

Skyfall, snöbrist och blomstrande turistnäring?

Utmaningar och möjligheter
när klimatet i Gävleborg förändras





Inspiration till detta klimatmaterial har hämtats från Norrbottens rapport "Slaskiga vintrar och längre somrar? Klimatförändringar i Norrbotten - En rapport för dig som är ung" med tillhörande lärarhandledning. Materialet för Gävleborgs län har tagits fram i samverkan mellan Länsstyrelsen Gävleborg, Gävle kommun, Sandvikens kommun, Hudiksvalls kommun samt Gävle Energi och har delvis finansierats av Region Gävleborg.

Förord

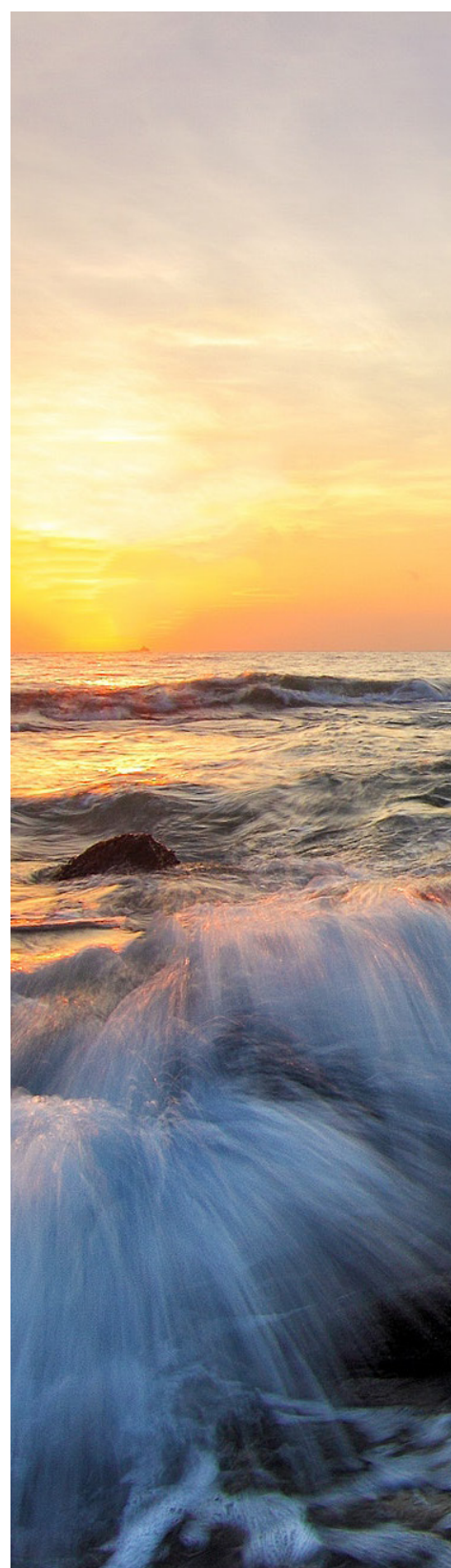
KLIMATET FÖRÄNDRAS i takt med att människors aktiviteter bidrar till utsläpp av växthusgaser i atmosfären. I dagsläget ökar fortfarande utsläppen, men även om världens länder skulle lyckas med att stoppa utsläppen, kommer de utsläpp som redan ägt rum påverka det globala klimatet över lång tid framöver. Människligheten behöver helt enkelt anpassa sig och sina verksamheter till ett förändrat klimat. Det förändrade klimatet kommer att präglas av högre temperaturer och förändrad nederbörd med konsekvenser i form av exempelvis både översvämningar och torka samt mindre snö. Att anpassa sig till detta kan handla om att planera våra samhällen på andra sätt än tidigare, förändra vad vi odlar och på vilka sätt, eller bygga beredskap för nya typer av naturrelaterade hot. Detta behöver göras både globalt och lokalt – också här i Gävleborg måste vi anpassa oss. Det är inte bara staten och de stora företagen som måste fundera över hur klimatanpassningen ska gå till, även enskilda privatpersoner och småföretagare kan behöva fundera över dessa frågor, när man exempelvis ska bygga om sitt hus, eller göra investeringar i olika verksamheter.

För att anpassa sig till ett förändrat klimat behöver man förstå hur klimatförändringarna sker och hur de påverkar oss. Förändringarna ser olika ut på olika håll i världen men även på olika håll i landet. De scenarier över framtida klimat som finns tillgängliga innehåller också stora osäkerheter. Det går helt enkelt inte att i alltför stor detalj säga hur klimatet ser ut om 80 år eftersom vi inte vet hur samhället kommer att se ut, hur ekonomin utvecklas, vilka banbrytande uppfinningar som kommer, eller för den delen hur klimatet reagerar på framtida utsläpp. Till alla dessa osäkerheter (och många fler) behöver vi förhålla oss när vi fattar beslut om framtiden. Förutom uppskattningar av framtidens klimat behöver vi förstå hur dessa förändringar påverkar de verksamheter vi bedriver. Vad innebär ett förändrat klimat för förutsättningarna på olika platser att bo, odla och leva?

Frågor kring klimatförändringar och klimatanpassning belyses i denna rapport, som också beskriver det framtida klimatet i Gävleborgs län på ett relativt detaljerat sätt. Som komplement till klimatrapporten finns en lärarhandledning som tar upp flera frågor och förslag på undervisningsmoment inom både klimatkunskap och klimatanpassning. Författarnas förhoppning är att materialet skall introducera ämnesområdet, inspirera och locka till fördjupade studier.

Innehåll

Förord	3
Inledning	5
Vad är klimatet och hur påverkar det oss?	6
Hur vet vi detta?.....	8
Gästrikland och Hälsingland i framtiden	12
Temperatur.....	13
Värmeböljor.....	13
Nederbörd.....	14
Intensiv nederbörd - översvämningar.....	14
Torka.....	15
Snötäcke.....	16
Vattendrag.....	17
Havsnivåer.....	18
Hur påverkas vi av klimatförändringar?	20
Människors hälsa.....	21
Bebyggelse och byggnader.....	22
Natur- och kulturmiljö.....	24
Kommunikationer och infrastruktur.....	27
Tekniska försörjningssystem.....	28
Areella näringar och turism.....	30
Effekter i omvärlden – vi är en del av ett golbalt system.....	32
Temasidor	34
Vattenglaset.....	34
Vägen till skolan.....	36
Huset.....	37
Maten på tallriken.....	38
Ordlista	40
Referenser och länkar	42





Inledning

DU HAR SÄKERT läst om klimatförändringar och kanske också märkt i din vardag hur de sker just nu. Vintrarna har blivit snöfattigare och isen lägger sig senare, eller inte alls, på våra sjöar och hav. Kanske har du hört på nyheterna hur det slås fler varmerecord än köldrekord? De varmaste åren över hela jorden som forskare har uppmätt har alla inträffat under de senaste två decennierna och 2014, 2015 och 2016 var i tur och ordning varit de varmaste åren som någonsin uppmätts. 2017 slog inte tidigare rekord, utan placerade sig på plats 3, efter 2015 och 2016. Kanske har du också läst om korallrev som bleks, häftiga regn och den snabbt minskande isen i Arktis? Vad är det som händer? Är det tillfälligheter eller kan vi förstå och göra något åt det?

Du vet säkert att jordens atmosfär fungerar som ett växthus och ser till att solens värme inte reflekteras ut i rymden direkt, utan värmer upp land, hav och luft. Men hur påverkar människans aktiviteter detta och vad kan det tänkas ge för effekter på våra samhällen? Det är stora och omfattande frågor. Några av dessa ska vi försöka att svara på i denna text.

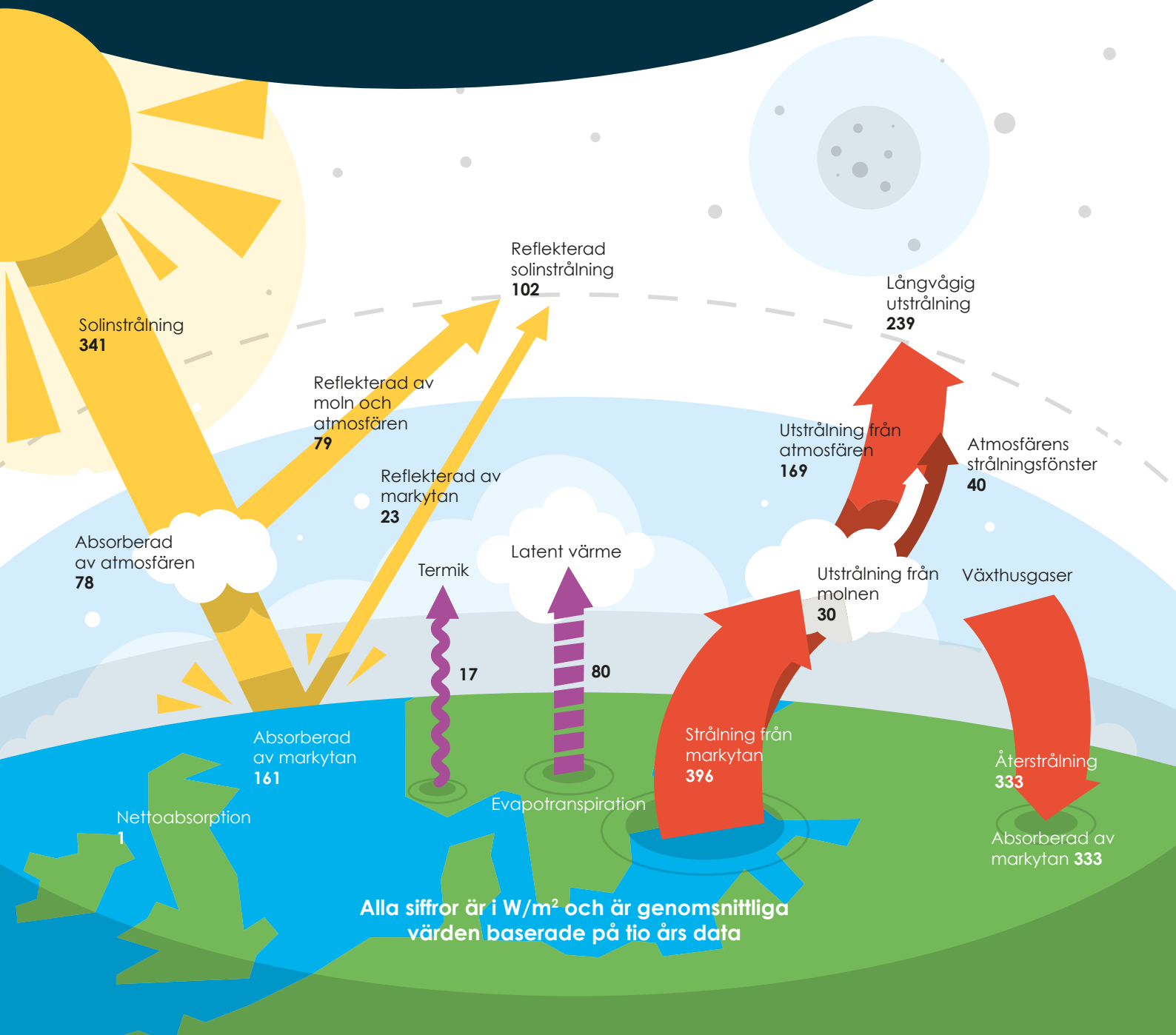
Vi kan redan nu avslöja att det mesta pekar på att det blir varmare i framtiden. Tänk om snön försvinner helt i Gästrikland och Hälsingland? Tänk om värmeböljor ger sommartemperaturer långt över 30 grader, flera veckor i sträck? Skulle det i så fall förändra dina fritidsintressen och ditt sätt att leva? Hur tror du naturen runt

omkring dig skulle påverkas? Eftersom vi vet att klimatet förändras och kommer att göra så under en lång tid framåt, behöver vi anpassa oss själva och våra samhällen till det. Det här är svåra frågor, men ändå någonting som är nödvändigt att fundera kring när vi fattar beslut idag.

De varmaste åren över hela jorden som forskare har uppmätt har alla inträffat under de senaste två decennierna.

Det som bestäms nu kan gälla under mycket lång tid. Tänk till exempel på många av de hus som finns i din närmaste stad, flera av dem är åtminstone 100 år gamla. Och många av våra vägar följer uråldriga sträckningar, som kan ha varit samma i tusentals år. De bra beslut som människor tog förr har gett bestående effekter långt in i vår tid. På samma sätt kan dåliga beslut orsaka problem under lång tid. Alltså behöver vi fundera över hur framtiden kan komma att se ut när vi fattar beslut idag. Om framtidens klimat förväntas vara annorlunda från idag, är det också något som vi behöver ta hänsyn till - frågan är bara hur.

