning under vinterhalvåret. Ökad nederbörd, främst vintertid, ger blötare skogsmark. Minskad tjäle och blöt skogsmark ökar risken för stormfällning. Minskad tjäle och blötare förhållanden under vintern kommer även påverka och försvåra drivning (avverkning och uttransport). Det leder också till en ökning av körskador och utlakning av organiska ämnen, sediment och kvicksilver.⁸⁸

⁸⁴ SCB. 2019. *Markanvändningen i Sverige*.

⁸⁵ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁸⁶ Skogsstyrelsen. 2016. *Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket*.

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

6.2 Jordbruk

I Värmland finns drygt 100 000 hektar åkermark, vilket är cirka 6 % av landarealen i Värmland.⁸⁹ Av denna används runt 60 % till slätter- och betesvall och runt 25 % till spannmål. De vanligaste grödorna är havre, vårkorn och höstvet.⁹⁰

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Längre växtsäsong	Ökad produktion. Nya grödor kan odlas. Ökat angrepp på grödor. Förändrade växtskyddsmetoder.
Nederbörd (ökad)	Minskad tjäle	Vattenmättad jord.
Temperatur (ökad) och nederbörd (minskad)	Värmebölja, vattenbrist	Värmestress hos växter. Skördeförlust. Ökat krav på vattenanläggningar
Nederbörd (ökad) / tillrinning (ökad)	Skyfall, höga flöden	Översvämning. Högre krav på vattenanläggningar. Skördeföruster.

Temperatur

En ökad temperatur innebär en längre växtsäsong. Detta medför ökad tillväxt inom jordbruket, speciellt under våren. Ett varmare klimat möjliggör odling av andra grödor och en annorlunda grödofördelning samt växtföljd i jämförelse med idag. Att kunna odla fler olika grödor på nordliga breddgrader skapar möjligheter till en större diversitet i odlingen, att optimera markanvändning och växtföljder samt förutsättningar för riskspridning för växtodlingsföretagen. Ett varmare klimat är också gynnsamt för höstsådd, såsom höstvet, som då hinner gro och etablera sitt rotsystem på hösten innan kylan kommer.⁹¹

I ett varmare klimat gynnas också skadegörare som svampar, insekter och virus.⁹² För att minska konsekvenserna av dessa kan det bli aktuellt med förändrade växtskyddsmetoder och användning av mer eller nya bekämpningsmedel.⁹³

Nederbörd

Ökad nederbörd har en stor påverkan på produktionen inom jordbruket. Det har betydelse när på året nederbörden faller. Ökad nederbörd under hösten kan påverka skörd, jordbearbetning och höstsådd, samtidigt som nederbörd under vintern och våren påverkar vårsådden.⁹⁴

Ökade nederbördsmängder och avsaknad av tjäle under vintern kan leda till vattenmättad jord, vilket försvårar tillträdet till åkern med tunga maskiner.⁹⁵

I samband med skyfall kan skördeföruster uppstå.⁹⁶

Temperatur och nederbörd

Värmeböljor orsakar värmestress hos vissa växter. Vissa grödor missgynnas av torrare förhållanden under sommaren. Särskilt kan spannmål, potatis och sockerbetor påverkas negativt.⁹⁷

⁸⁹ SCB. 2019. *Markanvändningen i Sverige*.

⁹⁰ Jordbruksverket. 2019. *Jordbruksmarkens användning*.

⁹¹ Jordbruksverket. 2017. *Handlingsplan för klimatanpassning*.

⁹² SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁹³ Naturvårdsverket. 2016. *En varmare värld*.

⁹⁴ Jordbruksverket. 2017. *Handlingsplan för klimatanpassning*.

⁹⁵ Ibid.

⁹⁶ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

⁹⁷ Jordbruksverket. 2017. *Handlingsplan för klimatanpassning*.

Perioder med torka under sommaren förväntas öka och det ställer högre krav på jordbrukets vattenanläggningar såsom bevattningsdammar. Ökad avdunstning och en längre växtsäsong gör att växtligheten tar upp mer vatten, vilket gör att tillgången på vatten under sommaren minskar. Skördeförluster kan uppkomma i samband med långvarig torka. På kort sikt är det viktigt att välja sorter som passar den jordart där odlingen ska äga rum. Höstsådda grödor är som regel mindre känsliga för torka under sommaren, däremot kan höstsådda grödor ta skada under vinter.⁹⁸

Nederbörd och tillrinning

Översvämningar förväntas förekomma oftare till följd av skyfall och höga flöden. Dagens dräneringssystem är i de flesta fall inte tillräckliga för att klara de högsta flödena. Skördeförluster förekommer särskilt i samband med ihållande regn och översvämningar.⁹⁹ Detta ställer högre krav på jordbrukets vattenanläggningar såsom öppna diken, täckta diken och invallningar.¹⁰⁰

6.3 Djurhållning

I Värmland finns drygt 7 000 hektar betesmark, vilket är knappt 0,5 % av landarealen.¹⁰¹ I Värmland finns flest besättningar med nötkreatur. Det finns omkring 600 djurhållare som totalt har cirka 49 000 nötkreatur, varav ett 70 tal djurhållare med mjölkkor. Näst mest är besättningar med får, nästan 400 djurhållare med totalt drygt 17 000 får. För slaktkycklingar och grisar finns det färre än 100 besättningar.¹⁰²

Dagens animalieproduktion sker till övervägande del i stora specialiserade besättningar. Sådana är i hög grad beroende av säker strömförsörjning för ventilation, utfodring, mjölkning, med mera. Dem är också känsliga för störningar i transporter av foder och djur för slakt. Tillgång till tillräcklig mängd foder och vatten av god kvalitet är avgörande för animalieproduktionen. Särskilt för storskalig djurhållning är säker tillgång på vatten av god kvalitet avgörande, inte minst för mjölkproduktionen.¹⁰³

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Längre växtsäsong, <u>värmebölja</u>	Längre utomhusperiod. Ökad tillväxt. Nya och befintliga sjukdomar gynnas. Värmestress.
Temperatur (ökad) och nederbörd (minskad)	<u>Torka</u>	Brist på dricksvatten, foder, bete och strö. Nödslakt. Problem vid lagring och torkning av foder. Mögelsvampar och skadeinsekter gynnas.
Nederbörd (ökad) och tillrinning (ökad)	<u>Skyfall</u>	Översvämning. Lerig mark som gör att djuren fastnar. Spridning av infektionssjukdomar. Mjältbrandsutbrott.

⁹⁸ Jordbruksverket. 2019. *Längsiktiga effekter av torkan 2018 och hur jordbruket kan bli mer motståndskraftigt mot extremväder.*

⁹⁹ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

¹⁰⁰ Jordbruksverket. 2018. *Avvattning av jordbruksmark i ett förändrat klimat.*

¹⁰¹ SCB. 2019. *Markanvändningen i Sverige.*

¹⁰² Jordbruksverket. 2019. *Lantbrukets djur i juni 2019*

¹⁰³ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

Temperatur

En varmare vår och höst gör det möjligt till längre utevistelse för djur som går ute på bete. Samtidigt ökar risken för sjukdomar förknippade med utevistelse. Det gäller till exempel fästingburna sjukdomar såsom babesios (piroplasmos) och anaplasmos (erlichios), som förekommer i Sverige idag. Även andra vektorburna sjukdomar som i dag finns i Europa kan etablera sig i Sverige, exempelvis blåtunga.¹⁰⁴

Högre sommartemperaturer och hög luftfuktighet kan öka förekomsten av värmestress hos djur. Detta får djuren att äta mindre, vilket i sin tur ger en sämre produktion och reproduktion.¹⁰⁵ Djur som stressas av värme, vattenbrist, dåligt näringstillstånd, hög populationstäthet eller påtvingat ändrat beteende, får också ett sämre immunförsvar och insjuknar lättare vid infektion.¹⁰⁶

Temperatur och nederbörd

Tillgång till vatten och foder är de främsta faktorerna som påverkar mjölkproduktionen. En mjölkko är i behov av mycket stora mängder vatten och foder av hög kvalitet för att producera mjölk.¹⁰⁷

