KLIMATOLOGI Nr 79, 2026

Analys av klimatscenarier som utgångspunkt för nationella riktlinjer

Delredovisning av regeringsuppdrag att ta fram förslag på nationella riktlinjer om val av klimatscenarier

Renate Wilcke

ISSN: 1654-2258 © SMHI

KLIMATOLOGI Nr 79, 2026

Analys av klimatscenarier som utgångspunkt för nationella riktlinjer

Delredovisning av regeringsuppdrag att ta fram förslag på nationella riktlinjer om val av klimatscenarier

Renate Wilcke

Granskad och Godkänd av: Håkan Wirtén

Funktion: Generaldirektör

Denna sida är avsiktligt blank

Sammanfattning

Klimatscenarier beskriver hur framtidens klimat kan komma att utvecklas och utgör underlag för klimatanpassning i Sverige. De tas fram i en kedja av vetenskapliga steg: samhällsscenarier och utsläppsscenarier matas in i klimatmodeller, som beräknar temperatur, nederbörd och andra klimatvariabler på global och regional nivå. Scenarier är inte prognoser utan referenspunkter som visar möjliga framtider under olika förutsättningar. Klimatscenarier kan presenteras som tidsserier eller som globala uppvärmningsnivåer, och de två angreppssätten kompletterar varandra.

SMHI har på uppdrag av regeringen kartlagt och analyserat vilka klimatscenarier som i dag är möjliga att utgå ifrån när nationella riktlinjer tas fram. Analysen utgör en delredovisning, för vilken SMHI ansvarar, av ett uppdrag till SMHI, Boverket och Trafikverket att ta fram förslag på nationella riktlinjer om val av klimatscenarier och vägledning om hur klimatrelaterade risker kan bedömas av statliga myndigheter, kommuner och andra aktörer. Delredovisningen ger en grund för fortsatt analys.

De klimatscenarier som finns tillgängliga och används i klimatanpassningsarbetet i Sverige omfattar bland annat strålningsdrivningsscenarier (representative concentration pathways, RCP), som publicerades 2010, och nyare socioekonomiska scenarier (socio-economic pathways, SSP), som tillsammans består av sex framtidsscenarier. Scenarierna beskriver såväl vägar med kraftig satsning på koldioxidborttagning som vägar med fortsatt stort beroende av fossila bränslen. Den underliggande samhällsutvecklingen skiljer sig åt mellan scenarierna och leder till olika grad av temperaturökning.

I flera europeiska länder används så kallade globala uppvärmningsnivåer, som bygger på samlade klimatdata från olika framtidsscenarier. Det finns därmed två möjliga utgångspunkter för nationella riktlinjer: klimatscenarier som tidsserier och globala uppvärmningsnivåer. De har följande för- och nackdelar.

Tidsserier gör det möjligt att följa klimatets utveckling över tid och visar hur det kan variera mellan perioder. Det går också att se hur utsläppen påverkar klimatet, till exempel att utsläppen först minskar långsamt och sedan snabbt när ny teknik införs. Spridningen mellan modellerna är dock stor, både för när en viss temperatur nås och för hur mycket klimatet förändras vid en viss tidpunkt. Uppvärmningsnivåer minskar spridningen i resultaten, eftersom simuleringar jämförs vid samma temperaturökning, och ger ett tydligt budskap om vilket klimattillstånd, som klimatanpassningen ska förhålla sig till. De kan dessutom kopplas direkt till Parisavtalets mål. Nackdelen är att de inte säger något om utvecklingen över tid, och att långsamma processer som havsnivåhöjningen inte följer temperaturen utan reagerar med stor fördröjning. De båda angreppssätten kompletterar alltså varandra.

Eftersom kedjan för att utveckla klimatscenarier är byggd i en serie och till stor del finansieras genom tidsbegränsade forskningsbidrag tar det flera år innan ny kunskap syns i färdiga klimatscenarier. Nästa generation scenarier, som tas fram inför FN:s klimatpanels sjunde utvärderingsrapport (Intergovernmental Panel of Climate Change, IPCC AR7), väntas ge ett smalare spann för uppvärmningen år 2100. De första globala klimatdataserierna för dessa scenarier väntas under 2027. Regionala klimatscenarier väntas inte förrän 2029.

Rapporten innehåller inga rekommendationer utan utgör underlag för det fortsatta arbetet med regeringsuppdraget tillsammans med andra delrapporten ”Internationell utblick om tillämpning av nationella riktlinjer och klimatscenarier”.

Summary

Climate scenarios describe how the future climate may develop and form the basis for climate adaptation in Sweden. They are produced through a chain of scientific steps: societal and emission scenarios are fed into climate models, which calculate temperature, precipitation and other climate variables at global and regional level. Scenarios are not forecasts but reference points that show possible futures under different conditions. Climate scenarios can be presented as time series or as global warming levels, and the two approaches complement each other.

On behalf of the government, SMHI has surveyed and analyzed which climate scenarios can currently be used as a basis for developing national guidelines. The analysis constitutes an interim report—for which SMHI is responsible—as part of a commission assigned to SMHI, the National Board of Housing, Building and Planning (Boverket), and the Swedish Transport Administration (Trafikverket) to develop proposals for national guidelines on the selection of climate scenarios and guidance on how climate-related risks can be assessed by government agencies, municipalities, and other stakeholders, and provides a basis for further analysis.

The climate scenarios that are available and used in climate adaptation work in Sweden include, among others, radiative forcing scenarios (RCPs), published in 2010, and newer socioeconomic scenarios (SSPs), which together comprise six future scenarios. The scenarios describe pathways with a strong emphasis on carbon dioxide removal as well as pathways with continued heavy reliance on fossil fuels. The underlying societal development differs between the scenarios and leads to different degrees of temperature increase.

Several European countries use so-called global warming levels, which are based on pooled climate data from different future scenarios. There are therefore two possible starting points for national guidelines: climate scenarios as time series, and global warming levels at different points in time. They have the following advantages and disadvantages.

Time series make it possible to follow developments over time and show how the pace can vary between periods, for example emissions that first decline slowly and then rapidly once new technology is introduced. However, the spread between models is large, both for when a given temperature is reached and for how much the climate changes at a given point in time. Global warming levels reduce the spread in the results, because simulations are compared at the same climate state, and give a clear message about which climate state, that is, which temperature increase, climate adaptation should be based on. They can also be linked directly to the goals of the Paris Agreement. The drawback is that they say nothing about developments over time, and that slow processes such as sea level rise do not follow temperature but respond with a long delay. The two approaches therefore complement each other.

Because the chain is serial and largely funded through time-limited research grants, it takes several years before new knowledge is reflected in finished climate scenarios. The climate scenarios that SMHI provides for Sweden currently consist partly of older RCP-scenarios based on regional climate models and partly of newer SSP-scenarios based on global climate models. The next generation of scenarios, produced ahead of the IPCC's seventh assessment report, is expected to give a narrower range of warming by 2100. The first global climate data for these scenarios are expected during 2027.

The report contains no recommendations but serves as a basis for the continued work on the government assignment.