Vad är klimatet och hur påverkar det oss?



Alla siffror är i W/m² och är genomsnittliga värden baserade på tio års data

KLIMAT ÄR ENKELT uttryckt genomsnittet av de meteorologiska egenskaper som vi kallar för väder. Det är exempelvis temperatur, nederbörd, vind, luftfuktighet och lufttryck. Klimat skiljer sig från väder genom att vara ett långsiktigt medelvärde av vädret. Ofta talar forskare om att klimat måste vara ett genomsnitt av vädret i åtminstone 30 år. Vädret skiftar från dag till dag och även från år till år medan medelvärdet är relativt stabilt och utgör det vi kallar klimatet.

Den huvudsakliga faktorn som driver väder och klimat är värme. Det är genom värme och utbyte av värme som lufttemperatur, nederbörd, vind osv bestäms, uppstår, förändras och förflyttas.

Värme kommer till jorden till största delen i form av strålning från solen. När strålningen träffar jordens atmosfär sker tre saker. En del av strålningen tas upp (absorberas) av atmosfären och värmer den. En del av den studsar tillbaka (reflekteras) ut i rymden. Den sista delen släpps igenom atmosfären och träffar jordytan istället. Även där reflekteras eller absorberas strålningen. På tillbakavägen hindrar atmosfären också en del av den utstrålade värmen i sin tur att lämna jorden, både genom att värmen tas upp av atmosfären och genom att den återigen reflekteras tillbaka. Atmosfären fungerar lite som ett växthus och det är positivt.

Växthuseffekten jämnar ut temperaturskillnader mellan dag och natt, sommar och vinter och gör jorden mer beboelig. Det som orsakar denna växthuseffekt är olika växthusgaser som finns i atmosfären. Växthusgaserna är i första hand koldioxid och metan och utgör en mycket liten del av atmosfären. Ändå är halterna av dessa helt avgörande för klimatet och levnadsförutsättningar på jorden.

Att atmosfären innehåller växthusgaser är alltså nödvändigt för vår existens, men det som händer nu är att människans olika aktiviteter orsakar stora utsläpp av växthusgaser. Detta påverkar jordens klimat genom att höja koncentrationerna av dessa. Det förstärker växthuseffekten och minskar alltså utstrålningen av värme. Det som orsakar utsläppen är i första hand aktiviteter som behöver energi genom förbränning av fossila bränslen (kol, olja och naturgas). De största utsläppen kommer från el- och värmeproduktion, transport och industri. Även jord- och skogsbruk orsakar stora utsläpp både genom att fossila bränslen förbränns i produktionen men även på grund av att markanvändningen förändras, skog huggs ner och omvandlas till jordbruksmark, eller på grund av att djur som idisslar (kor, får, getter, bufflar, etc) producerar metan när de bryter ner sin mat. Allt som allt innebär detta att utsläpp från människans aktiviteter gör jorden varmare.

Halter och koncentrationer av växthusgaser i atmosfären idag och under förindustriell tid.	Gas	ppm i atmosfären	historiska konc. (ppm)
	Kväve	780840	–
	Syre	209460	–
	Argon	9340	–
	Koldioxid	400	280
	Neon	18,18	–
	Helium	5,24	–
	Metan	1,745	0,7
	Krypton	1,14	–

Figur 1: Jordens energibalans

Illustration över energiflöden till och från jorden. Bilden visar hur stor del av den inkommande solinstrålningen som reflekteras av olika delar av atmosfären och jordytan till vänster. På höger sida visas strålningsbalansen. Figur från Trenberth et al. (2009).

Klimatförändringarna påverkar jorden på olika sätt beroende på vilka faktorer och vilka områden man studerar. Förändringen av temperatur är förhållandevis enkelt att beskriva. I och med att mer värmestrålning fångas av atmosfären, höjs temperaturen över i princip hela jorden. Alla scenarier och klimatmodeller visar på en höjning temperaturen, skillnaderna består enbart i hur mycket och hur fort. Däremot höjs den olika mycket på olika håll i världen. Vid polerna och framförallt i Arktis är temperaturhöjningen mycket större än runt ekvatorn. Förändringarna i vind och nederbörd

är mycket svårare att beskriva och förstå. De modeller forskarna använder sig av för att förstå klimatförändringar ger mycket otydligare resultat för dessa. Generellt över hela världen och över året ökar nederbörden i och med att mer värme ökar avdunstningen och luftens förmåga att hålla fukt. Det är dock mycket stora skillnader geografiskt och många områden förväntas bli mycket torrare på grund av ökade temperaturer. Likaså förväntas säsongsförändringarna variera mycket, vintrarna kanske blir fuktigare medan somrarna blir varma och torra.

Hur vet vi detta?

Klimatets funktion och växthusgasernas del i jordens värmebalans har varit kända länge. Redan på 1800-talet fanns det vetenskapsmän som studerade klimatets variationer. De första studerade glaciärer och förstod, genom geologiska lämningar som stenblock och skrapmärken i berggrunden, att glaciärer en gång i tiden hade täckt betydligt större ytor än nu. I mitten av 1800-talet började kemister att intressera sig för olika gasers förmåga att fånga in strålning och ganska snart hade man börjat få en förståelse för växthuseffekten. Den svenska vetenskapsmannen Svante Arrhenius förutsåg också den ökande förbränningen av fossila bränslen, som kol och olja, skulle förändra klimatet. Så tidigt som 1896 beräknade han att jordens medeltemperatur skulle bli ca 5-6 grader högre om man fördubblade koncentrationen av koldioxid i atmosfären.

Under 1900-talet utvecklades förståelsen för klimatsystemet och under 1970-talet kom de första larmrapporterna om att de ökade

växthusgaskoncentrationerna i atmosfären skulle kunna orsaka allvarliga problem. Under 1980-talet växte enigheten att klimatförändringarna var ett allvarligt problem.

1988 grundades FN:s klimatpanel (IPCC – International Panel on Climate Change) med uppgift att ge världens beslutsfattare ett objektivt, vetenskapligt underlag för kunskapsnivån

inom klimat och klimatförändringar och deras påverkan på våra samhällen. En stor mängd forskning har genomförts världen över, och i och med utvecklingen av

datorernas beräkningskapacitet har man idag tillgång till matematiska modeller över klimatet. I dessa modeller kan man studera och testa hur det framtida klimatet utvecklas utifrån olika scenarier för dagens och framtida utsläpp av växthusgaser. Modellerna har blivit så pass detaljerade att det idag finns analyser av hur klimatet förväntas utvecklas inom enskilda län och till och med enskilda vattendrag. En del av de resultaten kommer att förklaras i mer detalj i kommande avsnitt.

Ökad medeltemperatur på grund av ökande förbränning av fossila bränslen kunde förutses redan 1896

Tidiga klimafforskare på 1800-talet:



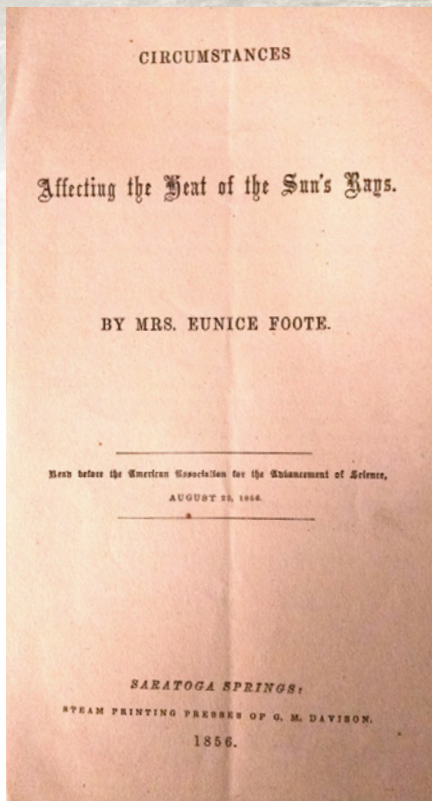
Louis Agassiz:

Grundare till glaciologin och istidsbegreppet.



Svante Arrhenius:

Först att beräkna ett annat klimat på grund av ökade växthusgas-koncentrationer i atmosfären.



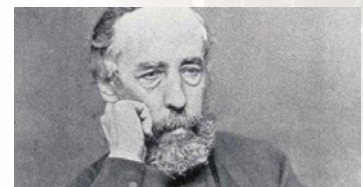
Eunice Newton Foote:

Först ut att beskriva solens påverkan på jordens klimat och växthusgasernas funktion.



John Tyndall:

Undersökte växthus-gasers absorption och även glaciärens dynamik.



James Croll:

Pionjär inom att beskriva klimatologiska förändringar på grund av jordens omlopps-bana kring solen.

Även om de förändringar i klimatet vi redan ser och de som beräknas komma är dramatiska, är de också relativt långsamma ur ett mänskligt perspektiv. Den mesta forskningen görs med ca 100 års perspektiv, fram till år 2100. Eftersom vi inte vet hur framtiden kommer att utvecklas behövs olika möjliga beskrivningar av den framtida verkligheten, så kallade scenarier. Dessa scenarier beskriver möjliga utvecklingsvägar för våra samhällen och ska inte ses som prognoser av framtiden, utan helt enkelt hjälpmedel att studera olika utvecklingar för att både förstå hur klimatet kan förändras men också för att fatta beslut på goda grunder. Till exempel handlar scenarierna om framtida befolkningsutveckling, ekonomisk utveckling och tekniska genombrott. För klimatmodellerna resulterar det i olika scenarier för framtida utsläpp. Dessa scenarier

beskriver olika framtidsbilder, alltifrån sådana där världens länder gör mycket kraftfulla insatser för att minska växthusgasutsläppen till sådana som beskriver en utveckling med fortsatt ökande utsläpp. Den senaste omgången scenarier som använts inom forskningen kallas RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways).





KLIMAT-, STRÅLNINGS- OCH UTSLÄPPSSCENARIER – VAD ÄR DET?

Utsläppsscenarioer för framtida klimat grundas på olika antaganden om hur stora utsläppen kan komma att bli. Strålningsscenarioer (Representative Concentration Pathways, RCP) baseras på antaganden om hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden, beskrivet som en motsvarande strålningsmängd per kvadratmeter. Syftet med scenarierna är inte att förutse framtiden, utan att ge en bild av möjliga klimaturvecklingar.

Scenarierna används för att driva datorbaserade klimatmodeller som beräknar hur klimatet kan förändras på sikt. Ett utsläppsscenario och klimatmodell tillsammans bildar ett klimatscenario. Samtliga RCP-scenarioer baseras på antaganden om växthusgasutsläppens utveckling,

markanvändningen och på bedömningar av utvecklingen för utsläppen av luftföroreningar. Dessa klimatpåverkande faktorer styr klimatförändringarna idag. De är i sin tur beroende av befolkningsutvecklingen i världen, hur energianvändningen förändras, ekonomisk tillväxt etc.

Siffran i RCP motsvarar scenariots strålningsdrivning i W/m^2 . Det beskriver hur mycket mer energi som stannar i atmosfären på grund av växthuseffekten, jämfört med förhistorisk tid. Forskarna har utvecklat fyra olika RCP-scenarioer med extra strålningsdrivning om 2,6, 4,5, 6,0, och $8,5 W/m^2$. Nedan presenteras två olika scenarioer, och vad de innebär i form av framtidsutveckling och politiska beslut.



RCP 8,5

Fortsatt höga utsläpp av koldioxid

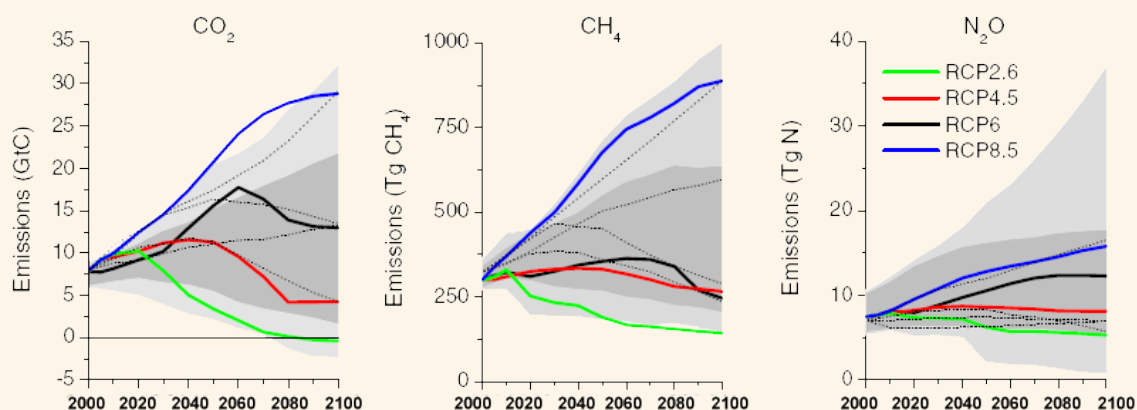
- Koldioxidutsläppen är tre gånger dagens vid år 2100.
- Metanutsläppen ökar kraftigt.
- Jordens befolkning ökar till 12 miljarder vilket leder till ökade anspråk på betes- och odlingsmark för jordbruksproduktion.
- Teknikutvecklingen mot ökad energi-effektivitet fortsätter, men långsamt.
- Stort beroende av fossila bränslen
- Hög energiintensitet.
- Ingen tillkommande klimatpolitik



RCP 4,5

Utsläppen ökar fram till 2040

- Kraftfull klimatpolitik.
- Lägre energiintensitet.
- Omfattande skogsplanteringsprogram.
- Lägre arealbehov för jordbruksproduktion, bland annat till följd av större skördar och förändrade konsumtionsmönster.
- Befolkningsmängd: något under 9 miljarder.
- Utsläppen av koldioxid ökar något och når sin höjdpunkt omkring 2040.