Låga grundvattennivåer kan göra att brunnarna sinar, vilket leder till begränsad tillgång på rent dricksvatten. Gårdar med betande djur som dricker från ytvattentäkter kan få problem med både tillgång vatten och vattenkvalitet när ytvattennivåerna sjunker. Därtill behövs vatten till att hålla rent stallar och för rengöring av mjölkningsanläggningen.¹⁰⁸

I samband långvarig torka kan brist på foder och bete till djuren samt strö till stallarna bli ett problem. Betesbrist kan få djuren att börja beta giftiga växter eller utsätta dem för parasitsmitta då betar närmare marken. Stödutfodring kan då bli nödvändig.¹⁰⁹ Brist på foder till djuren kan också leda till nödslakt, längre köer till slakt och att det blir för trångt i stallarna.¹¹⁰

Om torka leder till skörd på nya marker, kan det bli en annan kvalitet på fodret. Skörden kan då innehålla mycket ogräsfrö och gröna kärnor vilket försvårar torkning och lagring. Höga temperaturer vid skörd försvårar också kylningen av skörden. Det medför att den inlagrade spannmålen har betydligt högre temperaturer inne i lagren direkt efter skörd än vad som är önskvärt. Detta medför att angrepp av både mögelsvampar och skadeinsekter i foderlagren gynnas.¹¹¹

Nederbörd och tillrinning

Ett varmare klimat medför minskad tjäle i marken. Vid nederbörd blir betesmarkerna då snabbt väldigt leriga, vilket påverkar djuren som är ute. Blöt mark på grund av skyfall och översvämningar kan påverka djurens klövar och leda till att ungdjuren fastnar i lera. Under fuktiga förhållanden kan även foder skadas.¹¹²

¹⁰⁴ Smittskyddsinstitutet, Socialstyrelsen, Statens Veterinärmedicinska Anstalt. 2011. *Smittsamma sjukdomar i ett förändrat klimat*. Artikel nr 2011-04-1.

¹⁰⁵ Jordbruksverket. 2017. *Handlingsplan för klimatanpassning*.

¹⁰⁶ Statens veterinärmedicinska anstalt. 2019. *Handlingsplan för klimatanpassning 2019: En rapport om klimatets påverkan på djuren*.

¹⁰⁷ Jordbruksverket. 2019. *Långsiktiga effekter av torkan 2018*.

¹⁰⁸ Jordbruksverket. 2018. *Jordbrukets behov av vattenförsörjning*.

¹⁰⁹ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

¹¹⁰ Statens veterinärmedicinska anstalt. 2019. *Handlingsplan för klimatanpassning 2019: En rapport om klimatets påverkan på djuren*.

¹¹¹ Nationella samrådsgruppen. 2018. *Nyhetsbrev från Nationella samrådsgruppen för mögel och mykotoxiner*, nr 1.

¹¹² SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

Översvämningar kan gynna överlevanden av vissa smittämnen, exempelvis mag- och tarmparasiter, vilket ökar risken för infektionssjukdomar hos och smittspridning bland djur.¹¹³

Perioder av torka och översvämningar, särskilt i kombination med varandra, leder till ökad förekomst av mjältbrandsutbrott på platser där mjältbrandssporer finns i marken. Orsaken är att mjältbrandssporer från tidigare utbrott frigörs från marken, exempelvis vid sprickbildning, och kan då på nytt utgöra en risk för betande djur. Sämre betestillväxt kan också leda till att djuren betar närmare marken. Risken för smitta ökar då på marker där ytliga mjältbrandssporer finns.¹¹⁴

6.4 Fiskenäring

Fiskerinäringen i den värmländska delen av Vänern omfattar runt 40 yrkesfiskare och cirka 3000 husbehovsfiskare. Målarter är gös, gädda, abborre, sik, siklöja och lax.¹¹⁵

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Varmare vatten	Ökning av varmvattenarter. Minskning av kallvattenarter.
Nederbörd (ökad) och tillrinning	<u>Skyfall</u>	Ökat grumlighet i vatten.

Temperatur

Temperaturhöjningen leder till olika effekter på fiskesamhällen beroende på djupförhållandena i den aktuella miljön. För kallvattenarter, exempelvis siklöja, lax och öring, ligger den optimala temperaturen ofta kring 15 grader och för varmvattenarter, exempelvis abborre, gädda och gös, mellan 20 och 25 grader. Detta innebär att varmvattenarternas levnadsutrymme kommer att öka och kallvattenarternas minska. Processer i fiskarnas livscyklar såsom lekvandringar påverkas av temperatur, istäcke och vattenföring.¹¹⁶

Nederbörd

Ökad nederbörd och ökat antal skyfall kan medföra minskad siktdjup i vattnet och ökad grumlighet. Detta gynnar fisk som trivs med grumligt vatten såsom gös.

6.5 Turism och friluftsliv

Värmlands län kommer på femte plats med antal företag inom naturturism. För majoriteten (60–80 %) av turistföretagen i Sverige är sommarmånaderna juni–september viktigast. Guidade aktiviteter i naturen och boende är de viktigaste affärsverksamheterna medan fiske, kajakpaddling och kanot/forsränning är de främsta friluftaktiviteterna som erbjuds.¹¹⁷

Värmland hade, med en ökning på 14 %, störst relativ ökning i antal gästnätter under 2018 jämfört med året innan.¹¹⁸ Antalet gästnätter i Värmland är störst under juli månad, runt 45% av gästnätterna är under perioden juni–augusti och cirka 25% av gästnätterna under perioden januari–mars.¹¹⁹

¹¹³ Statens veterinärmedicinska anstalt. 2019. *Handlingsplan för klimatanpassning 2019: En rapport om klimatets påverkan på djuren.*

¹¹⁴ Statens veterinärmedicinska anstalt. 2018. *Ökade risker för mjältbrand.*

¹¹⁵ Länsstyrelsen Värmland, *Värmlandsfiske.*

¹¹⁶ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

¹¹⁷ ETOUR. 2014. *The supply of nature-based tourism in Sweden.*

¹¹⁸ Tillväxtverket. 2019. *Fakta om svensk turism 2018.*

¹¹⁹ SCB, Tillväxtverket. 2019. *Antal gästnätter, statistik efter region, anläggningstyp och månad.*

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Varmare vintrar, minskat <u>snötäcke</u>	Ökad kostnad för snöbildning.
Temperatur (ökad)	Varmare somrar	Ökad sommarturism.

Temperatur

Klimatförändringarna leder till mildare vintrar och ökad nederbörd i Värmland.¹²⁰ Antal dagar per år med snötäcke (med över 20 mm vatteninnehåll) kommer generellt att minska i Värmland. Det medför en ökad kostnad för snöbildning. Det innebär att vinterturismen som är beroende av snön kommer att påverkas. Samtidigt påverkas sommarturismen. Den snabbt växande turistnäringen i Värmland kan få ytterligare ökade möjligheter i ett förändrat klimat med varmare somrar och högre badtemperaturer.¹²¹

¹²⁰ SMHI. 2015. *Framtidsklimat i Värmlands län*, Klimatologi nr. 17.

¹²¹ SOU 2007:60 Klimat- och Särbarhetsutredning.