Denna sida är avsiktligt blank

Innehållsförteckning

1 FÖRKORTNINGAR 1

2 BAKGRUND 2

2.1 Regeringsuppdrag 2

3 SYFTE 3

4 METODIK 3

5 FRÅN SAMHÄLLSUTVECKLING TILL KLIMATFÖRÄNDRING 3

5.1 Vad är ett scenario 4

5.1.1 Utsläppsscenarier och strålningsdrivningsscenarier 5

5.1.2 Socioekonomiska scenarier (SSP) 5

5.1.3 Att kombinera utsläpp och samhällsutveckling 6

5.2 Vad är klimatscenarier? 7

5.2.1 Två sätt att presentera klimatscenarier 7

5.2.2 Klimatscenarier som tidsserier 7

5.2.2.1 Globala uppvärmningsnivåer 10

5.3 Uppdateringsprocessen – och varför den tar tid 10

5.3.1 En lång väg från scenario till klimatinformation 10

5.3.2 Varför uppdateras klimatscenarierna? 13

5.4 Klimatscenarier - Vad behöver beslutsfattare känna till? 15

6 KARTLÄGGNING AV MÖJLIGA KLIMATSCENARIER ATT UTGÅ IFRÅN 15

6.1 Vad som finns just nu (hösten 2026) 15

6.1.1 Global klimatdata 15

6.1.2 Klimatdata för Europa och Sverige 16

6.1.3 Klimatscenarier för Sverige 17

6.2 Vad som väntas 2027 och senare 18

6.2.1 Nästa generation: de nya CMIP7-scenarierna 18

6.2.2 Utblick 2027 – nästa generation klimatdata och klimatscenarier 19

6.3 Möjliga scenarier att utgå ifrån 20

7 FINANSIERING AV DATAUNDERLAG 21

7.1 Finansiering i huvudsak genom forskningsanslag 21

7.2 Tyskt projekt för bättre klimatanpassning – ett exempel för Sverige 22

8 BILAGOR 23

8.1 Scenarier 23

8.1.1 Utsläppsscenarier och strålningsdrivningsscenarier 23

8.1.1.1 Representative Concentration Pathways 24

8.1.2 Socioekonomiska scenarier 25

8.1.2.1 Att kombinera RCP- och SSP-scenarier 27

8.1.3 CMIP7 scenarierna 29
8.2 Olika typer av utsläpp 30
8.2.1 Långlivade växthusgaser (LLGHG – Long-Lived Greenhouse Gases) ... 31
8.2.2 Kortlivade klimatpåverkande ämnen (SLCF – Short-Lived Climate Forcers) 31
8.2.3 Partiklar (aerosoler) 32
8.3 Integrerade bedömningsmodeller (IAM) 33
8.4 Globala och regionala klimatmodeller 33
8.4.1 Grunden: välbeprövad fysik 33
8.4.2 Globala klimatmodeller – den stora bilden 33
8.4.3 Regionala klimatmodeller – mer fysik, inte bara ett förstoringsglas 34
8.4.4 En enkel liknelse 34
8.4.5 Betydelse för beslutsfattare 34
8.5 CMIP 34
8.5.1 Varför flera modeller istället för en? 35
8.5.2 Vad ger det konkret? 35
8.5.3 Betydelse för beslutsfattare 35
8.6 ScenarioMIP 35
8.6.1 Vad ger det konkret? 35
8.6.2 Betydelse för beslutsfattare? 35
8.7 EURO-CORDEX 36
8.8 Globala uppvärmningsnivåer 36

Denna sida är avsiktligt blank

1 Förkortningar

AR	Assessment Report (IPCC)
CCRA	Fourth Climate Change Risk Assessment
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project
CO_2	Koldioxid
CORDEX	Coordinated Downscaling Experiment
EURO-CORDEX	Coordinated Downscaling Experiment - European Domain
EU	European Union
FN	Förenta Nationerna
GWL	Global Warming Level
IAM	Integrated Assessment Model
IAV	climate change impacts, adaptation and vulnerability
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NDC	Nationally Determinded Contribution
RCP	Representative Concentration Pathways
ScenarioMIP	Scenario Model Intercomparion Project
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
SSP	Shared Socioeconomic Pathways
WCRP	World Climate Research Programme
WGI	Working Group I (IPCC)

2 Bakgrund

2.1 Regeringsuppdrag

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Boverket och Trafikverket fick den 29 januari 2026 följande uppdrag av regeringen (Klimat- och näringslivsdepartementet, 2026[1]):

Regeringen ger SMHI, Boverket och Trafikverket i uppdrag att ta fram förslag på nationella riktlinjer om val av klimatscenarier och vägledning om hur olika klimatrelaterade risker kan bedömas av statliga myndigheter, kommuner och andra aktörer. Myndigheterna ska inom ramen för uppdraget föreslå hur riktlinjerna bör regleras.

Delredovisning om möjliga klimatscenarier

I ett första steg ska SMHI:

- göra en internationell utblick till relevanta nordiska och andra europeiska länder om och hur nationella riktlinjer och klimatscenarier tillämpas. I arbetet ska EU-kommissionens pågående arbete med att utarbeta ett europeiskt integrerat ramverk för klimatresiliens och riskhantering beaktas;
- analysera vilket eller vilka klimatscenarier som är möjliga att utgå ifrån utifrån dagens kunskapsläge

Denna del av uppdraget ska redovisas senast den 31 oktober 2026.

Slutredovisning om riktlinjer för klimatscenarier

SMHI, Boverket och Trafikverket ska därefter gemensamt ansvara för att analysera och lämna förslag på:

- vetenskapligt baserade, nationella riktlinjer för vilket eller vilka framtida klimatscenarier som bör tillämpas och i vilka tidsperspektiv;
- om riktlinjerna bör vara bindande eller rådgivande och hur de ska regleras;
- hur sådana krav eller riktlinjer hålls uppdaterade och tillhandahålls för användare, samt
- om det finns behov av att komplettera riktlinjerna med ytterligare vägledning och beslutsstöd.

SMHI ska senast den 15 december 2027 lämna en slutredovisning av uppdraget till Regeringskansliet.

SMHIs tolkning av uppdraget är att delredovisningens två komponenter bör redovisas i form av två fristående rapporter.

Rapporten ger även den bakgrundskunskap om vad klimatscenarier är och hur de tas fram, som behövs för att kunna tolka dem. Den internationella utblicken redovisas i delrapporten ”Internationell utblick om tillämpning av nationella riktlinjer och klimatscenarier”.

[1] Klimat- och näringslivsdepartementet. (den 29/01/2026). Regeringsbeslut: Uppdrag om nationella riktlinjer för val av klimatscenarier. Hämtat från regeringen.se: https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2026/02/uppdrag-om-nationella-riktlinjer-for-val-av-klimatscenarier/

3 Syfte

Denna rapport utgör redovisning av möjliga klimatscenarier.

Syftet med rapporten är att redovisa underlaget för befintliga klimatscenarier, beskriva hur de har utvecklats och belysa pågående och kommande utvecklingsprocesser.

Rapporten innehåller inga rekommendationer, men kan användas som underlag för de förslag som ska tas fram i det fortsatta arbetet med regeringsuppdraget.