Figur 2: Utsläppsscenarioer

Framtida klimatgasutsläpp för koldioxid, metan och lustgas (dikväveoxid) enligt olika RCP-scenarioer. Från van Vuuren et al (2011).

Gästrikland och Hälsingland i framtiden

DET FINNS OCKSÅ scenarier för hur det framtida klimatet i Gävleborgs län kan komma att bli. För två av RCP-scenarierna (RCP4,5 och RCP8,5) har SMHI tagit fram detaljerade analyser över Sveriges alla län. I dem presenteras ett stort antal klimatindex (som temperatur, nederbörd, antal dagar med snö, osv) så att effekterna av klimatförändringarna kan studeras i detalj, även på ganska lokal nivå.

Det som däremot inte finns i motsvarande detalj är hur våra egna samhällen i länet utvecklas ända fram till år 2100. Vi vet ju faktiskt väldigt lite om hur saker och ting kommer att se ut om 80 år. Översiktsplaner och olika prognoser sträcker sig i dagsläget sällan längre än till 2030. På samma sätt som den globala utvecklingen behöver beskrivas i olika scenarier, behöver vi på läns- eller kommunnivå fundera över olika tänkbara utvecklingar här över tid.

I de följande avsnitten kommer vi att titta vidare på hur klimatförändringarna, inom olika områden, kan komma att påverka Gästrikland och Hälsingland i framtiden. Hela materialet bygger på den länsanalys som gjorts av SMHI och finns tillgänglig på deras hemsida (se referenser).

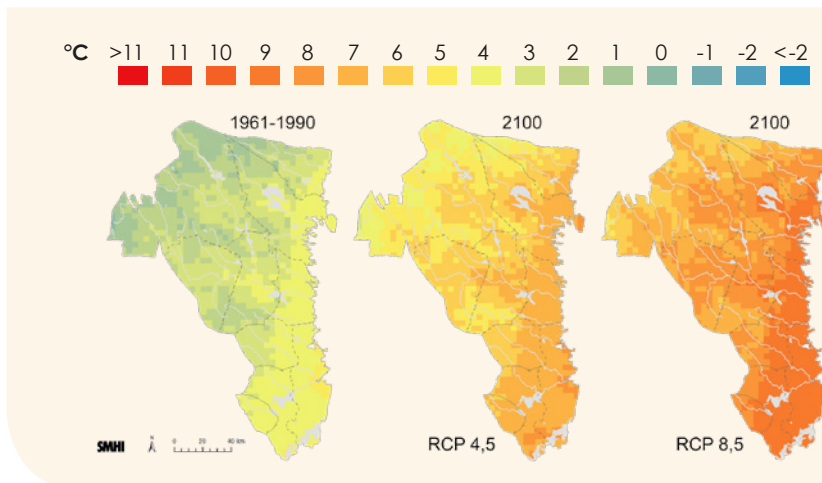


Temperatur

Enligt alla tillgängliga scenarier kommer Gävleborgs framtida klimat att bli varmare och fuktigare än nu. Beroende på RCP-scenario ser man en årsmedeltemperaturökning på 2 till 6 grader. Ökningen för Gävleborgs län kommer att vara större än den globala medeltemperaturökningen. Det är viktigt att komma ihåg att ett årsmedelvärde är ett medelvärde, och det kan vara stora skillnader under året. För referensperioden 1961-1990 ligger årsmedelvärdet i vårt län på 3-6 grader men du vet själv att temperaturerna ett normalt år varierar åtminstone mellan -25 och +25 i vårt län. Extremvärdena sträcker sig mellan ca -40 och +35. Även under ett och samma dygn kan vi se variationer på

runt 20 grader. En förändring av ett årsmedelvärde kan därför vara svårt att föreställa sig.

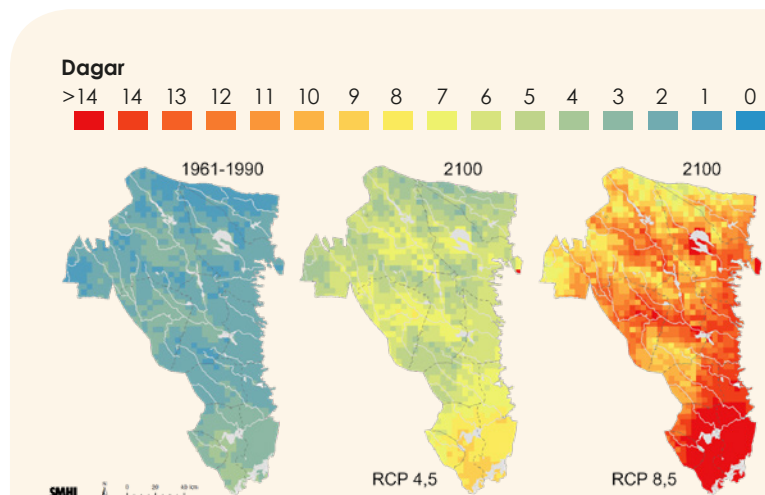
Ett sätt att föreställa sig en temperaturökning kan var att titta på just förändringen av extrema situationer. Antalet mycket varma dagar kommer enligt scenarierna att öka kraftigt mot slutet av seklet. På motsvarande sätt kommer antalet riktigt kalla dagar minska avsevärt. Säsongsvariationerna i temperatur förändras också och skillnaderna mellan årstiderna minskar. Vintertemperaturen tros öka mer än sommartemperaturen, åtminstone för de högre RCP-scenarierna.



Figur 3: Medeltemperatur
Årsmedeltemperatur under referensperioden (1961-1990) och vid slutet av detta sekel för två olika klimatscenarier

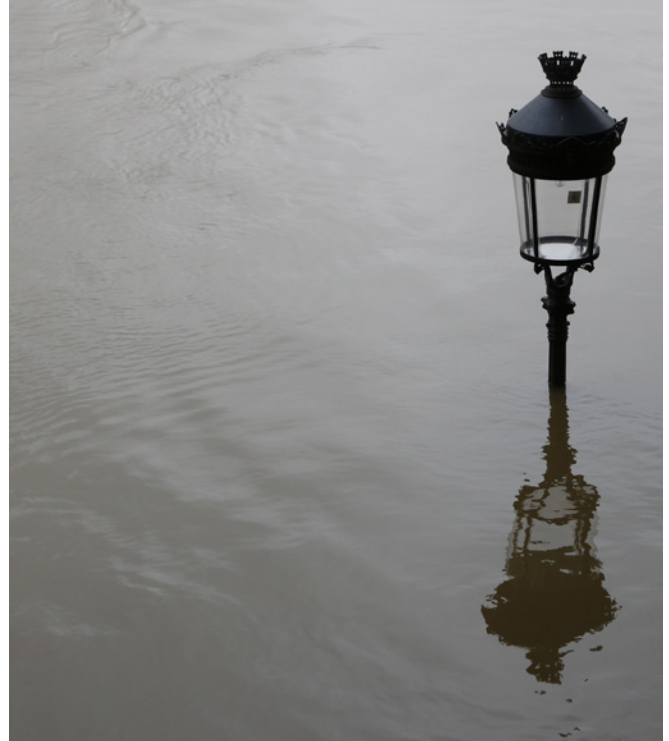
Värmeböljor

Antalet riktigt varma dagar kommer alltså att öka enligt alla klimatscenarier. Med det följer också att risken för värmeböljor ökar. En värmebölja är en längre period av riktigt varma dagar, när även natteremperaturen håller sig hög. För båda scenarierna ökar dessa index i vårt län, från att vara väldigt låga (någon eller några dagar i sträck), till att bli långvariga. Det som dessutom inte syns i SMHI:s analys (som ju bara visar varaktigheten av årets längsta period) är att antalet kortare värmeböljor också antas öka.



Figur 4: Värmeböljor

Längden av värmeböljor i framtiden, enligt scenarierna. Värmebölja definieras här som årets längsta sammanhängande period med dygnsmedeltemperatur över 20 grader.

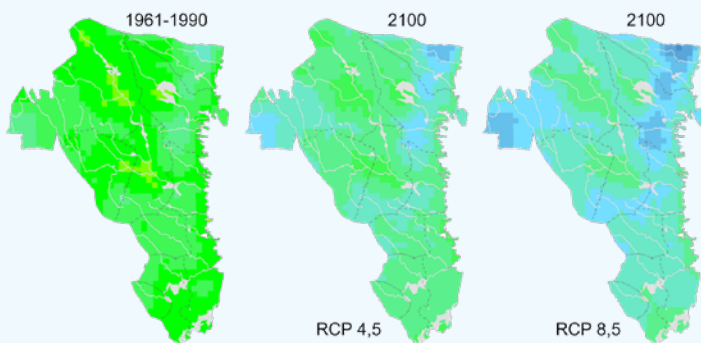
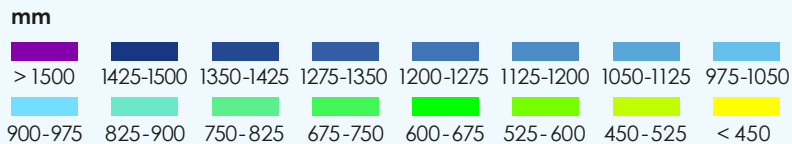


Nederbörd

Årsmedelnederbörden, det vill säga medelvärdet av den totala nederbörden under ett år, ökar i länet i takt med kraftigare klimatförändringar enligt alla scenarier. Eftersom vatten är nödvändigt för allt liv på jorden påverkas såklart även vårt län av förändringar i nederbörd. Beroende på scenario ökar årsmedelnederbörden med mellan 20 och 40 procent. Liksom för temperatur förväntas skillnaderna i nederbörd vara olika beroende på säsong, relativt sett kommer nederbörden att öka mest på vintern och våren. Dessutom kommer en allt större del av vinternederbörden komma som regn, istället för snö. Förändringarna kan ske på många olika sätt och med överraskande resultat. Trots ökad årsmedelbörd kan också perioder med torka öka, genom att klimatet förändras så att det faller mer regn totalt men vid färre tillfällen.

Intensiv nederbörd – översvämningar

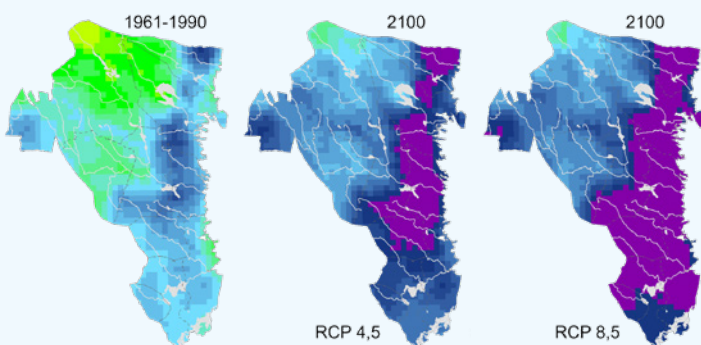
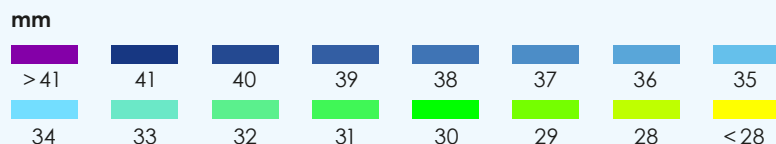
Intensiv nederbörd, alltså skyfall, kommer att bli vanligare. Det beror på att varm luft kan innehålla mer vatten än kall. Det kommer helt enkelt oftare finnas mer vatten i luften som kan bilda regn. I takt med att våra städer växer och fler och större ytor täcks av hårda material, som asfalt, betong och sten, får regnvattnet också allt mindre ytor där det kan siffras mer i marken. När det regnar kraftigt tvingas vattnet att rinna längs gator och det kan bildas floder av regnvatten i städer. Dessa översvämningar på grund av plötsliga skyfall orsakar olika typer av problem, skador på byggnader och fordon, spridning av föroreningar, förstörd skörd och ras och skred.