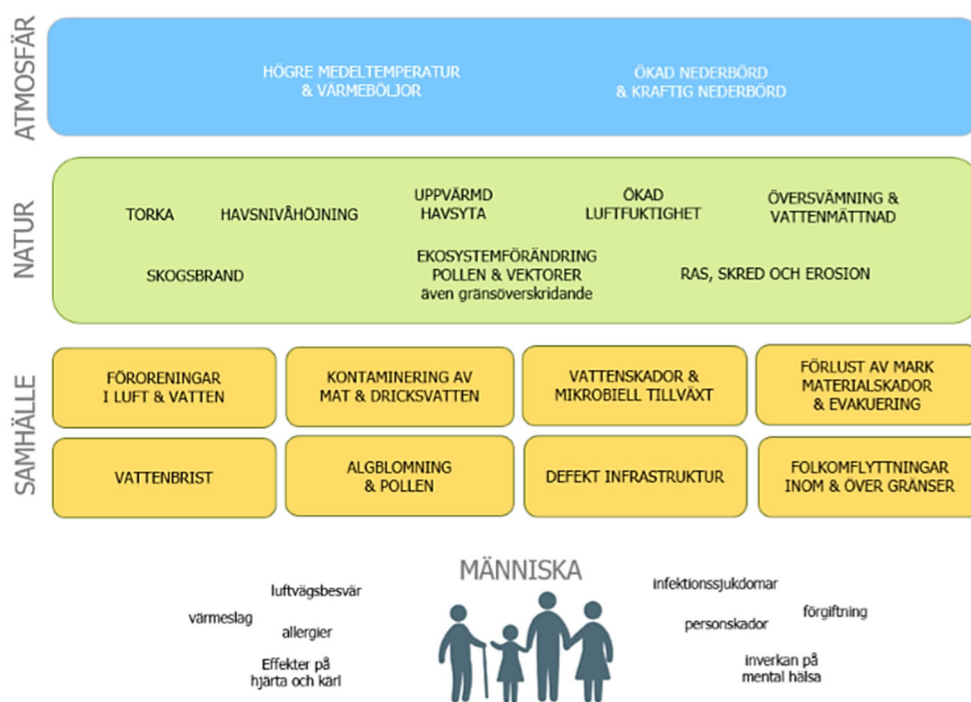
7 Människors hälsa

Värmland har en befolkningsmängd på 282 414 invånare, varav cirka 24 % är 65 år eller äldre samt drygt 17 % är 15 år eller under (2019).¹²²

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Mildare vintrar, minskad <u>tjälbildning</u>	Utbredning av vissa sjukdomar. Personskador och dödsfall orsakad av defekt infrastruktur, halka och fallande träd. Färre köldrelaterade dödsfall och skador.
Temperatur (ökad)	Värmebölja	Värmerelaterad dödlighet och hälsoproblem.
Temperatur (ökad)	Förlängd växtsäsong	Påverkar pollensäsongens start, längd och intensitet.
Nederbörd och tillrinning (ökad)	<u>Skyfall</u> , <u>ras</u> och <u>skred</u>	Översvämningar. Förorenade sjöar. Smittspridning. Viktiga samhällsfunktioner påverkas. Personskador och dödsfall. Fuktskador.

Klimatförändringarna kan ge direkta effekter på människors hälsa som en följd av väderhändelser, och indirekta effekter genom att det påverkar ekosystem, ekonomier samt sociala strukturer. Se figuren nedan för en sammanställning.¹²³



Figur 10: Översikt över hur klimatförändringar kan påverka människors hälsa.¹²⁴

¹²² SCB. 2019. *Befolkningsstatistik*.

¹²³ Folkhälsomyndigheten. 2017. *Folkhälsa i ett förändrat klimat: Handlingsplan för klimatanpassning år 2017–2020*.

¹²⁴ Ibid.

Temperatur

Hälsorisker i samband med ökade temperaturer är generellt större för redan sårbara och utsatta människor. Fler och längre värmeböljor, påverkar kroniskt sjuka, äldre (speciellt ensamboende), små barn, gravida, och personer med fysiskt och psykisk funktionsnedsättning i högre utsträckning.¹²⁵

Urbana miljöer är särskilt utsatta för höga temperaturer på grund av värmeöarnas effekter. I Sverige är bostäder och arbetsplatser ofta byggda för att skydda mot kyla och inte värme. När dygnsmedeltemperaturen överskrider 20–21 grader ökar antalet dödsfall över 64 år i svenska städer. Den vanligaste dödsorsaken är hjärt- och kärlsjukdomar samt lungsjukdomar.¹²⁶

Under perioder med extrem värme är sannolikheten störst bland barn att få feber, luftvägssjukdomar och njursjukdomar. Barn är också bland de mest mottagliga för diarrésjukdomar.¹²⁷

Vektorer, så som mygg och fästingar, blir vanligare och breder ut sig när klimatet ändras, vilket ger en högre risk för spridning av vektorburna sjukdomar. Högre temperaturer gynnar också tillväxten av bakterier i livsmedel, dricksvatten och badvatten.

En ökad temperatur under vinterhalvåret gör det möjligt för fästingarten, som sprider borrelios och fästingburen hjärninflammation (TBE), att sprida sig norrut och att risksäsongen för smitta blir längre. Sjukdomar spridna av myggor bedöms också kunna öka.¹²⁸

En förlängd växtsäsong påverkar tillväxten och utbredningen av pollenproducerande växter, och påverkar således pollensäsongens start, längd och intensitet.¹²⁹

Med stigande medeltemperatur och ett minskat antal riktigt kalla dagar, innebär positiva hälsoeffekter i form av färre köldrelaterade dödsfall och förfrysningar.¹³⁰

Nederbörd och tillrinning

En ökad nederbörd från höst till vår och fler skyfall, med större sannolikhet för översvämningar, ras och skred i sårbara områden som följd, kan leda till att viktiga samhällsfunktioner påverkas, exempelvis ambulans, hemtjänst, vattenrening och uppvärmning. Det ska även orsaka personskador och dödsfall.¹³¹

I samband med översvämningar på grund av ökad nederbörd och tillrinning kan färskvattnet bli förorenat. Höga flöden kan göra att vattnet förorenas med smittämnen från avfallsupplag, gödsel och latriner. Vid för stor vattentillströmning i reningsverk kan en del av avloppsvattnet, utan att ha behandlats, passera ut i angränsande vattenområden och då förorena sjöar som används för dricksvattenförsörjning och bevattning.¹³² Smittämnen från djurhållning och vilda djur kan konsumeras om till exempel inte odlade grödor sköljs eller upphettas ordentligt.¹³³

¹²⁵ Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹²⁶ Ibid.

¹²⁷ Watts, Nick, et al. 2019. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, Vol. 394, p. 1836–1878.

¹²⁸ Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹²⁹ Ibid.

¹³⁰ Läkartidningen. 2008. *Ändrat klimat får konsekvenser för hälsoläget i Sverige*. Vol. 105, nr. 28.

¹³¹ Länsstyrelsen i Stockholms län. 2012. *Hälsoeffekter av ett förändrat klimat – risker och åtgärder i Stockholms län*.

¹³² Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹³³ Länsstyrelsen i Stockholms län. 2012. *Hälsoeffekter av ett förändrat klimat – risker och åtgärder i Stockholms län*.

Ökad nederbörd och ökat antal översvämningar kan medföra att fuktskador på byggnader blir vanligare, vilket i sin tur gör att människor exponeras mer för ämnen från fuktskadade material och för mögelsporer.¹³⁴

I efterförloppet av större översvämningar ökar risken för infektionssjukdomar på olika sätt. Elavbrott kan orsaka otillräcklig nedkylning av livsmedel och ökade vattenmängder kan ge inflöde av smittämnen i dricks- och badvatten.¹³⁵

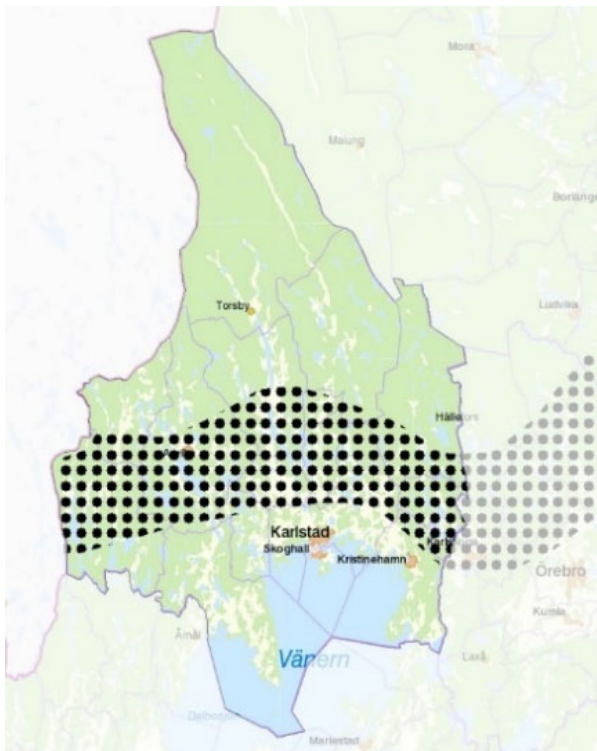
¹³⁴ Folkhälsomyndigheten. 2017. *Folkhälsa i ett förändrat klimat: Handlingsplan för klimatanpassning år 2017–2020*.