Rapportens upplägg. Kapitel 3 beskriver metodiken för analysen. 5 förklarar hur klimatscenarier tas fram: vad scenarier är, hur de omsätts till klimatscenarier, hur klimatscenarier kan presenteras och varför de uppdateras. Kapitel 6 kartlägger vilka klimatscenarier som finns i dag och vad som väntas 2027–2029. Kapitel 7.1 beskriver utmaningar i arbetet med att ta fram och hålla dataunderlaget aktuellt då ny information tillkommer. Bilagorna ger fördjupande teknisk bakgrund. Det viktigaste för beslutsfattare sammanfattas i stycken som inleds med ”Viktigt för beslutsfattare”.

4 Metodik

Rapporten har sammanställts av SMHI. Informationen har hämtats från vetenskapligt granskade artiklar. För att ge en samlad bild av befintliga och möjliga klimatscenarier innehåller rapporten även bakgrundsinformation om hur klimatscenarier tas fram, inklusive processen, tidsåtgången, beroenden och begränsningar. Eftersom klimatscenarier uppdateras med en viss regelbundenhet ingår också en översikt av den framtida utvecklingen på området.

Området utvecklas snabbt. Vetenskapen utgör grunden, men de slutgiltiga besluten om utformning och innehåll i nationella riktlinjer och scenarier fattas på politisk nivå. Forskningen förändras och ny kunskap tillkommer löpande, framför allt om samhälls- och teknikutveckling. Aktuell status av klimatscenarier bör därför kontrolleras innan informationen används i fortsatta analyser eller rekommendationer.

5 Från samhällsutveckling till klimatförändring

För att kunna beräkna hur framtidens klimat kan komma att bli, behövs antaganden om hur människans framtida klimatpåverkan förväntas se ut. Det är huvudsakligen mänskliga utsläpp av växthusgaser som driver klimatförändringen[2], och eftersom utsläppen beror på hur samhället utvecklas behövs välgrundade antaganden om hur ekonomi, befolkning, teknik och politik förväntas förändras. Sådana antaganden om möjlig framtida utveckling kallas **scenarier**, och dessa samhällsscenarier är den första länken i den kedja av steg som till slut ger den klimatinformation som klimatanpassningsarbetet kan vila på.

Det är viktigt att redan här understryka vad ett scenario är – och inte är. Scenarier är inte prognoser: de förutsäger inte vad som kommer att hända och de rangordnas inte efter sannolikhet. I stället kan man se de som sammanhängande beskrivningar av hur framtiden skulle kunna te sig under olika förutsättningar. För beslutsfattare är detta ett sätt att hantera osäkerhet om framtiden; flera scenarier kan användas för att undersöka hur olika utvecklingsvägar påverkar beslut och planering, och för att pröva hur robusta besluten är oavsett vilken framtid som blir verklighet. De

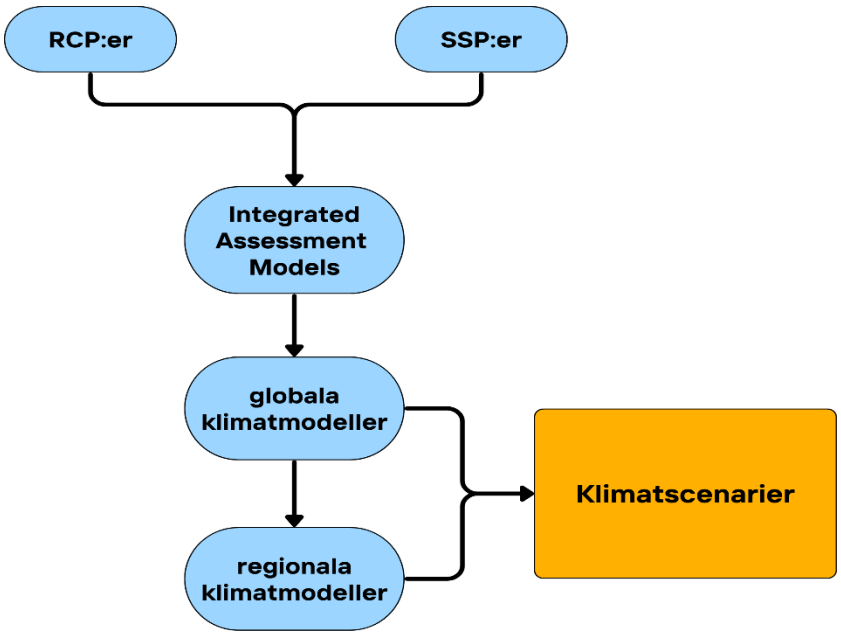
[2] Huvudsakligen är det växthusgasutsläppen, men även andra faktorer som markanvändning och utsläpp av partiklar spelar viss roll.

ska alltså inte läsas som enskilda "sanna" prognoser utan som underlag för att belysa flera möjliga framtider parallellt. Den principen gäller genom hela kedjan, ända fram till de färdiga klimatscenarierna.

Kedjan består av flera led (se Figur 1). Samhällsscenarierna (avsnitt 4.1) matas in i integrerade bedömningsmodeller (integrated assessment models, IAM:er, 8.3) som översätter de socioekonomiska utvecklingen i samhällsscenarierna i framtida energianvändning och växthusgasutsläpp (8.2). Informationen om framtida energianvändning, markanvändning, aerosoler, utsläpp och annan typ av drivning matas därefter in i avancerade datorbaserade klimatmodeller (8.4), som beräknar framtida temperatur, nederbörd och andra klimatvariabler. Resultatet är **klimatscenarier** (5.2).

Klimatberäkningarna görs dels på global nivå (8.4.2), dels på regional nivå, till exempel för Europa och Norden (8.4.3).

Viktigt för beslutsfattare: Klimatscenarier byggs genom flera vetenskapliga steg, från vetenskapligt framtagna samhällsscenarier via klimatmodeller till färdig klimatinformation.



Figur 1 Flödesdiagram över vägen från utsläppsscenarierna till klimatscenarierna.

5.1 Vad är ett scenario

Ett scenario är en välgrundad beskrivning av en möjlig framtida utveckling. Här behandlas först samhällsscenarier och därefter klimatscenarier.

I klimatsammanhang används tre typer av scenarier: utsläppsscenarier, som beskriver hur framtida utsläpp av växthusgaser skulle kunna se ut; strålningsdrivningsscenarier, som beskriver hur växthuseffekten förstärks; och

socioekonomiska scenarier, som beskriver hur samhället – ekonomi, befolkning, teknik och politik – skulle kunna utvecklas.

Scenarier är, som framgått ovan, inte prognoser utan möjliga utvecklingsvägar. Deras värde för beslutsfattare ligger i att de utgör ett verktyg för att **tolka omvärlden**, **upptäcka förändringar i tid** och **införa** eller **planera för åtgärder på lång sikt**. När verkligheten förändras kan scenarierna användas som måttstock: Vilken utveckling finns det tecken på? Vad kräver den av samhället?

5.1.1 Utsläppsscenarier och strålningsdrivningsscenarier

Klimatmodellerna behöver veta hur halten av växthusgaser i atmosfären ändras för att kunna beräkna hur klimatet ändras, och därför behövs scenarier för växthusgasutsläpp. I en del klimatmodeller används utsläppen direkt i modellerna som själva beräknar atmosfärshalterna. I andra, främst tidigare generationers, modeller används istället växthusgaskoncentrationer som beräknats i förväg med hjälp av IAM:er. Utöver information om växthusgaser får klimatmodellerna också information som bygger på antaganden om mänsklig klimatpåverkan i form av ändringar i markanvändning och utsläpp av partiklar till atmosfären.