Figur 5: Årsmedelnederbörd

Årsmedelnederbörd under referensperioden (1961-1990) och vid slutet av detta sekel för två olika klimatscenarier

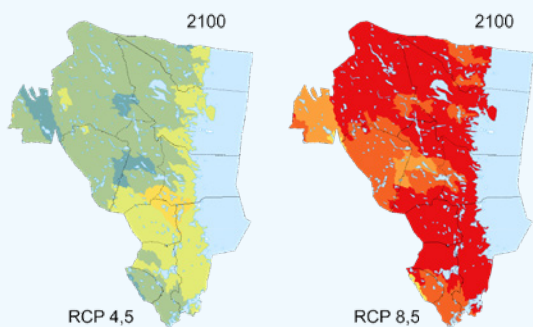
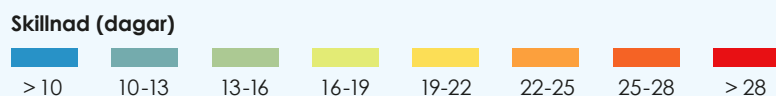
SMHI Å 0 100 200 km



Figur 6: Intensiv nederbörd

Beräknad genomsnittlig maximal nederbörd under ett dygn

SMHI Å 0 100 200 km



Figur 7: Torka

Antal fler dagar med marktorka år 2100, enligt RCP4,5 och RCP 8,5.

SMHI Å 0 100 200 km

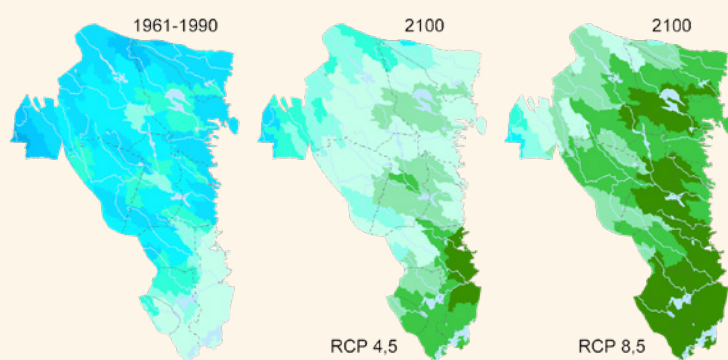


Torka

Samtidigt som årsmedelnederbörden förväntas öka så ser det ut som att sannolikheten för torka också ökar. Det beror på att ökande temperaturer gör att nederbörd under vintern oftare kommer som regn, istället för snö. Det innebär, i sin tur, att marken tidigare blir torr på våren och växterna börjar suga upp vattnet tidigare. Högre temperaturer gör också att växter växer snabbare och behöver mer vatten. Detta leder till att avdunstningen ökar, både från växter och från marken, och avdunstningen kommer att ske under en längre tid än tidigare. Det innebär att på sommaren kommer det regn som faller i allt högre grad dunsta bort eller tas upp av växtligheten och det kommer att fortsätta längre in på hösten än idag. Det gör att den period under året som mark- och grundvatten bildas blir kortare. Risken för torka ökar alltså de år som det kommer att falla lite nederbörd under höst och vinter.

Snö

Den kanske mest påfallande skillnaden mellan ett nutida och framtida klimat är att det blir mindre snö om vintern. Det kommer att vara mindre djupa snötäcken och snön kommer dessutom att ligga kvar en kortare tid. Ett varmare klimat gör även att Bottenhavet fryser mer sällan och isen där kommer också att ligga kortare tid. Detta kan ge lite olika effekter. I genomsnitt innebär det att vintertemperaturen vid kusten kommer att stiga mycket, eftersom det öppna vattnet värmer upp luften. Lite motsägelsefullt kan dock risken för kraftiga snöfall också öka, åtminstone i en närmare framtid, eller under mer måttliga klimatförändringsscenarioer. Om havet är öppet och varmt samtidigt som det är minusgrader i luften kan mycket vatten från havet avdunsta och orsaka kraftiga snöfall nära kusten. Kanske du har hört om snöfallet i Gävle 1998, när över en meter föll på ett dygn och där kraftiga vindar också gjorde att flera meter höga drivor bildades? Många snöade inne och det tog flera dagar att rensa gator och hus från all snö. Liknande häftiga snöfall kan komma att väntas i framtiden.



Figur 8: Snö

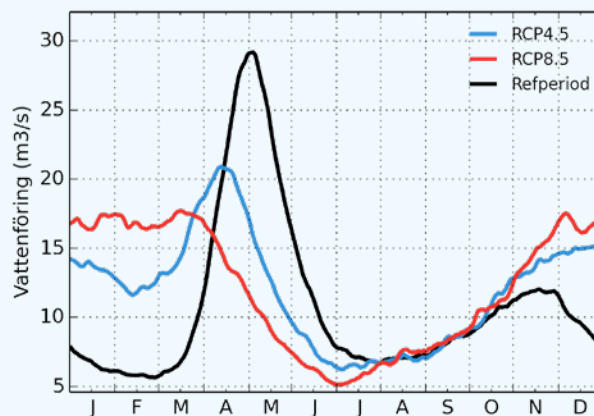
Antal dagar med ett snötäcke som innehåller mer än 20 mm vatten i smält form. Detta mått kan representera så pass mycket snö att det går att åka skidor eller skoter.

Antal dagar



Vattendrag

I dagens klimat varierar vattendragens flöde mycket utifrån snö. En stor del av nederbörden lagras under vintern och våren i snötäcket och när det smälter blir det ofta en kraftig vårflood. Sedan sjunker flödena under sommaren för att ibland öka under hösten genom mer regn. Under vintern sjunker flödena igen, när nederbörden i första hand faller som snö. I ett framtida klimat kommer detta sannolikt att förändras, åtminstone i de mindre och halvstora åarna och floderna. Det minskade snötäcket och en längre torrsäsong gör att vårflooden minskar och perioderna med låga flöden under sommaren pågår under längre tid. Sedan kommer en längre period under vintern med relativt höga flöden då nederbörden kommer som regn istället för snö, samtidigt som det är lägre avdunstning och upptag av växter.



Figur 9: Vattenföring

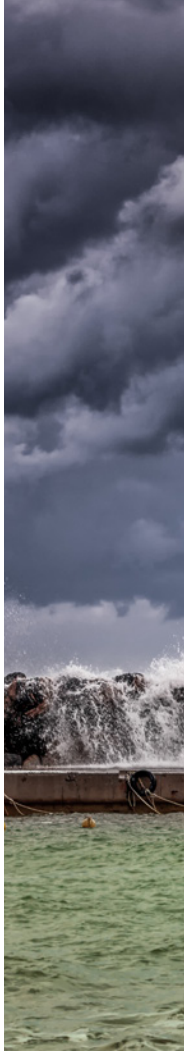
Vattenföring över året för Testeboån idag (svart) och år 2100 (röd och blå). I bilden syns tydligt hur snöfallen under vintern orsakar låga flöden och hur snösmältningen dominerar de perioderna på våren med höga flöden. I de olika klimatscenerierna är vårflooden mycket mindre tydlig och höga flöden pågår även under höst och vinter.

Havsnivåer

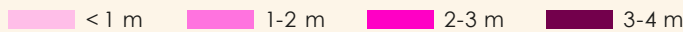
I takt med att den globala medeltemperaturen ökar, stiger den globala havsnivån. Havet stiger främst av två olika orsaker. Dels expanderar vatten när det blir varmare, dels smälter glaciärer och inlandsisar. Under 1900-talet och fram till nu har havsnivån stigit med ca 20 cm, främst på grund av att vattnet har expanderat. I framtiden antas däremot att avsmältning av is som finns på land (inlandsglaciärer, Grönland och Antarktis) kommer att vara det som i första hand bidrar till havsnivåökningen, på grund av att den ökar mängden vatten i världshaven och på så sätt höjer den globala havsnivån. Den volym vatten som finns lagrad i alla världens glaciärer motsvarar ca 80 meters havsnivåhöjning. En sådan total avsmältning är inte sannolik ens i de mest extrema scenarierna. Hur mycket och hur snabbt havsnivån höjs i framtiden är däremot väldigt svårt att uppskatta. Avsmältning av glaciärer, speciellt sådana

som smälter i havet (kalvar) karaktäriseras av plötsliga förändringar som är mycket svåra att få in i klimatmodellerna. Uppskattningar av framtida havsnivåhöjningar för de mer extrema utsläppscenarierna varierar mellan 0,5-2 meter fram till 2100. Eftersom is och glaciärer smälter långsamt antas också vattennivån att fortsätta stiga långt efter år 2100, även om utsläppen minskas drastiskt och växthusgaskoncentrationerna stabiliseras.

I Gävleborgs län är vi skyddade en bit in i framtiden av landhöjningen som pågått sedan istiden. Den kommer att motverka den globala havsnivåhöjningen i åtminstone några årtionden framåt, kanske längre beroende på framtida utsläpp och hur snabb avsmältningen blir. På längre sikt (200-500 år) är det nog ändå högst troligt att även våra delar av landet kommer att drabbas av stigande hav.

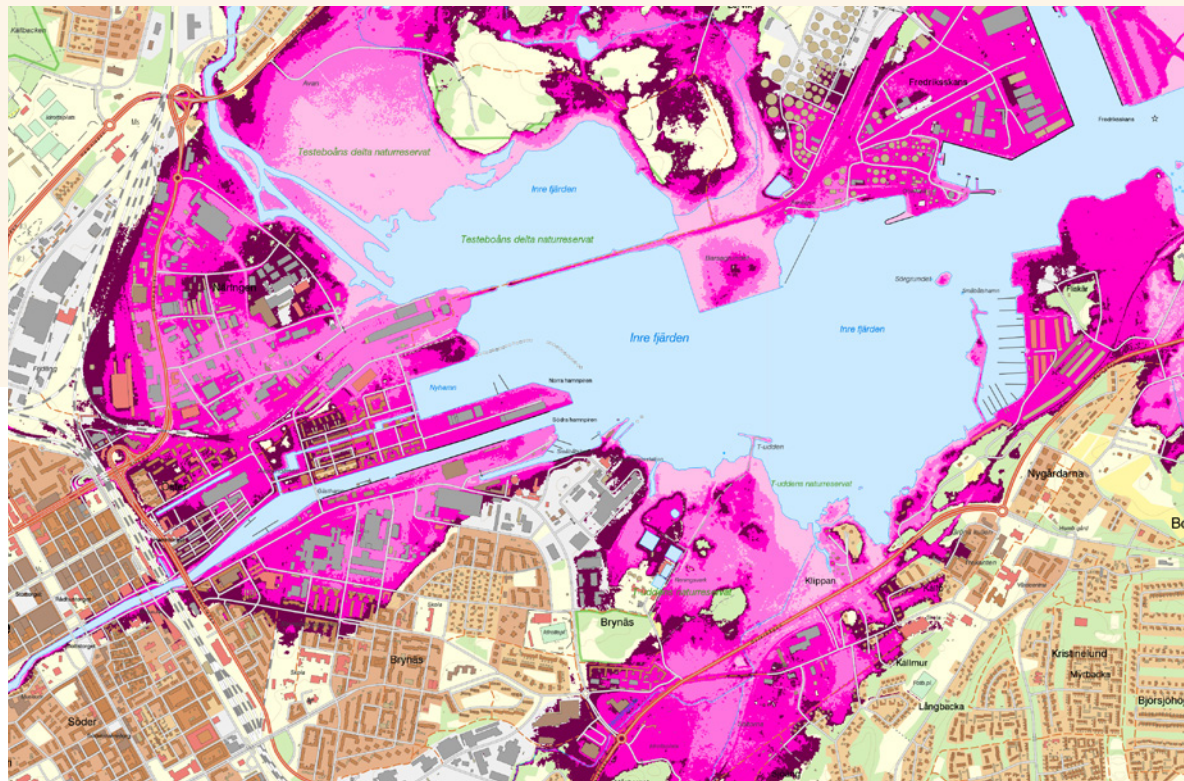


Meter över havet



Figur 10. Havsnivåer

Områden i Gävle stad som översvämmas vid 1, 2, 3 och 4 meters högre havsnivå än idag.





Gävle ett nytt Amsterdam om 300 år?

Idag finns det städer, till exempel Amsterdam, som har kämpat mot havet i århundraden. I framtiden kan Gävle och andra kustnära städer i länet behöva kolla till historien och bygga infrastruktur och samhällen anpassat till den stigande havsnivån, likt Amsterdam.