¹³⁵ Läkartidningen. 2008. *Ändrat klimat får konsekvenser för hälsoläget i Sverige*. Vol. 105, nr. 28.

8 Naturmiljö

I Värmland finns skogar som täcker stora delar av länet, slättbygder och skärgårdsmiljöer i söder samt förfjällsterräng i norr. I landskapet finns artrika ängar och vidsträckta myrar. Den stora variationen beror på skiftningar i berggrund och jordmån, klimat, fuktighet och ljusförhållanden tillsammans med mänsklig aktivitet.

Idag går den naturgeografiska och biologiska norrlandsgränsen (limes norrlandicus) genom södra Värmland. Kring denna gräns förändras klimatet avsevärt inom bara några mil.¹³⁶



Figur 11: Den naturgeografiska och biologiska norrlandsgränsen.¹³⁷

Totalt finns cirka 1 750 000 ha land i Värmland, vilket motsvarar 80 % av länets areal. Av landarealen är 83 % skogsmark.¹³⁸

Drygt 8 000 ha, runt 5 %, är på något sätt skyddad i naturreservat, landskapsbildsområde, skogligt biotopskyddsområde eller liknande.¹³⁹ I Värmland finns fler än 200 naturreservat med en sammanlagd yta om drygt 10 000 ha, varav ungefär hälften är landområden och hälften är vatten.

Värmland är rikt på sjöar och vattendrag, totalt finns det mer än 10 000. En del av Vänern, Sveriges största insjö, ingår i Värmlands län. Utöver Vänern är Glafs fjorden, Frykensjöarna och Värme länets största sjöar. I länet finns nio större delavrinningsområden: Glomma, Upprudsälven, Byälven, Borgviksälven, Norsälven, Klarälven, Alsterälven, Visman och Gullspångsälven.

¹³⁶ Sveriges National Atlas. 1996. *Växter och djur*.

¹³⁷ Ibid.

¹³⁸ SCB. 2019. *Markanvändningen i Sverige*.

¹³⁹ Naturvårdsverket. 2019. *Skyddad areal per län och skyddsform*. VIC Natur.

Klimatförändringarnas konsekvenser

Orsak	Effekt	Konsekvens
Temperatur (ökad)	Klimatzoner och gränser förflyttas	Arter förflyttas, vissa slås ut, och hamnar i otakt med varandra. Rubbade konkurrensförhållanden och förändrad artsammansättning.
Temperatur (ökad)	Förlängd vegetationsperiod	Ökad vegetationstillväxt. Ökad igenväxning. I marker som växer igen kan artrikedomen avta.
Temperatur (ökad)	Varmare vatten, minskad isläggning	Ökad algstillväxt. Kraftigare och förlängd temperaturskiktning i sjöar, syrgasbrist samt svavelvätebildning i sjöar. Arter som inte trivs i varmare vatten minskar.
Nederbörd (minskad)	<u>Torka, låg markfuktighet</u>	Nedsatt tillväxt.
Tillrinning (ökad)	Ökad årsmedelvattenföring, förändrad säsongsvariation	Ändrade förutsättningar för strandnära arter. Högre sandbankar och erosionsbranter.
Temperatur (ökad) och tillrinning (ökad)	Ökad utlakning av närsalter och humus	Färgade vatten. Ökad övergödning och förekomst av alger och cyanobakterier. Lekbottnar för fisk minskar.
Temperatur (ökad), nederbörd (minskad) och tillrinning (minskad)	Torka, <u>låga vattenflöden</u>	Nedsatt vegetationstillväxt och vitalitet. Vattendrag torkar ut. Fiskar blir instängda i vattenpölar. Sjukdomsutbrott. Arter som inte trivs i varmare vatten minskar.

Temperatur

Temperaturhöjningen leder till att klimatzoner och gränser förflyttas och påverkar inom vilka områden som olika arter kan leva. Klimatzonerna i Sverige kan vandra mer än 50 km norrut på ett enda decennium, vilket motsvarar en dryg halvmeter i timmen. Den biologiska norrlandsgränsen innebär att många arter med nordlig utbredning i Sverige finns ungefär ner till denna gräns. I ett varmare klimat kan dessa arter minska och/eller förflyttas längre norrut och därmed försvinna från Värmland, till exempel lavskrikan. För sydliga arter som har sin nordliga gräns i Värmland kan klimatförändringen istället bli till en fördel.¹⁴⁰

Många växt- och djurarter kan finna det svårt att anpassa sig eller förflytta sig i takt med klimatförändringarna, en del av dem riskerar därför att slås ut. Den möjligheten står kanske bara öppen för arter som frambringar en eller flera nya generationer varje år. Förändringen är också alldeles för snabb för att hela ekosystem ska kunna förflytta sig i takt med den. Arter som har blivit fast bakom vandringshinder, exempelvis i form av infrastruktur och stora jordbruksområden, löper större risk för utslagning.¹⁴¹

Dagens snabba klimatförändringar innebär en risk att arter hamnar i otakt med varandra och de kan även rubba konkurrensförhållandena. Det kan exempelvis uppkomma ett glapp mellan pollinerande insekters aktivitet och växternas blomning, eller mellan fåglars häckningssäsong och tillgången på lämplig föda åt

¹⁴⁰ Naturvårdsverket. 2016. *En varmare värld, Växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹⁴¹ Ibid.

ungarna.¹⁴² Främmande arter som tidigare inte påverkade artsammansättningen märkbart kan i framtiden bli invasiva och dominerande i artsammansättningen och hota att slå ut inhemska arter.¹⁴³

Vegetationens tillväxt kommer igång när dygnstemperaturen stiger några grader över noll. Temperaturhöjningen har inneburit att vegetationsperioden blivit märkbart förlängd och kommer att förlängas.¹⁴⁴ En grads uppvärmning kan räcka för att groningen, lövsprickning, blomning, etcetera inleds mer än en vecka tidigare på våren. Genom att fotosyntesen på så sätt förblir aktiv under en allt större del av året bör växternas produktivitet gradvis öka. Förändringen kan bli väl så märkbar i vatten som på land.¹⁴⁵

En ökad tillväxt av vegetationen gör att öppna marker såsom ängs- och betesmark, myrområden, strandmiljöer och fågelskär kan växa igen och växa igen snabbare. I marker som växer igen kan artrikedomen avta. Om vegetationen blir alltför frodig riskerar exempelvis långsamväxande arter som är beroende av god tillgång på ljus att trängas undan.

För vattenmiljön kan en ökad vattentemperatur sommartid innebära en ökad alg tillväxt och en kraftigare samt förlängd temperaturskiktning i sjöar, som kan leda till syrgasbrist och svavelvätebildning i vattnet närmast botten.¹⁴⁶ Algtillväxt styrs även av tillgång till ljus. Stigande temperaturer medför minskad isläggning och därmed bättre ljusförhållanden i vattnet, vilket i sin tur medför tilltagande algproduktion i många sjöar och försurning.¹⁴⁷

Högre vattentemperatur missgynnar fiskararterna som föredrar kallt vatten såsom öring, röding och lax. Öringen, till exempel, trivs inte i vattentemperaturer över 22°C.¹⁴⁸ Dessa är som vuxna toppredatorer och äter fiskar som siklöja, mört och braxen, vilka i sin tur kan öka i antal och därmed minska bestånden av deras föda, djurplankton. När djurplankton minskar kan växtplankton, som är djurplanktonets föda, öka i antal och orsaka algblooming. Gädda och gös däremot är arter som gynnas av varmare vatten.