Sedan 2010 används en standardiserad uppsättning så kallade strålningsdrivningsscenarier eller RCP-scenarier (från engelskans Representative Concentration Pathways), som beskriver möjlig utveckling fram till år 2100. De fyra vanligast förekommande – RCP2,6, RCP4,5, RCP6,0 och RCP8,5 – betecknas efter den strålningsdrivningen de ger upphov till år 2100, uttryckt i watt per kvadratmeter (W/m^2). Endast det lägsta scenariot, RCP2,6, är förenligt med det internationella målet om att begränsa den globala uppvärmningen till högst 2°C. RCP-scenarierna låg till grund för de globala klimatsimuleringar som användes i FN:s klimatpanels (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) femte utvärderingsrapport (assessment report, AR5).

Klimatpåverkande utsläpp skiljer sig kraftigt åt i hur länge de stannar i atmosfären och om effekten är global eller regional. Koldioxid påverkar klimatsystemet i århundraden och påverkar klimatet globalt oavsett var utsläppet sker[3], medan sotpartiklar bryts ner inom veckor och därför enbart har en regional effekt. En fullständig genomgång av ämnenas egenskaper finns i 8.2.

5.1.2 Socioekonomiska scenarier (SSP)

Medan utsläppsscenarier beskriver möjliga utsläppsbanor beskriver socioekonomiska scenarier den samhällsutveckling som kan ligga bakom dem. SSP-scenarier (Shared Socioeconomic Pathways, delade socioekonomiska utvecklingsvägar) omfattar antaganden om bland annat ekonomi, befolkning, teknik och politik och beskriver hur dessa förhållanden påverkar möjligheterna att

[3] Archer, David, et al., "Atmospheric Lifetime of Fossil Fuel Carbon Dioxide." Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Volume 37, 2009, doi:10.1146/annurev.earth.031208.100206. See also, Inman, Mason, "Carbon is forever." Nature Climate Change, Volume 1, 2008, doi:10.1038/climate.2008.122

både minska utsläppen och anpassa samhället till klimatförändringen. Det finns fem huvudscenarier:

SSP1 – Den hållbara vägen: stora satsningar på utbildning och hälsa, snabb ekonomisk tillväxt och ökande övergång till hållbara lösningar.

SSP2 – Mittenvägen: utvecklingen fortsätter ungefär som historiskt.

SSP3 – Den splittrade världen: länder prioriterar regional säkerhet framför internationellt samarbete och begränsade investeringar i utbildning och hälsa gör samhällen mer sårbara.

SSP4 – Den ojämlika världen: stora klyftor inom och mellan länder begränsar förmågan att hantera klimatpåverkan.

SSP5 – Den fossilberoende vägen: stark ekonomisk tillväxt men ett fortsatt fossilbränsleberoende energisystem.

Viktigt för beslutsfattare: Hur lätt eller svårt det blir att nå klimatmålen beror inte bara på tillgänglig teknik utan i hög grad på samhällsfaktorer såsom internationellt samarbete, jämlikhet och välfungerande institutioner. I scenarier med stor ojämlikhet eller svagt samarbete (SSP3 och delvis SSP4 och SSP5) blir klimatmålen svårare eller omöjliga att nå, även med god teknik tillgänglig. Det talar för att klimatpolitik behöver hanteras i ett bredare sammanhang, där internationellt samarbete samt sociala och ekonomiska förhållanden spelar en avgörande roll.

5.1.3 Att kombinera utsläpp och samhällsutveckling

Utsläppsscenarier kan kombineras med scenarier för samhällsutveckling. Samma utsläppsnivå och därmed samma strålningsdrivning kan nås via flera olika utvecklingsvägar för samhället (olika SSP-scenarier). I praktiken är dock inte alla kombinationer realistiska: i en framtid präglad av regional rivalitet och svagt samarbete (SSP3) kan modellerna inte hitta en väg till att begränsa uppvärmningen till 1,5°C eller 2°C, oavsett teknisk utveckling. Detta är ett argument för att aktivt värna internationellt samarbete som en del av klimatpolitiken och inte enbart som en bieffekt av den.

De scenarier som huvudsakligen togs upp i IPCC:s senaste utvärdering (AR6) var kombinationerna SSP1-2,6, SSP2-4,5, SSP3-7,0 och SSP5-8,5. En fullständig genomgång av vilka kombinationer som är möjliga och vilka som har körts i klimatmodeller finns i bilaga 8.1.

Viktigt för beslutsfattare: Scenarier är referenspunkter och inte prognoser, och därför behövs flera scenarier parallellt. Utsläppsscenarier anger hur mycket som släpps ut, medan socioekonomiska scenarier beskriver den samhällsutveckling som avgör vilka utsläppsnivåer som kan nås.

5.2 Vad är klimatscenarier?

Klimatscenarier är vetenskaplig grundade beskrivningar av hur framtidens klimat kan komma att se ut, uttryckt i klimatvariabler som temperatur, nederbörd och vind. De tas fram genom att information om klimatpåverkande faktorer (avsnitt 5.1) matas in i klimatmodeller, som beräknar hur klimatet kan förändras under olika förutsättningar, både på global nivå och på regional nivå, till exempel för Europa och Norden. Modelleringsstegen (integrerade bedömningsmodeller samt globala och regionala klimatmodeller) beskrivs närmare i bilagor 8.3-8.4.

Klimatscenarier presenteras i huvudsak på nationell nivå. SMHI använder regionala klimatscenarier för Europa för att ta fram klimatscenarier för Sverige, på samma sätt som motsvarande myndigheter gör i de flesta andra europeiska länder.

5.2.1 Två sätt att presentera klimatscenarier

Samma klimatscenarier kan presenteras på olika sätt, beroende på vilken fråga som ska besvaras.

Det vanligaste sättet är att presentera klimatscenariot som en **tidsserie:** hur en klimatvariabel, till exempel medeltemperaturen, utvecklas år för år enligt ett visst utsläppsscenario (5.2.1.1). Det svarar på frågan ”Vad händer vid en viss tidpunkt, till exempel år 2050?”. Det svarar också på frågan ”Hur snabbt sker förändringen och vilket förlopp har den?”.

Ett alternativ är att i stället utgå från **globala uppvärmningsnivåer** (5.2.1.2) och fråga ”Vad händer vid en viss grad av global uppvärmning, till exempel 2°C över den förindustriella nivån, oavsett när den nås?”.