Hur påverkas vi av klimatförändringar?





Människors hälsa

Klimatförändringarna påverkar också hur vi mår. Den kanske tydligaste direkta effekten är att många kan få det jobbigt när värmeböljorna blir kraftigare och längre. Hög temperatur under lång tid, utan tillgång till svalka leder till stress och i värsta fall dödsfall. Friska, vuxna människor klarar sig ofta genom värmeböljor men barn, äldre och sjuka kan få problem. Ofta kan de inte på egen hand söka skydd på svalare platser, och deras hälsotillstånd gör att de är känsligare för värme. I extrema fall kan kraftiga och långvariga värmeböljor leda till att många människor avlider om samhället och sjukvården inte har beredskap och kunskap om hur man ska agera. 2003 drabbades Västeuropa (främst Frankrike, Belgien och Nederländerna) av en kraftig och långvarig värmebölja. Det beräknas att 35.000 – 70.000 personer avled i förtid i samband med den.

Ett förändrat klimat ändrar också förutsättningarna för olika typer av insekter som kan bära smitta som sprids till människor (detta kallas zoonos) att etablera sig och trivas i Sverige. Fästingar, som kan bära flera sjukdomar som borrelia och TBE, håller på att sprida sig i hela landet, delvis på grund av ett redan förändrat klimat. I ett längre perspektiv



ökar risken även för andra insektsspridda sjukdomar, som denguefeber, malaria, West Nile feber och zika. Detta händer både på grund av att förutsättningarna för fler arter av insekter ökar i och med klimatförändringarna, men också på grund av vår alltmer sammanlänkade värld, där handel och resor inte bara transporterar varor och människor, utan även djur och insekter.

I senare avsnitt kommer du att läsa om hur klimatförändringar påverkar tekniska försörjningssystem och jordbruk, exempelvis vatten och avlopp samt livsmedelsproduktion. Påverkan på dessa system kan också orsaka hälsoproblem. Parasiter får exempelvis bättre förutsättningar att utvecklas i mark och vatten och kan smitta människor och djur genom dricksvatten. Mat kommer att behöva kylas

mer för att inte bli dålig, på grund av högre temperaturer. Högre

temperaturer kan också leda till problem i sjukvården om den inte anpassas. Det har redan förekommit på länets sjukhus att operationer har fått ställas in på grund av att lokalerna inte kunnat hållas sterila, eftersom inomhusluften varit för varm och fuktig.

Bebyggelse och byggnader

Som vi tidigare diskuterat kommer klimatförändringarna att ställa andra krav på hur vi bygger våra hus och hur vi planerar våra städer och samhällen. De hus som byggs måste klara ett större behov av kylning och kraftigare regn. Det är både för att skapa en behaglig inomhusmiljö och för att undvika skador, som rötangrepp och mögel.

Förändringar i nederbörd och markvattenförhållanden gör att förutsättningarna för ras och skred förändras. Ras och skred är när jord kommer i rörelse och detta kan orsaka stora olyckor. I Sverige har vi haft händelser när många hus begravs i lera och stora vägar förflyttats hundratals meter. När vi grundlägger hus och annan infrastruktur behöver detta tas med i beräkningen. Områden där det redan finns problem med skred kan få det värre, men klimatförändringarna kan också göra att områden där vi tidigare inte haft sådana problem kan drabbas. Förändrade flöden i vattendrag kan också orsaka erosion, när jordpartiklar spolas bort. Även detta kan leda till både ras och skred.

Tätorter behöver också planeras annorlunda. Ett problem som redan uppmärksammats mycket är att det kommer att bli vanligare med skyfall och att de kommer att bli kraftigare. Vatten som rinner i stuprör och på marken i bebyggd miljö vid regn kallas dagvatten. De system av brunnar och rör som finns i städer och andra orter för att leda bort dagvattnet är ofta konstruerade för att hantera vanliga regnmängder. Det skulle bli både dyrt och utrymmeskrävande att bygga ut dessa system så att de kan transportera regn från skyfall. När skyfall inträffar kommer dagvattnet därför att rinna över vägar och andra ytor mot lägre punkter i omgivningen. Det blir översvämningar

i låga punkter, där vattnet inte kan rinna undan, till exempel källare och tunnlar. Vid stora skyfall kan detta orsaka omfattande skador. För att undvika omfattande skador på hus och vägar behöver vatten ledas bort och vi behöver planera så att det kan ta vägen någonstans. Det finns många aktuella exempel på både ovanligt kraftiga skyfall och översvämningar i bebyggelse som en följd. 2011 slog mycket kraftiga skyfall ut stora delar av centrala Köpenhamn, 2014 var det Malmös tur och 2017 drabbades Houston i Texas, liksom stora delar av Bengalen, nordvästra Indien och Bangladesh av kraftiga översvämningar efter häftig nederbörd. I vårt län har vi t.ex. området i Vågbro, norr om Söderhamn, som två gånger inom loppet av fyra år (2013 och 2017) drabbats av översvämningar.

Ett annat problem är att klimatförändringarna gör att havsnivån stiger. Det innebär att byggnader och infrastruktur nära havet kommer att löpa större risk att översvämmas i framtiden. I vårt län motverkas detta delvis av att vi fortfarande har en landhöjning sedan senaste istiden. Men på längre sikt kommer havsnivåhöjningen ändå att ta överhanden. Hur mycket det blir beror på hur snart vi kan hejda växthusgasutsläppen. I södra Sverige, speciellt i Skåne, har man redan idag problem med kraftig erosion längs många stränder, och hus nära stranden måste överges.

Klimatförändringarna kan orsaka skred i tidigare odrabbade områden





Kan översvämningsbarriärer bli en vanlig syn vid kusten?

Troligtvis inte det närmaste århundradet, då Gävleborgs län fortfarande har en pågående landhöjning sedan den senaste istiden.



Natur- och kulturmiljö

Klimatförändringarna antas påverka naturen och ekosystemen i hög grad, men vår kunskap om detta är relativt låg. Förutom de svårigheter som tidigare nämnts med att förstå hur klimatet kommer att utvecklas, finns här stora kunskapsluckor om hur djur och växter anpassar sig till ett förändrat klimat. Det vi vet är att en del arter är generalister och kan leva under mycket olika förhållanden, medan andra är specialister och troligtvis är mycket känsliga för förändringar i sin omgivning. Högre temperaturer och förändrad nederbörd kommer att missgynna vissa växter och djur och gynna andra. Sannolikt kommer många nya arter söderifrån att etablera sig i vårt län, exempelvis ädellövträd (alm, lind, bok, ek), vildsvin. Samtidigt kommer mer norrländska arter (gran, flera olika fågelarter och blommor) att få svårt att konkurrera. Det finns också en oro att klimatförändringarna

Det finns en oro att klimatförändringarna pågår så snabbt att djur och växter inte hinner förflytta sig och sina boplatser fort nog.

pågår så snabbt att djur och växter inte hinner förflytta sig och sina boplatser fort nog.

Vattenmiljön kommer att påverkas på flera olika sätt, som vi delvis sett i ovanstående avsnitt. Flödesregimen över året ändras, perioder av mycket låga flöden blir längre, och kanske torkar en del mindre åar ut på sommaren. Samtidigt ökar flödena på hösten och vintern, som vi sett ovan. Vattnet blir också varmare.



Klimatförändringarna kan komma att påverka kulturmiljöer som sjöbodarna i Hudiksvall i framtiden, om det är stigande havsnivåer eller landhöjningen som till slut tar överhand återstår att se.



Hur dessa förändringar påverkar vattendragen och de levande organismerna i dem vet vi ganska lite om idag. Hinner djur, fiskar och växter anpassa sig?

Med kulturmiljö menas byggnader, naturmiljöer och omgivningar som bevarats från förr. Det kan handla om gamla hus, bondgårdar, industrimiljöer, parker, fåbodrar, fiskelägen och så vidare. Gemensamt är att de bevarat många av sina ursprungliga och historiska kännetecken, som samhället anser värda att bevara. De är helt enkelt en del av vårt gemensamma kulturarv.

Stigande havsnivåer kan orsaka omfattande skador och problem på kulturmiljöer längs länets kuster. Det kan handla om fiskelägen och byar som svämmas över, men också

jordbruksmark längs kusten som blir oanvändbar. Eftersom landhöjningen är så snabb i länet är många miljöer präglade av den. Dessa förutsättningar förändras av att havsnivån höjs och strandängar och livsmiljöer försvinner.

Ett varmare och fuktigare klimat förväntas öka antalet angrepp på träkonstruktioner från skadedjur, och även öka risken för mögel och svampangrepp. Torka och högre temperaturer ökar också risken för mark- och skogsbrand, som i sin tur kan sprida sig till byggnader och skada kulturlandskap. Det förändrade klimatet i sig innebär också förändringar i förutsättningarna för själva kulturlandskapet i och med förändrade odlingsbehov. Hur kan vi bevara ett odlingslandskap med växter som är anpassade för ett visst klimat, när förutsättningarna ändras?



Kommunikationer och infrastruktur

Kommunikationer innefattar alla slags konstruerade anordningar som underlättar för oss att kommunicera i ord eller text och transportera oss själva, eller varor. Alltså innefattas vägar, järnvägar, hamnar och farleder, men även internet, TV och telefoni för att nämna några områden.

Alla dessa sektorer påverkas av det förändrade klimatet, främst genom väderrelaterade händelser. I de flesta fall är det vatten som ställer till det mest. Det kan handla om infrastruktur som ligger nära vattendrag, men extrema regntillfällen kan orsaka problem även där vatten normalt sett inte finns. Ofta utgör vägar och järnvägar en barriär för vatten och i normala fall leds regnvatten förbi eller genom dessa via mindre trummor och kanaler. Men i många fall är dessa inte anpassade för stora vattenflöden vilket leder till att vägar och järnvägar svämvas över. Översvämningarna orsakar då också erosion när jordpartiklar och grus spolats bort med vattnet. I mer extrema fall gör detta att hela partier av väg- och järnvägsbankar kan spolats bort. Även erosion i flod- och dikeskanter kan i förlängningen orsaka ras och skred i exempelvis slänter.

En annan effekt av ett förändrat klimat i Sveriges nordliga län, inklusive Gävleborg, är att antalet dagar då temperaturen passerar noll grader (nollgenomgång) förväntas öka. Det innebär fler tillfällen när vatten smälter och fryser. När vatten fryser expanderar det och om det runnit in i sprickor och hål kan det spränga material som sten eller betong. Även vatten som finns i jord, framförallt där det finns mycket lera, kan orsaka sådana skador. Vattnet i leran

gör att den också sväller när den fryser. Många gamla vägar är dåligt dränerade och vatten stannar då kvar i vägen. När vägen sedan sväller och krymper på grund av temperaturväxlingar ökar risken för sprickor och andra skador i asfalten. Dessa typer av skador förväntas också öka med ett större antal nollgenomgångar.

Kraftig värme kan leda till andra typer av problem, som ”blödande” asfalt (när bindemedlet i asfalten flyter upp till ytan och gör den hal), expansion av metall och överbelastning i elektroniska moduler som växlar, ställverk och transformatorstationer. Ofta är teknisk utrustning anpassad för vissa temperaturintervall, och klimatförändringarna kan göra att vi får problem med detta om vi inte anpassar infrastrukturen.

På sikt kan också höjda havsnivåer, om de blir stora, orsaka många olika problem för infrastrukturen. Vägar och järnvägar kan översvämmas oftare, eller eroderas bort. Hamnar kan bli oanvändbara om havsnivåerna stiger mycket.

Allt som allt riskerar alla dessa förändringar att bidra till ökade skador, och det kommer att leda till behov av att byta ut infrastruktur. I förlängningen innebär detta ökade kostnader, både för företag och den offentliga sektorn.

**Höjda havsnivåer kan
orsaka stora problem
för infrastrukturen**

Tekniska försörjningssystem

Tekniska försörjningssystem innefattar elsystem, kraftstationer, värme- och kylanläggningar och vatten och avlopp. På liknande sätt som beskrivits för kommunikationer ovan påverkas dessa system av förändrade klimatförhållanden och väderextremer.