Tillrinning¹⁴⁹

Klimatförändringarna leder till en ökad årsmedelvattenföring i vattendragen och en förändrad säsongsvariation. Medelvattenföringen i avrinningsområdena ökar vintertid och minskar under vår och sommar. Dagens vårflod förändras succesivt mot högre vinterflöden och en längre period med låga flöden under april till och med september.

Förändrad vattenföring och säsongsvariation påverkar både vattenmiljön och naturmiljön längs med vattendragen samt ändrar förutsättningar för exempelvis strandnära arter. Redan idag finns ett behov av miljöanpassade flöden i Klarälven för att bibehålla livsmiljön för bland annat hotade strandarter under deras kritiska livscyklar. Detta framförallt i form av att låta mer av de genomsnittliga vårflodstopparna passera och att motverka längre perioder med höga sommarflöden.

¹⁴² Naturvårdsverket. 2016. *En varmare värld, Växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹⁴³ European Environment Agency. *Distribution shifts of plant and animal species*. 20 december 2016.

¹⁴⁴ Naturvårdsverket. 2016. *En varmare värld, Växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹⁴⁵ Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹⁴⁶ SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

¹⁴⁷ Naturvårdsverket. 2016. *En varmare värld, Växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹⁴⁸ Fiskeriverket. 2007. *Klimat effekter på svenskt fiske*.

¹⁴⁹ Länsstyrelsen Värmland. 2014. *Klimatanalys Värmlands län*.

Många vattendrag är påverkade av vattenkraft och reglering. Hur regleringen av Klarälven och andra vattendrag i Värmland kommer att påverkas av och/eller anpassas till den förändrade vattenföringen på grund av klimatförändringarna är inte närmare analyserad. Om klimatförändringen möts genom förstärkt vattenreglering och utbyggnad av erosionsskydd längs stränderna, förvärras hotet mot de arter och naturtyper som är beroende av vattendragens naturliga växlingar och naturliga strandzoner. Detta gäller även rent akvatiska arter såsom den unika Klarälvsloxen, den Vänernvandrande öringen, harren samt hela bottenfaunasamhället.

Högre sandbankar och erosionsbranter i Klarälven är exempel på livsmiljöer, som i väsentlig grad bildas av ovanligt höga vårfloder. De höga sandbankarna hyser flera hotade insektsarter, inte minst skalbaggar och den hotade växten daggvide. I erosionsbranterna häckar backsvala. Efter att Klarälven reglerades vid Höljesdammen har det skett en successiv minskning av dessa öppna sandstrandmiljöer och dess arter, i hög grad på grund av igenväxning. Igenväxningen antas främst bero på i snitt mindre naturliga vattennivåväxlingar, med en samlare öppen strandzon som följd. En annan livsmiljö är den alsumpskog som exempelvis förekommer längs Klarälven. Alen tål långvariga översvämningar bättre än andra trädslag.

Temperatur och tillrinning¹⁵⁰

Ökad temperatur i sjöar och vattendrag, en tidigare islossning och en ökad avrinning kommer att öka utlakningen av närsalter och humus. Detta leder till färgade vatten, ökad övergödning och sannolikt ökad förekomst av alger och cyanobakterier. Det leder till att andelen lekbottnar för fisk riskerar att minska och ökade kostnader för kalkning.

Temperatur, nederbörd och tillrinning¹⁵¹

Antalet dagar med låg markfuktighet och lågvatten förväntas öka, framförallt i slutet av seklet. Vegetationens tillväxt och vitalitet kan bli nedsatt under perioder av låg markfuktighet under sommaren.

Perioder med torka under sommaren kan göra att vattendrag torkas ut och att fiskar blir ”instängda” i vattenpölar där det blir dessutom för varmt i vattnet. Höga tätheter, när alla fiskar samlas i mindre vattenvolymer, medför också ökad risk för sjukdomsutbrott.

¹⁵⁰ Naturvårdsverket. 2016. *En varmare värld, Växthuseffekten och klimatets förändringar*.

¹⁵¹ Ibid.

9 Hur materialet kan användas

Materialet i denna rapport är en sammanställning av befintlig kunskap på en generell nivå om klimatförändringarnas påverkan i Värmlands län.

Alla sektorer och organisationer i Värmland kan nyttja detta material för att analysera hur just deras ansvarsområde, intresseområde eller geografiska område påverkas av klimatförändringarna. För att göra det kan dock ytterligare information behövas, exempelvis om den egna verksamheten och det specifika geografiska området, men även information om påverkan i en högre detaljeringsgrad än vad som är beskrivet i rapporten.

För att gå vidare i arbetet kan de rapporter som är med i referenslistan tillsammans med kartmaterial i Länsstyrelsens [WebbGIS - Karttjänst Planeringsunderlag Värmland](#) användas.

Efter att ha analyserat hur ett förändrat klimat påverkar området i fråga, är nästa steg att prioritera, planera för, och genomföra åtgärder för att säkerställa ett motståndskraftigt och hållbart samhälle.

En metod för att arbeta med klimatanpassning finns på SMHI:s hemsida. Metoden riktar sig till kommuner men kan även användas av andra aktörer – läs mer på <https://www.smhi.se/lathund-for-klimatanpassning>.

10 Referenser

- Bernes, Claes. 2016. *En varmare värld, växthuseffekten och klimatets förändringar*. 3:e uppl.
- Boverket. 2007. *Byggnader i förändrat klimat. Bebyggelsens sårbarhet för klimatförändringars och extrema väders påverkan*.
- Boverket. 2010. *Låt staden grönska: Klimatanpassning genom grönstruktur*.
- Boverket. 2010. *Mångfunktionella ytor. Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*.
- Energimyndigheten. 2009. *Extrema väderhändelser och klimatförändringarnas effekter på energisystemet*. ER 2009:23
- Energimyndigheten. 2018. *Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018–926*.
- ETOUR. 2014. *The supply of nature-based tourism in Sweden*. Report 2014:1.
- European Enviroment Agency. *Distribution shifts of plant and animal species*. 20 december 2016.
[2020-09-09 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/distribution-of-plant-species-2/assessment>]
- FOI. 2011. *Integrera klimatanpassning i kommunala risk- och sårbarhetsanalyser - en vägledning*. FOI-R-3388-SE.
- Folkhälsomyndigheten. 2017. *Folkhälsa i ett förändrat klimat: Handlingsplan för klimatanpassning år 2017–2020*.
- Jordbruksverket. 2017. *Handlingsplan för klimatanpassning*. Rapport 2017:7.
- Jordbruksverket. 2018. *Avvattning av jordbruksmark i ett förändrat klimat*. Rapport 2018:19
- Jordbruksverket. 2018. *Jordbrukets behov av vattenförsörjning*. Rapport 2018:8
- Jordbruksverket. 2019. *Jordbruksmarkens användning*. JO 10 SM 1902.
- Jordbruksverket. 2019. *Lantbrukets djur i juni 2019*. JO 20 SM 1901.
- Jordbruksverket. 2019. *Långsiktiga effekter av torkan 2018 och hur jordbruket kan bli mer motståndskraftigt mot extremväder*. Rapport 2019:13.
- Lag (2003:389) om elektronisk kommunikation.
- Lantmäteriet. *Väggkartan*.
- Livsmedelsverket. 2019. *Handbok för klimatanpassad dricksvattenförsörjning*.
- Luftfartsstyrelsen. 2008. *Sårbarhetsanalys av rullbanors förändrade bärighet och renoveringsbehov av flygplatsers dagvattensystem*
- Läkartidningen. 2008. *Ändrat klimat får konsekvenser för hälsoläget i Sverige*. Vol. 105, nr. 28.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. 2012. *Hälsoeffekter av ett förändrat klimat – risker och åtgärder i Stockholms län*.
- Länsstyrelsen Värmland, *Värmlandsfiske* [2020-08-28
<http://varmlandsfiske.se/amne/yrkesfiske/>].