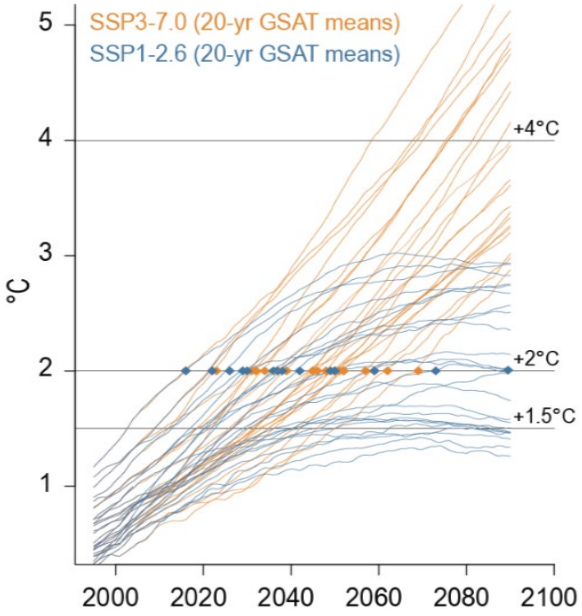
De två angreppssätten kompletterar varandra. Tidsserier visar *när* olika klimattillstånd kan inträffa under en given samhällsutveckling, medan uppvärmningsnivåer visar *vad* som händer vid ett givet klimattillstånd, oavsett när det nås. Vilket som är lämpligast beror på vilken typ av anpassningsbeslut som ska fattas: en tidsbunden investeringsplan kan behöva en tidsserie, medan en robusthetsanalys av en viss infrastruktur kan dra nytta av att testas mot en given uppvärmningsnivå oberoende av tidpunkt.

5.2.2 Klimatscenarier som tidsserier

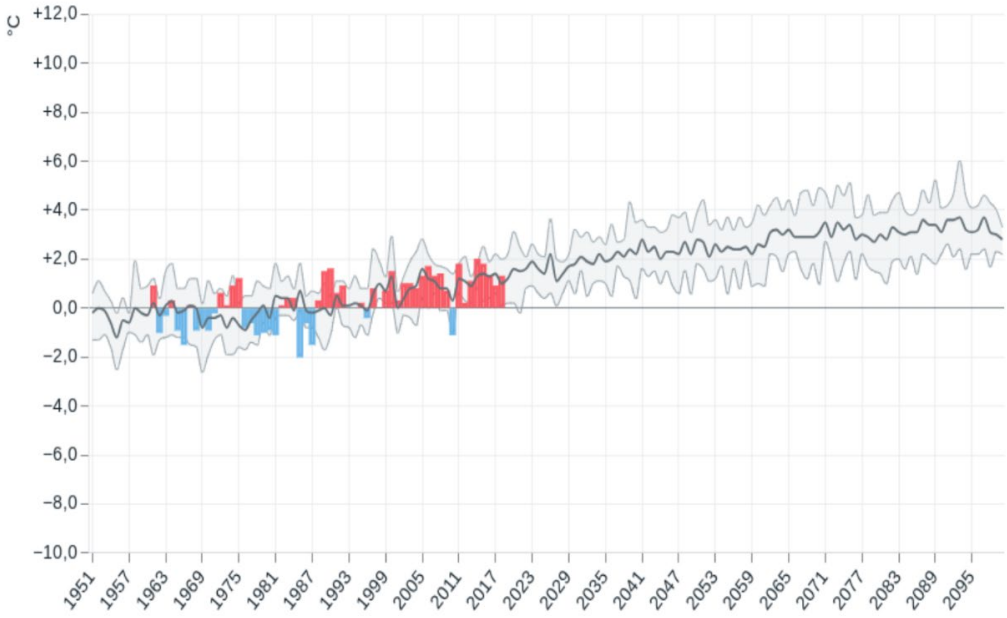
Vanligast är att presentera klimatscenariot som utvecklingen över tid enligt ett visst utsläppsscenario. Det kan göras på global skala, som i Figur 2, där linjerna visar enskilda klimatsimuleringar av ökningen av den globala medeltemperaturen för två scenarier, SSP1-2,6 och SSP3-7,0. Fördelen med metoden är att olika scenarier kan jämföras och att utvecklingen över tid, inklusive variationen mellan åren, blir tydlig, till exempel att utsläppen först minskar långsamt och sedan snabbt när ny teknik införs.

Det kan också göras på regional nivå, som i Figur 3, där förändringen av medeltemperaturen i Sverige visas år för år under perioden 1951-2100 enligt RCP4,5. Klimatscenarier visar inte bara temperatur utan presenteras ofta med en

lång lista av klimatindikatorer, till exempel *antal dagar med frost* eller *antal dagar utan nederbörd*.



Figur 2 Beräknad ökning i global medeltemperatur i flera olika globala klimatmodeller från CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project phase 6) enligt scenario SSP1-2,6 (blå linjer) och SSP3-7,0 (gula linjer). Diagrammet visar också hur olika modeller och scenarier når olika uppvärmningsnivåer vid olika tidpunkter. Referensperioden är 1850–1900. Alla simuleringar når inte alla uppvärmningsnivåer. Källa: IPCC AR6 WGI TS, Figur 5a.



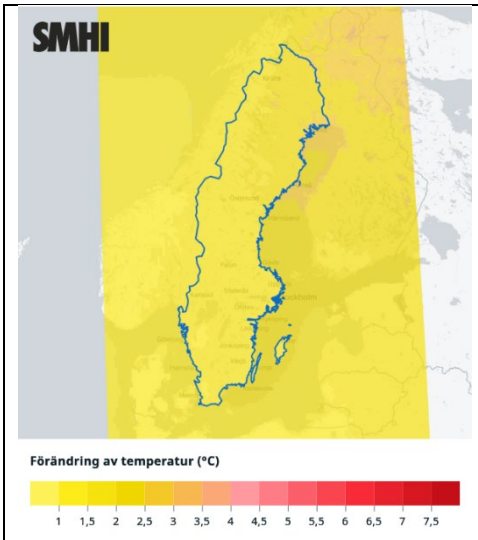
Figur 3 Beräknad förändring av medeltemperaturen (°C) i Sverige under åren 1951–2100 jämfört med referensperioden 1971–2000. Staplarna visar historiska data från observationer: röda staplar uppåt visar temperaturer högre än referensperioden och blå staplar nedåt temperaturer lägre än referensperioden.

Den grå kurvan visar medelvärdet av flera klimatmodeller för utsläppsscenario RCP4,5 och det grå fältet variationsbredden mellan den 10:e och 90:e percentilen.[4]

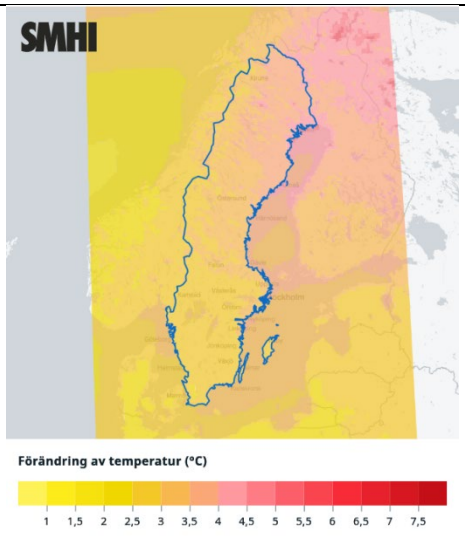
Det är också vanligt att visa medelvärdet för en vald period, till exempel 2071-2100 (Figur 4 och Figur 5). Metoden är också väletablerad i Sverige, både i kommunikation och i kommuners och myndigheters verksamhet.