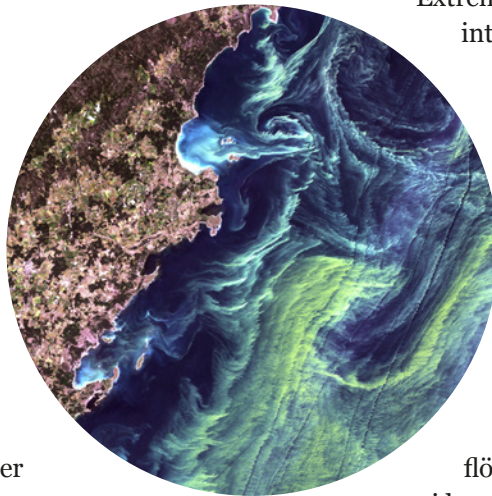
Dricksvattenproduktionen är hotad av både översvämningar och torka. Översvämningar kan göra att det vatten som används för att tillverka dricksvatten förorenas, genom att föroreningar eller avloppsvatten sprids till vattentäkter. Översvämningar kan också orsaka skred som gör att ledningar skadas. Längre perioder av torka kan i sin tur göra att vattnet inte räcker till. Torka får vi dessutom oftast under sen vår och sommar, när vi använder som mest vatten. Långvarig värme kan också påverka negativt. Dels leder högre vattentemperaturer till att alger och parasiter kan leva och utvecklas under längre tid i sjöar och floder vi tar vattnet ifrån, dels är det ett problem om vattnet är för varmt när det levereras till kunderna. Vi kanske kommer att behöva kyla vattnet i framtiden.

Mycket av dricksvattnet i vårt län tas från vatten i marken, så kallat grundvatten. Då används markens renande egenskaper som fungerar bäst i den så kallade omättade zonen. Det är den översta delen av marken, där det mellan jordpartiklarna finns både luft och vatten. Där kan olika typer av bakterier och kemiska reaktioner som renar regnvattnet äga rum. Längre ner i marken är hålrummen mellan jordpartiklarna helt fyllda (mättade) av vatten. Detta vatten kallas grundvatten och är ofta så

rent att det kan användas som dricksvatten. Långvariga regn och varmare vintrar, utan tjäle och snö, kan göra att grundvattennivåerna höjs under längre tider på året, vilket försämrar reningen i den omättade zonen. Samtidigt innebär en längre torrperiod och en förlängd växtsäsong att grundvattennivåerna riskerar att sjunka ännu mer under sommar och höst vilket kan leda till vattenbrist oftare.

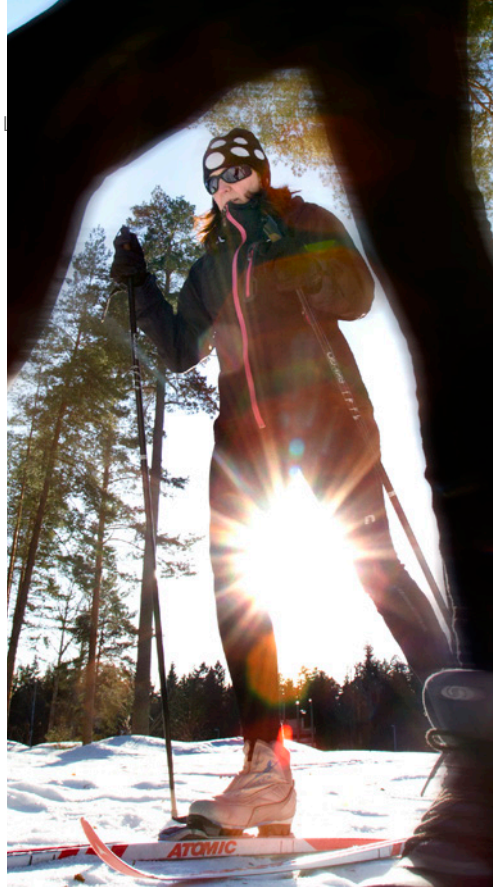
I avsnittet om effekter på kommunikationer och infrastruktur läste du om att teknisk utrustning ofta kan vara känslig för värme och att utrustningen måste anpassas för viss temperatur, eller kylas. Dessa typer av problem gäller också för tekniska försörjningssystem.

Extrema väderförhållanden som vi inte planerat för riskerar att slå ut anläggningar som samhället och vi är beroende av.



Elproduktionen påverkas när årsvariationen av flödena i våra vattendrag förändras. Nästan hälften av Sveriges el kommer från vattenkraft, och vattenkraften behöver anpassas för att klara nya flöden. Ett sätt att säkerställa att vi kan använda vattenkraften när vi behöver den är att magasinera vatten i stora magasin genom att bygga dammar. Där kan smältvatten från vintrar sparas och användas under sommaren och nästa vintersäsong, när flödena i floderna är låga. Vattnet får alltså inte strömma fritt i vattendragen utan flödet bestäms av hur mycket vi släpper ut ur dammarna. Detta kallas att reglera flödet. Klimatförändringarna innebär både att elbehoven förändras (mindre uppvärmning, mer kyla) och att tillrinningen till dammarna förändras. Detta innebär alltså att också regleringen behöver förändras.





Areella näringar och turism

Till areella näringar räknas lantbruk, skogsbruk, turism och andra verksamheter som är beroende av ekosystemen på olika sätt för att producera. I och med att klimatförändringarna på många olika sätt påverkar ekosystemen, påverkas också dessa näringar. Eftersom Gävleborgs län och Sverige ligger långt norrut med relativt kort växtsäsong, är detta ett område där klimatförändringarna kan tänkas ge en del positiva effekter. Men det finns också många orosmoln som behöver hanteras för att de positiva effekterna skall kunna tas tillvara.

Lantbruket förväntas få bättre förutsättningar att odla olika typer av grödor. Växtsäsongen kommer sannolikt att förlängas med flera veckor mot slutet av århundradet. Detta innebär att vi i Gävleborg kommer att kunna odla grödor som vi traditionellt inte kunnat, som majs och sojabönor. Det innebär också att våra vanliga spannmål, som vete, korn och havre, skulle kunna sås på hösten istället för på våren i allt högre grad. Även i skogen förväntas tillväxten öka när växtsäsongen förlängs.

Även om man för dessa sektorer faktiskt ser en del positiva effekter av klimatförändringar,

behövs en hel del anpassning komma till. För lantbruket handlar det om att hitta eller förädla fram nya sorter som trivs på våra nordliga breddgrader, för även om det blir varmare så kommer våra ljusförhållanden att vara desamma. Flera lantbruksgrödor är styrda av ljuset för blomning, men även andra växter behöver förädlas. Inom skogsbruket kommer man på sikt att behöva fundera över andra träslag, det som planteras idag skall ju växa i 70-90 år, under andra klimatologiska förhållanden. Dessutom är det inte bara värmen som spelar roll, vattnet är en minst lika viktig faktor. Kraftigare skyfall, torka och mindre snö påverkar också. Det kan handla om att vårarna blir tidigare men blöta, så att man inte kan köra på åkrarna, samt ett ökat behov av bevattning samtidigt som grundvattenbildningen minskar. I skogen har man länge utnyttjat snö och tjäle för att kunna köra tunga skogsmaskiner. Om detta minskar, eller till och med försvinner, kommer vi att behöva helt ändra arbetsmetoder i skogen för att undvika körsador. Detta är något som redan idag orsakar en hel del problem för många skogsägare. Till detta kommer också en ökande risk för skogsbrand, eftersom långa värmeperioder och torka förväntas öka.



Vintersport ett minne blott?

Gävleborgs län har länge ansetts varit ett vinterlän för turism. Med högre temperaturer är det en uppfattning som kan komma att förändras. Företag inom vinterturism får bredda sig och satsa mer på barmarksaktiviteter.

Ett varmare och delvis fuktigare klimat innebär också att förutsättningarna för olika typer av skadedjur förbättras. Fler sorter kan överleva och de som finns här idag klarar vintrarna bättre och kan föröka sig fler gånger per år. Det kan handla om alla typer av skadedjur: inälvsparasiter, växtskadegörare, blodsugande insekter osv.

För turismen kommer klimatförändringarna också att innebära stora förändringar. Vårt län har länge ansetts vara ett vinterlän, med en hel del satsningar på vinterturism. Med de kraftigt minskande snötäckena som vi redan ser idag och framför allt förväntar oss framöver, är vinterturismen en bransch med framtida utmaningar. I framtiden kan istället intresset öka för turism i Sverige och Gävleborg under sommarhalvåret. På lång sikt skulle man kunna tänka sig att Sydeuropa blir för varmt att semestra i på sommartid, och Norden skulle då kunna bli en tänkbar sommardestination, dit turister från Medelhavet kan resa till för att undvika hettan därhemma. Det kräver dock omfattande förändringar och anpassningar av vår turistindustri med ett stort mått av osäkerheter.

Klimatförändringarna innebär stora förändringar för turismen. Gävleborgs vinterturism står inför stora utmaningar.

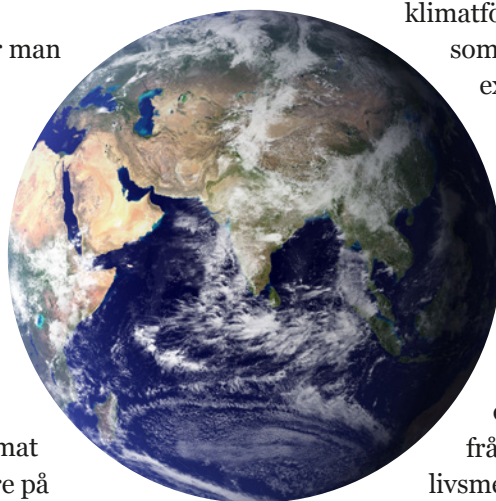


Effekter i omvärlden – vi är en del av ett globalt system

I många andra delar av världen förväntas klimatförändringarna orsaka mycket allvarliga konsekvenser. Det finns områden som till och med kommer att vara svåra att leva i. I Mellanöstern och områdena kring persiska viken finns stark oro att kombinationen av extrema värmeböljor och hög luftfuktighet kommer att göra platserna obebodliga inom en inte alltför lång framtid. Åtskilliga önationer i Indiska oceanen och Polynesien ser sina hem försvinna i takt med stigande havsnivåer.

På flera håll i världen kämpar man redan idag mot extrem torka, exempelvis i Kalifornien och Mellanöstern. Grundvattnivåerna i nästan alla stora magasin i världen har sjunkit dramatiskt på grund av att man pumpar upp mer vatten än vad som sipprar ner. Kombinerat med framtida torka gör detta att möjligheterna att producera mat kommer att bli mycket svårare på många platser i vår omvärld.

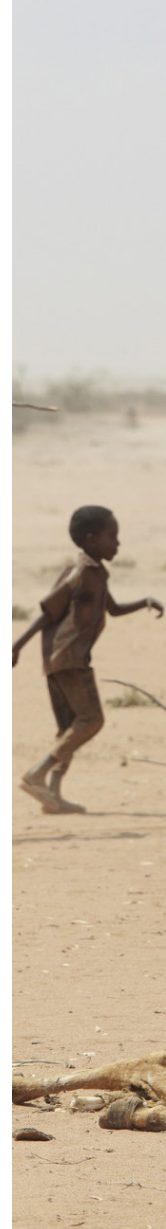
Flera av de globala problemen med vattenbrist och missväxt är inte orsakade av klimatförändringar, utan främst av att de gemensamma resurserna hanteras på ett ohållbart sätt. Klimatförändringarna förvärrar dock situationen och gör det svårare att återgå till mer vanliga förhållanden. Oron är stor för att



många människor kommer att behöva lämna sina hemtrakter om klimatförändringarna blir stora och anpassningsarbetet inte är tillräckligt. Du kanske redan idag har hört talas om klimattflyktingar?

Även andra effekter av klimatförändringar i resten av världen kan komma att påverka oss. Försäkringsskador i samband med naturkatastrofer har ökat kraftigt de senaste åren, och branschen kopplar detta delvis till pågående klimatförändringar. För Sverige, som idag är både import- och exportberoende för såväl ekonomi som försörjning, innebär detta en ökad risk i framtiden. I den globala, sammanvävda ekonomi som vi är en del av är det sannolikt att vi också skulle drabbas tillsammans med omvärlden. Det gäller i synnerhet frågor som rör global ekonomi, livsmedelsförsörjning, social oro och migration.

Med rätt anpassningsåtgärder är dessa dystra utsikter ändå något som Sverige ska kunna hantera. Det som gör oss utsatta är också det som kan vara en styrka i anpassningsarbetet. Våra täta band med omvärlden gör att vi kan delta i gemensamma anpassningsinsatser med andra länder och företag över hela världen.