- Länsstyrelsen Värmland. 2014. *Klimatanalys Värmlands län*. Publikationsnummer 2014:02.
- Länsstyrelsen Värmland. 2014. *Värmland i ett förändrat klimat, Regional handlingsplan för klimatanpassning*. Publ nr 2014:27
- Länsstyrelsen Värmland. 2018. *Åtgärder för ett hållbar Värmland: Regionalt åtgärdsprogram för miljömålen 2018–2020*. Publ nr 2017:29.
- Länsstyrelsens WebbGIS. *LST Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet och energitorvtäkter i drift – Miljöreda*.
- Länsstyrelserna. 2011. *Händelsescenario för Risk- och sårbarhetsanalys: Skyfall i nutid och framtid*.
- Länsstyrelserna. 2019. *Energistatistik – För Sveriges län och kommuner för år 2017*. Rapport 2019:37.
- McEvoy, D., Ahmed, I och Mullett, J. 2011. The impact of the 2009 heat wave on Melbourne's critical infrastructure. *Local Environment*. Vol. 17, no. 8, p. 783–796.
- Miljösamverkan Sverige. 2018. *Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden*.
- MSB. 2012. *Klimatförändringarnas konsekvenser för samhällsskydd och beredskap*.
- MSB. 2014. *Hur värme påverkar tekniska system – Möjliga konsekvenser av en värmebölja på elförsörjning och järnvägstransporter*.
- MSB. 2015. *Värmens påverkan på samhället – en kunskapsöversikt för kommuner med faktablad och rekommendationer vid värmebölja*.
- Nationella samrådsgruppen. 2018. *Nyhetsbrev från Nationella samrådsgruppen för mögel och mykotoxiner*, nr 1.
- Naturvårdsverket. 2015. *Bevarande och hållbart nyttjande av biologisk mångfald i ett förändrat klimat*. NV-00323-15
- Naturvårdsverket. 2016. *En varmare värld, Växthuseffekten och klimatets förändringar*. 3:e uppl.
- Naturvårdsverket. 2019. *Skyddad areal per län och skyddsform*. VIC Natur.
- Paul Dowling. 2013. The Impact of Climate Change on the European Energy System. *Energy policy*. Vol. 60, p. 406–417
- Region Värmland. 2017. *Regional transportplan för Värmlands län 2018–2029*.
- Riksantikvarieämbetet. 2014. *Klimat- och miljöeffekters påverkan på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse*. Delrapport 2.
- SCB, statistikdatabasen. 2015. *Befolkningens anslutning till kommunalt vatten och avlopp*.
- SCB, statistikdatabasen. 2015. *Kommunala vattenuttag per typ av vatten*.
- SCB, statistikdatabasen. 2015. *Markanvändningen i Sverige, hektar efter region, markanvändningsklass och vart 5:e år*
- SCB, Tillväxtverket. 2019. *Antal gästnätter, statistik efter region, anläggningstyp och månad*.

- SCB. 2019. *Befolkningsstatistik* [2020-08-28 <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningens-sammansattning/befolkningsstatistik/>].
- SCB. 2019. *Markanvändningen i Sverige*. 7:e utg.
- SCB. *Väglängd i km efter region, vägkategori och år*.
- SGI. 2018. *Klimatlasters effekt på naturlig mark och geokonstruktioner*.
- SGU. 2007. *Områden där grundvattennivån är av särskild betydelse för vattenkvalitet, markstabilitet eller ekosystem*. Rapport 2007:20.
- SGU. 2015. *Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier*.
- SGU. 2017. *Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige*. Rapport 2017:09.
- Skogsstyrelsen. 2016. *Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket*. Rapport 2/2016.
- SMHI. 2015. *Framtidsklimat i Värmlands län*, Klimatologi nr. 17.
- SMHI. 2018. *Sveriges stora sjöar idag och i framtiden*. Klimatologi nr 49.
- SMHI. *RCP scenarier*. 25 maj 2020. [2020-09-16 <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatmodeller-och-scenarier/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914>]
- Smittskyddsinstitutet, Socialstyrelsen, Statens Veterinärmedicinska Anstalt. 2011. *Smittsamma sjukdomar i ett förändrat klimat*. Artikel nr 2011-04-1, ISBN 978-91-86585-99-0.
- SOU 2006:94 *Översvämningsshot – Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern*.
- SOU 2007:60 *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*.
- SOU 2015:51 *Klimatförändringar och dricksvattenförsörjning*.
- Statens veterinärmedicinska anstalt. 2018. *Ökade risker för mjältbrand*.
- Statens veterinärmedicinska anstalt. 2019. *Handlingsplan för klimatanpassning 2019: En rapport om klimatets påverkan på djuren*.
- Svenska Kraftnät, Svensk Energi, SveMin, SMHI. 2011. *Dammsäkerhet och klimatförändringar*
- Svenskt Vatten. 2007. *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem*.
- Sveriges miljömål. *Antal förorenade områden och Naturvårdsverkets bidrag till inventering, undersökning och åtgärder i Värmlands län*. [2020-08-28 <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/giftfri-miljo/fororenade-omraden/varmlands-lan/>]
- Sveriges National Atlas. 1996. *Växter och djur*.
- Tillväxtverket. 2019. *Fakta om svensk turism 2018*. Rapport 0282
- Trafikverket. 2018. *Regeringsuppdrag om Trafikverkets klimatanpassningsarbete*. Rapport 2018:195.

Transportstyrelsen. 2019. *Klimat- och sårbarhetsanalys för transportsystemet och Transportstyrelsens kärnverksamhet*.

Watts, Nick, et al. 2019. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, Vol. 394, p. 1836–1878.

VTI. 2018. *Klimatförändringens påverkan på sjöfart och luftfart: Översiktligt underlag för handlingsplan*. Rapport 960.

Bilaga 1: Förklaringar

Torka

Torka kan definieras på många sätt. Torka innebär något av de följande faktorerna: lite nederbörd; låg markfuktighet; låga vattenflöden; låga vattennivåer i sjöar; och/eller låg grundvattennivå.¹⁵²

Låga vattenstånd



När avrinningen är låg fylls inte sjöar och vattendrag på utan vattenståndet sjunker. Mindre vattendrag kan helt torka ut vid långvarig torka.¹⁵³ Med ökad avdunstning och längre växtsäsong på grund av ökade temperaturer kommer det troligtvis bli vanligare med låga vattenflöden och låga grundvattennivåer.¹⁵⁴

Låg markfuktighet



Minskad markfuktighet på sommaren orsakas av minskad nederbörd, ökad avdunstning vid högre temperaturer och att växter förbrukar mer vatten eftersom vegetationsperioden förlängs i ett varmare klimat.¹⁵⁵

Värmebölja



En värmebölja uppstår i samband med en kraftig temperaturhöjning i ett område under en period.¹⁵⁶ Temperaturhöjningen leder till att värmeböljor kommer att förekomma oftare, samt att det blir kraftigare och mer långvariga. En värmebölja som tidigare har inträffat vart tjugonde år i Sverige uppskattas att inträffa en gång per tredje eller femte år i slutet av seklet.¹⁵⁷

Skogsbränder



Temperatur- och fuktighetsförhållanden har störst inverkan på brandrisken. När det är torrt i marken ökar risken för bränder.¹⁵⁸ Ett varmare klimat medför att säsongen för skogsbrand förlängs i Sverige i framtiden, vilket leder till att såväl antalet bränder samt brändernas yta kan öka.¹⁵⁹ De flesta och svåraste skogsbränderna inträffar vid långvarig torka, ofta i kombination med hög vindhastighet.¹⁶⁰

¹⁵² SMHI. Torka. 15 augusti 2018. [2020-10-28 <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/torka-1.111075>]

¹⁵³ Ibid.

¹⁵⁴ Ibid.

¹⁵⁵ MSB. 2016. Framtida perioder med hög risk för skogsbrand enligt HBV-modellen och RCP-scenarier. Publikation MSB997.

¹⁵⁶ SMHI. Värmebölja. 28 september 2018. [2019-10-29 <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/varmebolja-1.22372>]

¹⁵⁷ MSB. 2015. Värmens påverkan på samhället: en kunskapsöversikt för kommuner med faktablad och rekommendationer vid värmebölja.