Ett klimatscenario som tidsserie beskriver en utveckling och tydliggör att globala temperaturnivåer, som till exempel IPCC:s 1,5°C, 2°C och 4°C uppvärmningsnivåer, kan nås via olika samhällsutvecklingar och längs olika banor.

Nackdelen är att spridningen mellan olika modellsimuleringar kan bli stor, eftersom klimatmodeller är olika känsliga för förändringar i halten av växthusgaser i atmosfären. Dessutom tillkommer naturliga variationer i klimatsystemet vilket gör att det kan vara stora skillnader mellan olika modellsimuleringar vid en viss tidpunkt, särskilt i ett regionalt eller lokalt perspektiv. Klimatscenarier har därför en stor spridning när frågan är ”Vad händer vid en viss tidpunkt?”, till exempel år 2050.



Figur 4 Beräknad förändring av medeltemperaturen (°C) för perioden 2071-2100 jämfört med 1971–2000. Kartan baseras på medelvärdet av ett antal klimatmodeller för utsläppsscenario RCP2,6.



Figur 5 Som Figur 4, men för utsläppsscenario RCP4,5.

[4] https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten/met/sverige/medeltemperatur/rcp45/2071-2100/year/anom

5.2.2.1 Globala uppvärmningsnivåer

I flera europeiska länder, bland annat Frankrike, Schweiz och Storbritannien används **globala uppvärmningsnivåer** (global warming levels, GWLs) som utgångspunkt för klimatanpassning. Genom att koppla olika uppvärmningsnivåer till årtal som 2030, 2050 och 2100 kan man rekommendera lämpliga anpassningsnivåer vid givna årtal (se delrapporten om internationell kartläggning).

Hur går det till i praktiken?

Klimatsimuleringar från olika scenarier slås ihop, och därefter väljs en eller flera uppvärmningsnivåer, till exempel 1,5°C och 2°C. I Figur 2 markerar punkterna vid vilken tid som +2°C nås i varje simulering. För varje uppvärmningsnivå väljs sedan medianen av de tidpunkter då simuleringarna når nivån, vilket ger ungefär 2030-talet för 1,5°C och 2050-talet för 2°C (se Tabell 1).

För att ge aktörer möjlighet att göra egna riskbedömningar kan en snabbare uppvärmningstakt antas. Då räcker det med att ett antal simuleringar, till exempel den varmaste tiondelen, når den valda uppvärmningsnivån. Den kommer då att beräknas inträffa tidigare; för +2°C vid 2030 istället för 2050 (Tabell 1).

	Medelscenario		**Högriskscenario**	
Tidsperiod	2030-talet	2050-talet	2030-talet	2050-talet
Uppvärmnings-nivå	1,5°C	2°C	2°C	2,5°C
Percentil	Median av klimatsimuleringarna vid 1,5°C	Median av klimatsimuleringarna vid 2°C	Snabb uppvärmning (till exempel 90:e percentilen av klimatsimuleringarna vid 2°C)	Snabb uppvärmning (till exempel 90:e percentilen) av klimatsimuleringarna vid 2,5°C)

Tabell 1 Exempel från Fourth Climate Change Risk Assessment – Independent Assessment, CCRA4-IA, Storbritannien.

Viktigt för beslutsfattare: Tidsserier och uppvärmningsnivåer svarar på olika frågor. Tidsserier visar när förändringar kan inträffa men har stor osäkerhet vid en given tidpunkt. Uppvärmningsnivåer minskar osäkerheten genom att simuleringar jämförs vid samma klimattillstånd men säger inget om när nivån nås. Flera länder kombinerar därför uppvärmningsnivåer med årtal när de rekommenderar anpassningsnivåer. Fördjupning finns i 8.8.

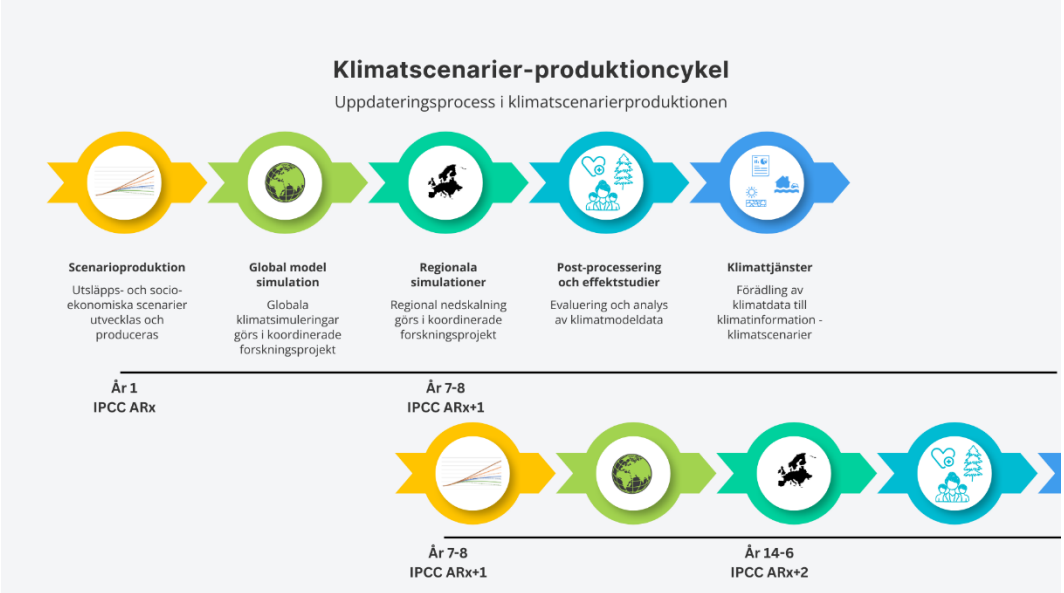
5.3 Uppdateringsprocessen – och varför den tar tid

5.3.1 En lång väg från scenario till klimatinformation

Vägen från uppdaterade scenarier till färdig klimatinformation är lång och tar som regel flera år. Det beror på att produktionskedjan är byggt i en serie (Figur 6): varje steg måste vänta på resultaten från föregående steg innan arbetet kan fortsätta. De globala klimatmodellerna måste vänta på att utsläppsscenarierna är

klara, de regionala klimatmodellerna på de globala, och de data som produceras måste därefter analyseras, kvalitetsgranskas och bearbetas innan de kan översättas till användbar klimatinformation och klimatscenarier.

Hela processen vilar på en vetenskaplig grund och omfattar forskning, metodutveckling och kvalitetssäkring inom flera olika områden. Det är därför inte bara själva klimatberäkningarna som tar tid, utan också arbetet med att säkerställa att resultaten är tillförlitliga, relevanta och användbara för olika målgrupper. Som framgår av Figur 6 innebär detta ytterligare två steg i kedjan för att få fram den klimatinformation som används i klimatanpassningen. Figur 7 visar uppdateringscykeln för utveckling och produktion av samhällsscenarier, globala klimatsimuleringar och regionala klimatsimuleringar i förhållande till IPCC:s utvärderingsrapporter under de två senaste decennierna.



Figur 6 Schematisk beskrivning av uppdateringscykeln inom scenariovärlden, från framtagning av scenarier till att data blir klimatinformation via klimattjänster.

Figur 7 Samband och ordningsföljd mellan scenarier, globala simuleringar och regionala nedskalningar.