<p>1 INGEN FATTIGDOM</p>	<p>2 INGEN HUNGER</p>	<p>3 GOD HÄLSA OCH VÄLBEFINNANDE</p>
<p>4 GOD UTBILDNING FÖR ALLA</p>	<p>5 JÄMSTÄLLDHET</p>	<p>6 RENT VATTEN OCH SANITET FÖR ALLA</p>
<p>7 HÅLLBAR ENERGI FÖR ALLA</p>	<p>8 ANSTÄNDIGA ARBETSVILLKOR OCH EKONOMISK TILLVÄXT</p>	<p>9 HÅLLBAR INDUSTRI, INNOVATIONER OCH INFRASTRUKTUR</p>
<p>10 MINSKAD OJÄMLIKHET</p>	<p>11 HÅLLBARA STÄDER OCH SAMHÄLLEN</p>	<p>12 HÅLLBAR KONSUMTION OCH PRODUKTION</p>
<p>13 BEKÄMPA KLIMATFÖRÄNDRINGARNA</p>	<p>14 HAV OCH MARINA RESURSER</p>	<p>15 EKOSYSTEM OCH BIOLOGISK MÅNGFALD</p>
<p>16 FREDLIGA OCH INKLUDERANDE SAMHÄLLEN</p>	<p>17 GENOMFÖRANDE OCH GLOBALT PARTNERSKAP</p>	<p>GLOBALA MÅLEN för hållbar utveckling</p>

Globala Målen

Den 25 september 2015 antog FN:s alla medlemsländer i generalförsamlingen den historiska resolutionen Agenda 2030 för hållbar utveckling. I och med resolutionen förbinder sig världens länder att uppnå fyra fantastiska saker. Att avskaffa extrem fattigdom, att minska ojämlikheter i världen, att lösa klimatkrisen och att främja fred och rättvisa.

Möjligheterna att nå flera av de globala målen kan komma att förändras av klimatförändringarna. Kan förutsättningarna att minska hungern i världen, eller ge rent vatten till alla förenklas eller försvåras av klimatförändringar?

VATTENGLASET

Kranvattnet i ditt dricksglas är ett resultat av en stor industriell process och vårt viktigaste livsmedel. Vatten som tas från täkter i marken (grundvattentäkt) eller sjöar och floder (ytvattentäkt), utgör så kallat råvatten, som renas i olika typer av processer för att bilda vårt rena dricksvatten. Dricksvattnet vi har idag i Sverige är ett resultat av både goda tillgångar av råvatten och olika typer av reningsprocesser. I Gävleborg (och Sverige) tillverkar vi dricksvatten av både grundvatten och ytvatten. Grundvatten håller ofta god kvalitet från början, markens renande egenskaper har redan genomfört en process för att göra vattnet dugligt som dricksvatten. Ytvatten behöver däremot renas, både mekaniskt och kemiskt, innan det kan användas som livsmedel. Vissa vattenverk använder så kallat konstgjort grundvatten. Då pumpas ytvatten till en grusavlagring eller rullstensås, där det långsamt får sippra ner i marken (infiltrera). Sedan får vattnet långsamt rinna genom åsen och pumpas ut en lång bit därifrån. Då har vattnet renats naturligt.

I framtiden kan ditt dricksvatten förändras i och med klimatförändringarna. Om du får vatten från en ytvattentäkt kommer det förändrade klimatet kanske innebära att det behöver renas mer. Varför? Ett varmare vatten är mer lämpligt för biologiskt liv, det växer mer

alger och bakterier i varmt vatten än i kallt. Vissa bakterier producerar också giftiga ämnen vid blomning. Allt detta måste renas innan råvattnet kan bli dricksvatten. Om ytvattnet tas från en flod eller inte tillräckligt djupt i en sjö är risken också stor att det sommartid kommer att vara för varmt för att vi ska uppfatta det som gott. Vattenbolagen kan alltså behöva kyla vattnet.

Om du får ditt dricksvatten från en grundvattentäkt kan det förändrade klimatet göra att det säsongsvist uppstår brist. Grundvattennivåerna antas sjunka mer under sommar och höst i ett framtida klimat, och vi kan oftare drabbas av vattenbrist. Kanske behöver vi i mycket större utsträckning förlita oss på konstgjort grundvatten. På samma sätt kan det hända vintertid att en ökad nederbörd som regn gör att grundvattennivåerna är för höga och risken ökar att vattnet inte renas tillräckligt. Det är i den zonen där luft och vatten blandas som den största delen av reningen pågår.

Allt som allt innebär detta att dricksvattnet utsätts för fler risker i ett förändrat klimat och vi kommer sannolikt att behöva säkra vattenproduktionen med mer tekniska hjälpmedel. Det kommer att leda till dyrare vatten.

DRICKSVATTENKONSUMTIONEN I SVERIGE

I Sverige förbrukar vi i genomsnitt 140 liter vatten per person och dygn.

- 60 liter för personlig hygien.
- 30 liter för toalettpolning.
- 15 liter för disk.
- 15 liter för tvätt.
- 10 liter för mat och dryck.
- 10 liter övrigt.

VISSTE DU ATT:

I Sverige har vi nästan 1 750 vattenverk som förser oss med rent dricksvatten. Tillsammans producerar de nästan 900 miljarder liter dricksvatten per år till drygt 8,5 miljoner människor.



VÄGEN TILL SKOLAN

Det omgivande samhället kan komma att se annorlunda ut i framtiden på grund av klimatförändringarna. Hur kommer det att påverka vad du ser på väg till skolan? I följande avsnitt beskrivs ett möjligt scenario.

Idag ser man havet. Ibland är översvämningsskyddet uppe och skymmer utsikten mot havet. Skyddet är en mur som går att höja och sänka, och som färdigställdes 2045. Tanken är att muren ska skydda för havsnivåer som är tre meter högre än medelhavsnivån år 2020.

Du korsar genom parken och tittar på dammen. För två veckor sedan gick det inte att gå här. Efter de kraftiga regnen var hela parken översvämmad, men det är också meningen. Växter och träd är nog utvalda för att klara översvämningar. Jordlagren är också anlagda så att de fungerar som ett filter som renar regnvattnet som runnit över gatorna och förorenats.

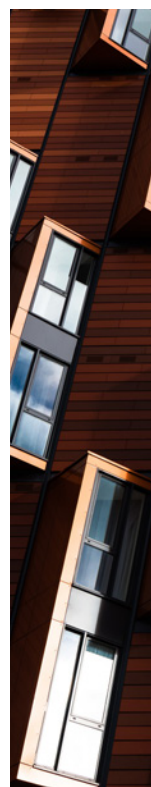
Överhuvudtaget är vägen grön. Under 2020- och 30-talen gjordes många gator

om i stan. Utrymmen för gång och cykel utökades kraftigt och väldigt många träd planterades. Detta gjordes för att minska trafiken, förbättra luften lokalt och för att ge kyla. Träden ger både skugga och kyler luften genom att de avdunstar vatten. De flesta gator är som små alléer och träden, som nu är ca 80 år gamla, har vuxit till sig ordentligt.

Trädgårdsmästarna var också förutseende och planterade många olika sorters träd och också sådana från mer sydliga breddgrader. De hade svårt att etablera sig men nu finns gator med äkta kastanj, plataner, ginkoträd och bok. Det var förutseende på många sätt, när den stora linddöden slog till på 2050-talet försvann många gamla alléer.

I Gävle t.ex. fick alla träd längs Gavleån och Rådhusplanen fällas.

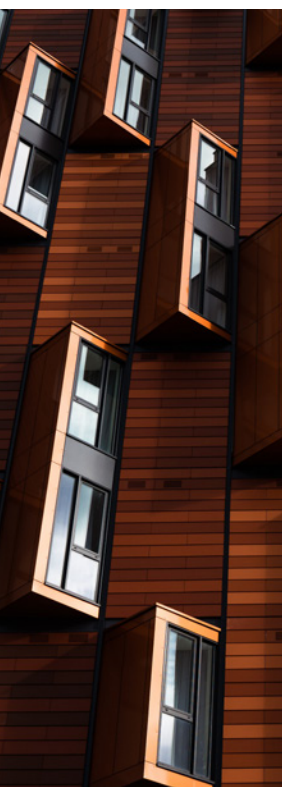
Det hela har lett till en väldigt trevlig miljö i staden med många fler människor ute på gatorna och serveringar och mötesplatser överallt. Du tänker på bilder du sett från sekelskiftet med bilar parkerade överallt och undrar hur de tänkte då.



HUSET



Huset du bor i kanske också kommer att påverkas av klimatförändringarna. Kanske bor du i ett område som oftare kommer att drabbas av översvämningar, eller kanske behöver ni skydda det mot stigande hav? De stora fönstren och den stora inglasade altanen mot söder kanske inte är lika bra när det är värmebölja och över 35 grader för tredje gången samma sommar? I källaren upptäcker ni mögel och gammelstugan drabbas av hussvamp.



Hur vi bygger är till stor del grundat på traditioner och metoder som fungerat väl i det klimat vi är vana vid. Jämför byggnadsstilar i Sverige med hur man bygger i till exempel Frankrike, Grekland eller Thailand. Ofta avspeglas klimatet i byggnadsstilen, våra hus är ju i första hand en klimatskärm som skall skapa ett behagligt inomhusklimat och skydda oss från utomhusklimatet. Klimatförändringarna kommer att påverka hur vi bygger våra hus och var vi planerar att bosätta oss i framtiden.

Minskat värmebehov, men ökat kylbehov, kommer att påverka hur vi utformar husen. Hur placerar vi fönster, tak och uteplatser? Troligtvis får vi anledning att titta på hur man traditionellt sett gör i sydligare länder, där fokus mer har legat på att hålla husen svala. Likaså kommer förändrad

nederbörd ställa andra krav på att vatten rinner undan bort från husen och att husen byggs på mark som släpper igenom vatten i högre grad. Mindre snö men mer regn gör vintrarna blötare och marken fuktigare. Kraftigare regn och skyfall på somrarna kan komma att orsaka omfattande skador om de inte tas om hand.

Sättet vi planerar städer på behöver också förändras. Redan idag pågår ett omfattande arbete att anpassa de system som tar hand om vatten vid regn. De senaste åren har mycket kraftiga skyfall orsakat stora problem och omfattande skador på vår bebyggda miljö. Detta är något som man tror kommer att bli allt vanligare i framtiden och regnvattnet måste ledas bort från bebyggelse. De brunnar och ledningar för detta dagvatten som vi traditionellt bygger är inte anpassade för kraftiga skyfall och istället behöver vi arbeta med våra gator och diken, och se till att de kan transportera stora mängder vatten.

Grönska är något som också inverkar positivt på stadsmiljön. Träd och gräs tar dels upp vatten men framför allt gör de närmiljön svalare. Detta både genom att ge skugga men även genom att "andas" vatten (transpirera). Vattenångan som frigörs via växternas blad kyls luften dagtid och värmer den under natten.





MATEN PÅ TALLRIKEN

Maten vi äter produceras idag i stora produktionskedjor och för en global marknad. Det har gjort våra samhällen i stort mindre känsliga för väderstörningar eftersom vi har möjlighet att importera mer mat om väderförhållanden orsakar minskad inhemsk produktion. Den tekniska och kemitekniska utvecklingen i allt större jordbruksmaskiner, handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel har också effektiviserat jordbruket med mångdubbelt större skördar idag jämfört med för 100 år sedan.

Att hantera risker genom att sprida produktionen globalt har fungerat väl för att hantera missväxt och lokalt minskade skördar. De områden som varje år drabbas av låga skördar har inte varit större än att man på de platserna kunnat köpa livsmedel från andra platser. Detta har till och med ansetts så effektivt att vi i Sverige idag exempelvis äter stora mängder importerad mat, även i normala fall. Det är helt enkelt inte lönsamt att odla flertalet grödor här.

Det finns oro att klimatförändringarna kommer att utsätta den globala produktionen av livsmedel för mycket stora utmaningar. Om klimatförändringarna leder till större kriser på många platser samtidigt, vad händer då? Kommer vi kunna producera livsmedel till hela jordens befolkning?

I och med att klimatet förändras över hela jordklotet kommer de grödor vi odlar idag inte att vara anpassade för odling i framtiden. Dessutom finns det områden där det kanske kommer att bli problem att odla överhuvudtaget. I delar av södra Europa och medelhavsområdet finns studier som pekar på mycket stora svårigheter med både torka och värme.

Hur ska man hantera dessa risker? En del av problemen kan hanteras med fortsatt teknikutveckling. Nya sorter förädlas fram, nya maskiner konstrueras. En annan viktig strategi för att anpassa produktionen är att förändra vad vi odlar och var. Hur kan maten se ut i framtiden?



Risodlingar ett vanligt inslag i södra Sverige i framtiden?

Det är en möjlighet när havet stigit och det har blivit en nödvändighet att ha naturvårdande våtmarksprojekt i kombination med odlingsmarker.

På en framtida frukosttallrik dominerar kanske svenska frukter men inte bara gamla vanliga äpplen, utan även persikor, jumboblåbär och till och med kiwi ibland. Däremot är det färre citrusfrukter på grund av långvarig torka i Medelhavsområdet. Mandlar har försvunnit ur müslin, eftersom vattensituationen i Kalifornien gjort det omöjligt att producera mandlar där. Generellt har råvarorna blivit alltmer lokala på grund av olika typer av problem i de områden som idag producerar stora delar av våra livsmedel. Det senaste är rispuffar från Kristianstad, där risodlingar kombineras med naturvårdande våtmarksprojekt, som blivit nödvändiga när havet stigit.