¹⁵⁸ SMHI. Brandrisker idag och i framtiden. 20 augusti 2019. [2019-10-28 <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/brandrisker-idag-och-imorgon-1.87501>]

¹⁵⁹ MSB. Skogsbrand och vegetationsbrand. 21 mars 2019. [2019-10-28 <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farlaga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skogsbrand-och-vegetationsbrand/>]

¹⁶⁰ MSB. Förebygga skogs- och vegetationsbrand. 28 mars 2019. [2019-10-28 <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farlaga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skogsbrand-och-vegetationsbrand/forebygga-skogs-och-vegetationsbrand/>]

Stormfällning

Stormfällning innebär att träd faller på grund av kraftiga vindar.

Ökad temperatur och ökad nederbörd



Stormfällning

Mildare och blötare vintrar förväntas bli vanligare i ett framtida klimat vilket leder till att tjäleförhållanden förändras och risken för stormfällning kan komma att öka.¹⁶¹ Markens förmåga att ”hålla fast” träd minskar i ett mildare och blötare klimat med mindre tjäle.¹⁶² Träden växer även fortare i varmare klimat och kommer då tidigare upp i de längder där risken för fall ökar betydligt när de utsätts för starka vindar.¹⁶³

Skyfall

Ett skyfall är ett kraftigt regnväder som sker över ett område inom en begränsad tidsperiod. SMHI:s definition av skyfall är minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut.¹⁶⁴

Ökad nederbörd



Skyfall

Ett varmare klimat förväntas ge förändringar i nederbördsmönstren, med fler skyfall.¹⁶⁵ Intensiteten i de kraftiga regnskurarna har ökat under de senaste åren och frekvensen samt intensiteten förväntas öka ytterligare när somrarna blir ännu varmare och medeltemperaturen stiger ytterligare.¹⁶⁶ Hur stora konsekvenserna blir efter ett skyfall beror på nederbördens mängd och intensitet, markens förmåga att infiltrera vatten, samt på områdets karaktär och kapacitet att leda undan nederbörden.¹⁶⁷

Höga flöden

Flöden, eller vattenföring, är den mängd vatten som rinner i ett vattendrag under en viss tid. Höga flöden är när vattennivå på ett vattendrag överstiger vad som är medelvattenstånd för tidsperioden.¹⁶⁸

Ökad tillrinning och ökad nederbörd



Höga flöden

I ett framtida klimat väntas flödena i vattendragen förändras.¹⁶⁹ Antalet dagar med kraftig nederbörd ökar under vinter, vår och höst i större delen av landet, och de kommer ske en betydande ökning av de intensivaste regnen. Avrinningen ökar mest i väst. Höga flöden, med en genomsnittlig återkomsttid på 100 år (100årsflödet), kommer att öka kraftigt.¹⁷⁰

¹⁶¹ SMHI. 2019. *Vind*. 9 augusti 2019. [2019-10-28 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/vind/storm-1.21290>]

¹⁶² Transportstyrelsen. 2019. *Klimat- och sårbarhetsanalys för transportsystemet och Transportstyrelsens kärnverksamhet*

¹⁶³ Länsstyrelsen Värmland. 2014. *Värmland i ett förändrat klimat: Regional handlingsplan för klimatanpassning*.

¹⁶⁴ SMHI. *Extrem nederbörd*. 2 maj 2018. [2019-10-28

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/extrem-nederbörd-1.23060>]

¹⁶⁵ Klimatanpassningsportalen. *Skyfall*. 15 oktober 2019 [2019-10-28 <http://www.klimatanpassning.se/atgarda/skyfall-1.89213>]

¹⁶⁶ Svenskt vatten. 2007. *Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat: underlagsrapport till Klimat och sårbarhetsutredningen*.

¹⁶⁷ SOU 2017: 42 Vem har ansvaret?

¹⁶⁸ SMHI. *Flöden*. 3 april 2019 20. [2019-10-28 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/vattendrag-och-grundvatten/floden-1.21316>]

¹⁶⁹ Ibid.

¹⁷⁰ SOU 2007: 60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

Mildare vintrar



En ökad medeltemperatur leder till att vintrarna blir kortare och varmare. En huvudorsak till uppvärmningen är att snötäckets varaktighet och tjocklek minskar.¹⁷¹ Temperaturökningen leder till lindrigare snö- och isförhållanden vilket i sin tur förstärker temperaturökningen som därför blir kraftigare på vintern än på sommaren. Söder om en linje från mellersta Värmland går det inte att räkna med att snötäcket ligger kvar hela vintern.¹⁷² Mildare och blötare vintrar leder också till minskad tjälbildning.¹⁷³

Förändrade grundvattennivåer



Grundvatten finns under marken och är naturliga vattenreservoarer.¹⁷⁴ Grundvattenmagasin kan delas in i snabbreagerande (små) respektive långsamreagerande (stora) magasin.

När nederbörden faller över land infiltreras den ner i marken, fortsätter nedåt och bildar grundvatten eller tas upp av växternas rötter och återgår till atmosfären genom växternas transpiration.¹⁷⁵ Grundvattnet är främst beroende av den nederbörd som faller under vinterhalvåret. Perioden när merparten av grundvattenbildningen sker kommer att bli kortare i och med temperaturhöjningen och att växterna är aktiva under en längre tid.¹⁷⁶ Sänkningen av grundvattennivån under sommarhalvåret kan komma att förlängas på grund av den tidigare snösmältningen, högre temperaturer och längre somrar. Samtidigt kan den höjda temperaturen ge ökad grundvattenbildning under vinterhalvåret, på grund av mer nederbörd i form av regn.¹⁷⁷

Erosion

Erosion är nednötning och transport av jord och berg, som orsakas av bland annat vatten, vågor, vind och is.¹⁷⁸



Ett förändrat klimat med ökad nederbörd och avrinning samt höga flöden ökar risken för erosion längs sjöar, vattendrag och i mark.¹⁷⁹ Stranderosion kan orsakas av att vattnet, genom rörelse, bearbetar stränder och bottnar och transporterar bort löst material. Andra orsaker kan vara stormar och isrörelser eller mänsklig påverkan som till exempel avledning av dagvatten.¹⁸⁰

¹⁷¹ Transportstyrelsen. 2019. *Klimat- och sårbarhetsanalys för transportsystemet och Transportstyrelsens kärnverksamhet*.

¹⁷² Regeringens proposition 2017/18:163. *Nationell strategi för klimatanpassning*.

¹⁷³ SMHI. *Vind*. 9 augusti 2019. [2019-10-28 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/vind/storm-1.21290>]

¹⁷⁴ SMHI. *Grundvatten*. 6 mars 2019. [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord/grundvatten-1.21296>]

¹⁷⁵ SOU 2017: 42 Vem har ansvaret?

¹⁷⁶ Livsmedelsverket. *Konsekvenser av ett förändrat klimat*. 13 februari 2019. [2019-10-29 https://www.livsmedelsverket.se/produktion-handel-kontroll/dricksvattenproduktion/Kaskad-Handbok-for-klimatanpassning_dricksvattenproduktion/konsekvenser_av_ett_forandrat_klimat/]

¹⁷⁷ Transportstyrelsen. 2019. *Klimat- och sårbarhetsanalys för transportsystemet och Transportstyrelsens kärnverksamhet*.

¹⁷⁸ SMHI. *Erosion*. 26 juni 2019. [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/mark-och-jord-2/erosion-1.149364>]

¹⁷⁹ Ibid.

¹⁸⁰ SGI. 2018. *Kartunderlag om ras, skred och erosion*. Vägledning 1, utgåva 4.