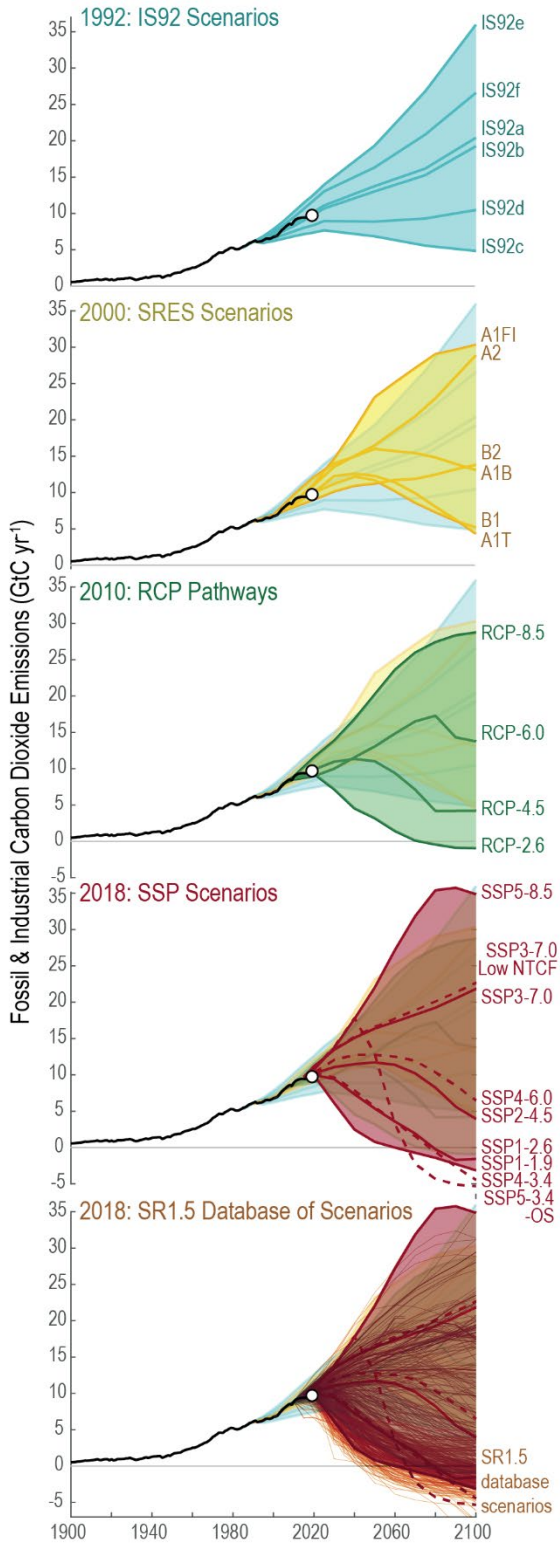
5.3.2 Varför uppdateras klimatscenarierna?

Eftersom klimatförändringen till största delen drivs av mänsklig verksamhet behövs regelbundet uppdaterade scenarier för att kunna göra trovärdiga och realistiska bedömningar av möjliga framtida utvecklingar. Scenarierna behöver hela tiden justeras efter den faktiska utvecklingen. Uppdateringarna är nödvändiga då världen förändras snabbt med ekonomier som växer och ställs om, befolkningsmönster som förändras, ny teknik som introduceras och politiska beslut som direkt påverkar utsläppsutvecklingen. Dessutom är det i grunden omöjligt att i förväg förutse alla de val, händelser och uppfinningar som kommer att forma framtiden. Scenarierna måste därför revideras kontinuerligt för att spegla den senaste kunskapen om möjliga framtida utvecklingar. Detta säkerställer att klimatmodelleringen kan bygga på ett relevant och realistiskt underlag och att klimatförändringens effekter ska kunna tolkas i ljuset av den faktiska samhällsutvecklingen.

Scenarierna uppdateras i takt med IPCC:s sammanställningar, och drivs både av att kunskapen om samhälle och teknik samt modellerna utvecklas kontinuerligt och av att tiden går. För att samordna internationella klimatmodellberäkningar genomförs återkommande jämförelseprojekt inom Coupled Model Intercomparison Project (CMIP). Dessa beräkningar utgör en viktig del av det vetenskapliga underlaget för IPCC:s utvärderingsrapporter (se även bilaga 8.5).

Figur 8 illustrerar de olika generationerna av scenarier sedan 1992 och visar hur scenariernas startpunkt successivt förskjuts framåt i takt med att tiden går. De scenarier som togs fram 1992 utgick från dåtidens antagande om framtiden. När nästa generation scenarier utvecklades fanns redan flera års faktisk samhälls- och utsläppsutveckling att ta hänsyn till (se Figur 8). På motsvarande sätt utgår RCP-scenarierna, som används i CMIP5, från år 2005 (Figur 8, tredje panelen), medan SSP-scenarierna, den nu gällande generationen som används i CMIP6, utgår från år 2015 (Figur 8, fjärde panelen).

En central poäng för beslutsfattare: politiska vägval påverkar samhällsutvecklingen i olika riktningar, och utfallen är svåra att förutse långt i förväg. Det understryker behovet av att kontinuerligt uppdatera det kunskapsunderlag som klimatanpassningen vilar på.



Figur 8 Utveckling av utsläppsscenarier över tid. Tiden visas på x-axeln och koldioxidutsläpp per år på y-axeln. Källa: IPCC AR6 WG1, Figur 1-28

5.4 Klimatscenarier - Vad behöver beslutsfattare känna till?

Klimatscenarier är slutprodukten av en lång kedja och behöver uppdateras regelbundet. Ny kunskap om klimatet, teknisk utveckling och förändringar i samhället gör att scenarierna behöver uppdateras för att förbli relevanta som beslutsunderlag. Samtidigt är produktionskedjan lång och omfattar flera steg av modellering, analys och kvalitetssäkring, vilka också alla utvecklas över tid. Det innebär att det kan ta flera år innan ny kunskap får genomslag i den klimatinformation som når beslutsfattare. Det finns därför ett behov av att effektivisera processen utan att kompromissa med den vetenskapliga kvaliteten.

Flera scenarier behövs för att hantera osäkerheten. Eftersom framtiden är osäker representerar klimatscenarierna olika möjliga utvecklingar och inte en enskild förutsägelse. Beslutsunderlag som bygger på ett enda scenario riskerar att ge en missvisande bild av framtiden. Robust planering bör i stället ta hänsyn till spannet mellan flera scenarier.

Uppvärmningsnivåer kan komplettera årtalsbaserade scenarier. Att utgå från en global uppvärmning av till exempel 2°C gör det möjligt att undersöka vilken klimatförändring som kan förväntas, oavsett när uppvärmningsnivån nås. Att koppla en global uppvärmningsnivå till ett visst årtal, gör det lättare att relatera forskningsresultat till politiska mål som Parisavtalet. Metoden har dock begränsningar: den säger inget om exakt när en nivå nås, den döljer regionala skillnader i uppvärmning och den ger en ofullständig bild av havsnivåhöjningen, som fortsätter långt efter att uppvärmningen har stabiliserats. Dessutom beror effekterna av förändringen på samhällets sårbarhet vilken också förändras över tid. Uppvärmningsnivåer bör därför ses som ett komplement till, och inte en ersättning för, årtalsbaserade regionala scenarier.