Till lunch blir det sojabiffar gjord på soja från en svensk bonde. Ett varmare klimat och effektiv växtförädling har gjort det lönsamt att odla soja i stora delar av södra Sverige. Generellt så har köttkonsumtionen minskat. Även om Sverige fortfarande är ett land där djurhållningen är enkel, så går mycket av köttet på export och priserna har stigit. Vattenbristen i stora delar av världen har gjort det näst intill omöjligt med storskalig köttproduktion. Till sojabiffarna serveras svensk couscous och grönsaker enligt säsong.

Till middag blir det tonfisk från Västerhavet. Det varmare vattnet och effektiv fiskepolitik har gjort att de etablerat sig på allvar längs västkusten och nu bedrivs där ett hållbart fiske.

Det svenska jordbruket har generellt upplevt ett uppsving, både på grund av omvärldens problem men också tack vare ett gynnsammare klimat för odling. Under en omställningsperiod tvingades Sverige att producera allt fler produkter lokalt, då den globala livsmedelsproduktionen var i obalans på grund av dålig anpassning till ett förändrat klimat. Detta skapade en större efterfrågan på lokala produkter som sedan funnits kvar och utvecklats.

Ordlista

Absorption	Upptagning eller uppsugning. Inom klimat betyder det energi som tas upp av atmosfären och värmer upp den.
Avrinning	Det vatten som ansamlas och rinner genom ett avgränsat område.
Dagvatten	Vatten som rinner av på ytan i bebyggda miljöer, exempelvis längs gator och diken.
Demografi	Vetenskapen om en befolknings fördelning, storlek och sammansättning och hur dessa förändras över tid.
Ekosystem	Allt levande som finns inom ett avgränsat område.
Energiintensitet	Ett mått på hur energianvändning och ekonomisk aktivitet hänger samman. Ju mer energi som ett land använder för att driva sin ekonomi, desto högre är energiintensiteten i det landet.
Erosion	Nednötning och transport av berg-och jordpartiklar.
Flöde	Ett mått som beskriver en mängd som passerar en yta under en viss tid. För vatten är det exempelvis liter per sekund i en å.
Flödesregim	Hur ett flöde varierar i storlek under en viss tidsperiod, vanligtvis ett år.
Glaciologi	Läran om glaciärer, inlandsisar och havsisar.
Grundvatten	Det vatten i marken, under den nivå där alla porer är fyllda med vatten, dvs mättade.
Infrastruktur	Anläggningar och bygnadsverks som säkerställer funktioner i samhället. Exempelvis vägar, järnvägar, kraftledningar, hamnar med mera.
IPCC	International Panel on Climate Change. En organisation mellan stater som grundades för att ge dessa god information om den vetenskapliga kunskap som finns om klimatet och hur människans aktiviteter påverkar det.
Klimat	De genomsnittliga förhållandena för temperatur, nederbörd och vind i ett område.
Klimatindex	En egenskap som beskriver klimat. Exempelvis medeltemperatur och medelnederbörd men också mer specifika index som maximal temperatur under ett dygn eller antal dagar temperaturen passerar noll under ett år (nollgenomgångar).
Landhöjning	Markens höjning i förhållande till havsnivån. I Skandinavien höjs marknivån på grund av att inlandsisen under den senaste istiden genom sin stora tyngd pressade ner jordskorpan.
Naturkatastrof	En omfattande olycka med stora skador som orsakats av naturliga händelser. Till exempel skogsbrand, orkan, vulkanutbrott, skred, översvämning, etc.

Nollgenomgång	När temperaturen passerar noll grader (går från plus till minus eller från minus till plus) under ett dygn.
Osäkerhet	Ett möjligt utrymme för fel i bedömningar. Vår kunskap och data, liksom våra beräkningsmodeller, innehåller luckor och brister. Detta gör att när underlag skapas är de inte perfekta, vi kan inte förvänta oss att verkligheten blir precis som vi tänkt oss.
Prognos	En förutsägelse av ett framtida händelseförlopp.
Ras	Förflyttning av grus, stenar och klippblock nedför slänter.
RCP	Representative Concentration Pathways. Scenarier för olika framtida utsläpp av växthusgaser.
Reflektion	Återspeglning; en del av de solstrålar som når jorden reflekteras tillbaka ut i rymden.
Scenario	En påhittad händelseutveckling i framtiden, avsedd att beskriva ett tänkbart förlopp. Till skillnad från en prognos försöker ett scenario inte förutsäga framtiden, utan enbart beskriva en tänkbar väg till en tänkbar slutpunkt.
Skred	En sammanhållen jordmassa som kommer i rörelse och förflyttar sig.
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Den myndighet i Sverige som ansvarar för prognoser inom väder och hav och forskning inom klimat, oceanografi och meteorologi
Socioekonomi	Indelning av befolkning i grupper utifrån både social tillhörighet och ekonomiska resurser, exempelvis utbildningsnivå och inkomst.
Strålning	Överföring av energi utan något medium. Två ytor av olika temperatur kommer att överföra energi mellan varandra till dess att jämvikt uppnåtts.
Trend	En långsiktig utveckling i en viss riktning. Om temperaturen genomsnittligt ökar år från år finns en långsiktig trend, även om det kan variera ett år till ett annat.
Vattentäkt	En sötvattenförekomst (flod, sjö, grundvattenmagasin) som används för dricksvattenproduktion.
Varaktighet	Den tidsperiod som något varar. Ett skyfall som pågår 30 minuter har en varaktighet på just 30 min.
Växthusgas	Gaser i atmosfären som absorberar värmeenergi.
Zoonos	Överföring av sjukdomar mellan djur och människor.

Referenser och länkar

Bhattacharya, S (2003), *European heatwave caused 35,000 deaths*, New Scientist
<https://www.newscientist.com/article/dn4259-european-heatwave-caused-35000-deaths/>

Chandler, D. L. (2017), *Deadly heat waves could hit South Asia this century*, MIT News
<http://news.mit.edu/2017/deadly-heat-waves-could-hit-south-asia-century-0802>

Lelieveld, J., Proestos, Y., Hadjinicolaou, P. et al. (2016). *Strongly increasing heat extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21st century*, Climatic Change 137: 245,
<https://doi.org/10.1007/s10584-016-1665-6>

Länsstyrelsen Gävleborg (2014). *Regional handlingsplan för klimatanpassning Gävleborgs län*

MSB, 2012. *Värmeböljors påverkan på samhällets säkerhet*,
Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

MSB, 2013. *Framtida perioder med hög risk för skogsbrand - Analyser av klimatscenarier*,
Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

MSB, 2014. *Hur värme påverkar tekniska system*,
Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Naturvårdsverket, 2013. *FN:s klimatpanel, Klimatförändring 2013*,
Den naturvetenskapliga grunden, Rapport 6592, u.o.: Naturvårdsverket.

Skogsstyrelsen, 2007. *Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar*, Jönköping: Skogsstyrelsen.

Statens folkhälsoinstitut, 2010. *Värmeböljor och dödlighet bland sårbara grupper - en svensk studie*, Östersund: Statens folkhälsoinstitut.

Southgate, I (2015), *The economic impact of climate change in Southeast Asia*, Global Risk Insights <http://globalriskinsights.com/2015/11/the-economic-impact-of-climate-change-in-southeast-asia/>

Sundén, G., Maxe, L. & Dahné, J., 2010. *Grundvattennivåer och vattenförsörjning vid ett förändrat klimat*, Uppsala: SGU.

van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M. et al. (2011), *The representative concentration pathways: an overview*, Climatic Change 109: 5. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>

von Sydow, D. (2014), *Klimatets förändringar globalt och dess indirekta påverkan på Sverige*, Länsstyrelsen Gävleborg

Wikipedia 2003 *European Heat wave* https://en.wikipedia.org/wiki/2003_European_heat_wave

Svenskt Vatten. <http://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/>

WSP, 2011. *Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning - Analys av nio vattentäkter i Gävleborgs län*, Gävle: Länsstyrelsen Gävleborg.

Länkar kring havsnivåhöjningar:

<https://water.usgs.gov/edu/sealevel.html>

<https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

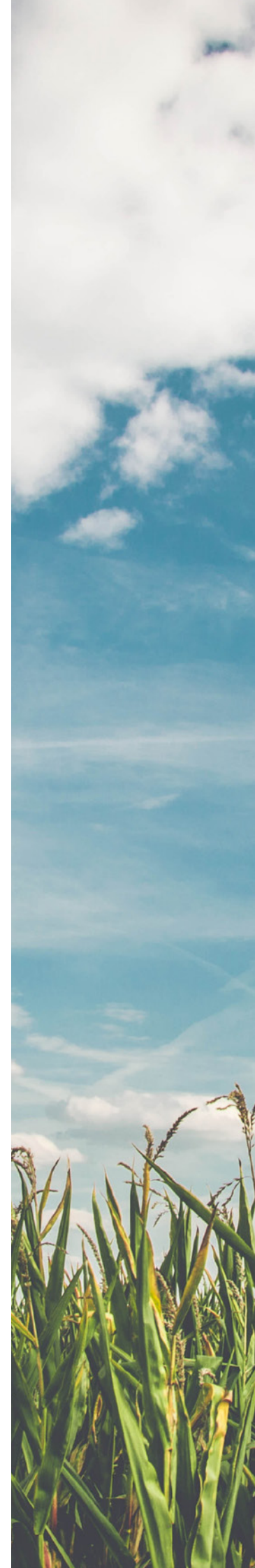
<https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/kustoversvamning.html>

SMHI:s klimatanalyser

Webbtjänst: https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/lansanalyser#00_Sverige.t2m_meanAnnual.ANN

lansanalyser#00_Sverige.t2m_meanAnnual.ANN

Rapport för Gävleborg: https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.957111!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/Framtidsklimat_i_G%C3%A4vleborgs_l%C3%A4n_Klimatologi_nr_36.pdf



Länsstyrelsens rapporter 2018

- 2018:1** Utterinventering 2014
- 2018:2** Vattenförvaltningsåtgärder för Gävleborgs länsstyrelse (VÅG) - Länsstyrelsen Gävleborgs genomförandeplanenligt Vatten myndighetens åtgärdsprogram 2016–2021, åtgärd 5
- 2018:3** Vegetationsförändringar inom våtmarker med höga naturvärden 2008 - Kontroll i ortofoton och kartmaterial av en förändringsanalys baserad på satellitbilder.
- 2018:4** LIV-Loxfisk i nedre Dalälven
- 2018:5** Kulturmiljöinventering av sju småskaliga kraftverk
- 2018:6** Marina kartering i Gävleborgs län 2017 - Iggöhallan, Iggön, Iggösundet, Lövggrund, Anknäs och Lötvisen
- 2018:7** Mottagandet av ensamkommande barn till Sverige och Gävleborg 2017
- 2018:8** Ängerån – inventering och värdering av kulturmiljöer 2017 i Färila socken i Hälsingland
- 2018:9** Analys av bostadsmarknaden i Gävleborgs län 2018
- 2018:10** Skyfall, snöbrist och blomstrande turiströring? Utmaningar och möjligheter när klimatet i Gävleborg förändras - Klimatrapport för dig som är ung
- 2018:11** Skyfall, snöbrist och blomstrande turiströring? Utmaningar och möjligheter när klimatet i Gävleborg förändras - Lärarhandledning för dig som arbetar på högstadiet och gymnasiet
- 2018:12** Test av robusta beslutsmetoder – ny bebyggelse längs Gavleåns utlopp i Gävle kommun

Författare:

Christoffer Carstens
Ullrika Forsgren
Karolina Hägg Franzén
Tommie Zetterlund
Anders Dunder
Samuel Costa Nordwall
Erik Burström

Fotografer:

ö = övre
n = nedre
m = mitten
h = höger
v = vänster

Sanjit Bakshi: s.9nh
Anna Alverhag: s.12ö,m, 24–25
Britt Mattsson: s.12nh, 24v, 25nh,
30öm, 30öh 31, 36
Mostphotos: 20n, 23nv,26n
Fredrik Stjernholm: 24öm
NASA Goddard Space Flight Centre: s.28m
Länstyrelsen Gävleborg: s.20n, 23nv,26n

Resterande bilder är hämdade
från bildbanken pexels.com
under licensen CC0.

Länstyrelsen Gävleborg

Rapportnummer: 2018:10
ISSN: 0284–5954

Materialet är framtaget av:

Länsstyrelsen
Gävleborg

I samverkan med:

Gävle
KOMMUN



Region
Gävleborg



Gävle Energi



Sandvikens Kommun



HUDIKSVALLS
KOMMUN