Minskad tillrinning och låg nederbörd



Erosion

Torka kan innebära att växter torkar ut och dör som leder till att rötternas stabiliserande inverkan i ytliga jordlager samt växternas skyddande verkan mot erosion minskar eller försvinner.¹⁸¹

Ras

Ras innebär att enskilda delarna som jordkorn och stenar rör sig fritt i förhållande till varandra.¹⁸²

Ökad nederbörd och ökad tillrinning



Ras

Kraftig nederbörd, ökade flöden i vattendrag samt höjda och varierande grundvattennivåer ökar risken för ras och skred.¹⁸³ Ras utlöses ofta efter långvarig eller intensiv nederbörd eller vid snabb snösmältning.¹⁸⁴

Minskad tillrinning och låg nederbörd



Ras

Förändringar av vattenmängder eller vegetation, flödesvägar och rinnhastigheter i slänter med kraftiga lutningar kan orsaka erosion som i sin tur leder till ras.¹⁸⁵

Skred

Ett skred innebär när sammanhängande vattenmättade jordmassor flyttar på sig.¹⁸⁶

En slänts stabilitet beror dels på belastningen på jorden, dels på jordens hållfasthet.¹⁸⁷ Jordlagren påverkas av pådrivande krafter och mothållande krafter. En rubbning av jämvikten kan utlösa skred.¹⁸⁸

Ökad nederbörd och ökad tillrinning



Skred

Markens hållfasthet och stabilitet påverkas i hög grad av vatteninnehållet och vattentrycket i marken.¹⁸⁹ Hållfastheten i jorden kan försämrast genom en höjning av grundvattennivån på grund av en riklig nederbörd, som ger ett ökat vattentryck i jordens porer och försämrast stabilitet för slänten.¹⁹⁰

Minskad tillrinning och låg nederbörd



Skred

Varierande grundvattennivåer ökar risken för ras och skred.¹⁹¹ Vid ett vattendrag eller en sjö fungerar lasten från vattnet som en mothållande och stabiliserande

¹⁸¹ Klimatanpassningsportalen. *Ras och skred*. 18 september 2019. [2019-10-29 <https://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/mark-och-jord-2/ras-och-skred-1.149419>]

¹⁸² SGL. *Ras, skred och slamströmmar*. 24 januari 2018. [2019-10-29 <https://www.swedgeo.se/sv/vagledning-i-arbetet/ras-skred-och-slamstrommar/>]

¹⁸³ SOU 2017: 42 Vem har ansvaret?

¹⁸⁴ Boverket. *Ras och skred*. 28 februari 2019. [2019-10-29 https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/sakerhetsfragor/ras/]

¹⁸⁵ SGL. *Kartunderlag om ras, skred och erosion*. Vägledning 1, utgåva 4.

¹⁸⁶ SGL. *Ras, skred och slamströmmar*. 24 januari 2018. [2019-10-29 <https://www.swedgeo.se/sv/vagledning-i-arbetet/ras-skred-och-slamstrommar/>]

¹⁸⁷ Ibid.

¹⁸⁸ Boverket. *Ras och skred*. 28 februari 2019. [2019-10-29 https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/sakerhetsfragor/ras/]

¹⁸⁹ SOU 2017: 42 Vem har ansvaret?

¹⁹⁰ SGL. *Ras, skred och slamströmmar*. 30 oktober 2018 [2020-09-08 <https://www.swedgeo.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/ras-och-skred/varfor-intraffar-skred/>]

¹⁹¹ SOU 2017: 42 Vem har ansvaret?

kraft mot slänten. En avsänkning av vattennivån vid släntfoten leder till minskad motvikt vilket ökar sannolikheten för skred.¹⁹²

Slamströmmar

En slamström är en flytande massa av vatten och jord som rör sig ner längsmed en ravin eller en sluttning.¹⁹³



Slamströmmar uppstår i samband med intensiv nederbörd. Snabb avsmältning av snö och kraftiga vårflooder kan också orsaka slamströmmar.¹⁹⁴ Ett förändrat klimat med mer nederbörd, mer intensiva skyfall, ökad avrinning och erosion, kan leda till en ökad förekomst av slamströmmar.¹⁹⁵

Nollgenomgångar

Nollgenomgång är ett begrepp för när den uppmätta temperaturen passerar eller sjunker under 0 grader. En nollgenomgång sker då dygnets högsta temperatur två meter över marken varit över 0 °C och den lägsta temperaturen under samma dygn varit under 0 °C.¹⁹⁶



Nollgenomgångar kommer att minska i antal, främst under vår och höst, på grund av temperaturhöjningen. Vintertid sker en ökning med några få dagar, då vintertemperaturerna närmar sig noll. Sammantaget ger detta en minskning av antalet nollgenomgångar per år.¹⁹⁷

Markförskjutningar och marksättningar



Klimatförändringarna innebär ett förändrat nederbördsmönster, med mer nederbörd generellt. Längre perioder med nederbörd gör marken vattenmättad, vilket innebär att marken fått ta emot mycket vatten, från nederbörd, bevattning eller genom översvämning, och det inte kan sjunka ner mer vatten i marken. Detta ger en ökad avrinning ovan mark, främst under vinterhalvårets förväntade nederbördsökning då vattenupptagande från växlighet är lägre.¹⁹⁸

Ökad nederbörd med höjda grundvattennivåer ökar risken för markförskjutningar och sättningar.¹⁹⁹

¹⁹² SGL. *Varför inträffar skred?* 5 april 2019. [2019-10-29 <https://www.swedgeo.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/ras-och-skred/varfor-intraffar-skred/>]

¹⁹³ SMHI. *Slamströmmar*. 9 augusti 2019. [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/mark-och-jord-2/slamstrommar-1.149420>]

¹⁹⁴ Boverket. *Slamströmmar*. 28 februari 2019. [2019-10-29 https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/sakerhetsfragor/slamstrommar/]

¹⁹⁵ SMHI. *Slamströmmar*. 9 augusti 2019. [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/mark-och-jord-2/slamstrommar-1.149420>]; Klimatanpassningsportalen. *Slamströmmar*. 17 september 2019. [2019-10-29 <https://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/mark-och-jord-2/slamstrommar-1.149420>]

¹⁹⁶ SMHI. *Nollgenomgångar*. 9 augusti 2019. [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/temperatur/nollgenomgangar-1.21289>]

¹⁹⁷ Länsstyrelsen Värmland. 2014. *Värmland i ett förändrat klimat: Regional handlingsplan för klimatanpassning*.

¹⁹⁸ SOU 2017: 42 Vem har ansvaret?

¹⁹⁹ SOU 2007: 60 Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.

Avbrott i elförsörjning

Energiförsörjningen påverkas av klimatförändringar både vid produktion, distribution och vid användning.²⁰⁰



Fler och längre värmeböljor samt torka kan orsaka fler skogsbränder. Vid skogsbränder kan elledningar och annan infrastruktur för energi skadas, som i sin tur kan resultera i längre avbrott i el- och energiförsörjningen. Ökade temperaturer, framförallt extrema värmeböljor, kan också leda till överhettning och brand i ställverk och driftsrum utan kylning.²⁰¹



Ökad nederbörd och kraftigare skyfall leder till att risken för erosion, ras och skred ökar. Vid ras och skred kan elledningar skadas, exempelvis ledningar som inte är skyddade mot fallande träd.²⁰² Översvämningar till följd av mer och kraftigare nederbörd kan också leda till störningar i elförsörjningen.²⁰³



En större vattenmättnad, i kombination med minskad tjäle i marken, kan leda till att bland annat elstolpar sitter sämre fast i marken och blir känsliga för hård vind. Ökad nederbörd och minskad tjäle ökar även risken för röta samt rostangrepp på viktig infrastruktur, vilket gör infrastrukturen mer känslig.²⁰⁴

²⁰⁰ Klimatanpassningsportalen. *Energi*. 1 juli 2019 [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-paverkas-samhället/energi-information-1.22562>]

²⁰¹ Klimatanpassningsportalen. *Distribution och användning*. 1 juli 2019. [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-paverkas-samhället/energi/distribution-och-anvandning-1.27569>]

²⁰² Ibid.

²⁰³ Klimatanpassningsportalen. *Energi*. 1 juli 2019. [2019-10-29 <http://www.klimatanpassning.se/hur-paverkas-samhället/energi-information-1.22562>]

²⁰⁴ Ibid.



Länsstyrelsen
Värmland

Länsstyrelsen Värmland, 651 86 Karlstad, 010-224 70 00
www.lansstyrelsen.se/varmland