Regionala klimatscenarier är avgörande för klimatanpassning. Globala klimatscenarier ger en övergripande bild av klimatförändringen, men för att bedöma konsekvenser och planera konkreta anpassningsåtgärder kan mer detaljerad information om hur klimatet kan förändras regionalt och lokalt behövas. Regionala klimatscenarier är därför ett viktigt underlag för klimatanpassningsarbetet i Sverige.

6 Kartläggning av möjliga klimatscenarier att utgå ifrån

Kapitlet kartlägger vilka klimatdata och klimatscenarier som finns tillgängliga hösten 2026 (6.1) och vad som väntas under 2027–2029 (6.2).

6.1 Vad som finns just nu (hösten 2026)

6.1.1 Global klimatdata

Utöver tidigare generationers globala klimatsimuleringar, till exempel inom CMIP5, har nu nya globala klimatsimuleringar inom CMIP6 genomförts med flera olika framtidsscenarier inom ramen för ScenarioMIP (bilagor 8.5 och 8.6.). Dessa omfattar: SSP1-1,9, SSP1-2,6, SSP2-4,5, SSP3-7,0, SSP4-3,4, SSP4-6,0, SSP5-3,4 och SSP5-8,5.

ScenarioMIP samordnar de klimatsimuleringar som undersöker hur det globala klimatet kan komma att utvecklas under olika utsläppsscenarier.

6.1.2 Klimatdata för Europa och Sverige

Inom internationella samarbeten som EURO-CORDEX (Coordinated Downscaling Experiment - European Domain, bilaga 8.7) skalades globala klimatdata från CMIP5 och CMIP6 ned för Europa. Med hjälp av regionala klimatmodeller tas mer detaljerade klimatdata fram, till horisontell upplösning på ungefär 12 km x 12 km.

Regionala nedskalade klimatdata finns för RCP2,6, RCP4,5 och RCP8,5. Samhällsscenarierna beskrivs i avsnitt 5.1 och mer detaljerat i bilaga 8.1.

	Användbarhet i klimatanpassningssammanhang	Baserat på
RCP2,6	Har blivit orealistiskt sedan scenariot utvecklades 2010. I RCP2,6 skulle uppvärmningen begränsas till under 2°C utan att överskrida den nivån[5] fram till år 2100. Världen är redan nu på väg att överskrida 1,5°C.	CMIP5
RCP4,5	Mellanscenario som når strålningsdrivning av 4,5 W/m² år 2100 utan att överskrida den senare[6].	
RCP8,5	Har blivit mer osannolikt sedan 2005, utifrån dagens utveckling och nuvarande politik[8].	
SSP1-2,6	Liksom RCP2,6 visar scenariot vad som händer med klimatet även om uppvärmningen begränsas till målen i Parisavtalet, till cirka 1,8°C år 2100. CO_2-utsläpp dras ner till 0 år 2100.	CMIP6
SSP2-4,5	Mellanscenario; CO_2-utsläpp som 2015 tills 2050, sen minskning utan att nå 0 vid år 2100.	
SSP3-7,0	Högt scenario som beskriver dubblerade CO_2-utsläpp till år 2100. Enda scenario med ökat aerosolutsläpp[7]. Även den har blivit mer orealistiskt och ligger högre än H scenariot i CMIP7.[8]	

Tabell 2 Befintliga klimatsimuleringar för Europa och Sverige under RCP- och SSP-scenarierna.

Tabell 2 visar de scenarier för vilka det finns regionala klimatdata hösten 2026. Tabellen kommenterar också hur realistiska scenarierna är i nuläget. Som förklaras i avsnitt 5.3 har ny kunskap producerats mellan 2005 och 2026. Sedan scenarierna togs fram har kunskapen om bland annat teknisk utveckling, energisystem och utsläpp förändrats. Det gör att nya bedömningar kan göras av

[5] van Vuuren, D.P., Stehfest, E., den Elzen, M.G.J. et al. RCP2,6: exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2°C. Climatic Change 109, 95 (2011). https://doi.org/10.1007/s10584-011-0152-3

[6] Thomson, A.M., Calvin, K.V., Smith, S.J. et al. RCP4,5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100. Climatic Change 109, 77 (2011). https://doi.org/10.1007/s10584-011-0151-4

[7] Shiogama, H., Fujimori, S., Hasegawa, T. et al. Important distinctiveness of SSP3–7.0 for use in impact assessments. Nat. Clim. Chang. 13, 1276–1278 (2023). https://doi.org/10.1038/s41558-023-01883-2

[8] I CMIP7 ligger det högsta scenariot lägre än SSP3-7,0 https://www.carbonbrief.org/explainer-the-cmip7-emissions-scenarios-and-how-they-explore-future-climate-change

vad som är fysikaliskt möjligt, det vill säga det spann som beskriver möjliga framtider. Till exempel bedöms de höga utsläpp fram till år 2100 som representeras av RCP8,5 numera som orealistisk utifrån dagens utveckling och nuvarande politik, även om de inte kan uteslutas helt. Den rimliga baslinjen för ett upphävande av dagens politik har sjunkit. Billig sol- och vindkraft samt billiga batterier, en global platå i kolanvändningen och mer än två biljoner US-dollar per år i investeringar i ren energi gör att en tillbakarullning av klimatpolitiken inte skulle leda till de nivåer av kolanvändning som antas i RCP8,5-scenariot. Fortsatta utsläpp under lång tid (även på lägre nivå) kan så småningom nå upp till höga ackumulerade nivåer varvid det kan finnas anledning att behålla resultaten från RCP8,5 (då inte för 2100 men kanske för 2300 eller 2500).

Även RCP2,6 och SSP1-2,6 bedöms som mer osannolika. Båda scenarierna representerar vägen som följer målen i Parisavtalet att hålla den globala medeltemperaturen på väl under 2°C (RCP2,6 når cirka 1,7°C[9] och SSP1-2,6 når cirka 1,8°C[10] år 2100). Den senaste rapporten från UNEP (United Nation Environmental Programme) bedömer att 1,8°C nås redan mitten av seklet med fortsatt uppvärmning därefter[11].

6.1.3 Klimatscenarier för Sverige

Klimatscenarier för Sverige finns som olika tjänster hos SMHI, till exempel klimatscenariotjänsten, tjänsten för skyfallsstatistik och tjänsten för stigande havsnivå, men också i form av rapporter och data. Tjänsterna finns också beskrivna i avsnitt 4.3.3 i rapport om ”Klimatinformation som stöd för samhällets klimatanpassningsarbete”[12].

Klimatscenarier som baseras på **globala klimatdata**, till exempel tjänsten för stigande havsnivå (framtida medelvattenstånd), bygger på SSP1-1,9, SSP1-2,6, SSP2-4,5, SSP3-7,0 och SSP5-8.5.

Klimatscenarier som baseras på **regionala klimatdata**, till exempel klimatscenariotjänsten, bygger på RCP2,6, RCP4,5 och RCP8,5.

---

[9] O'Neill, B. C., Tebaldi, C., van Vuuren, D. P., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., Knutti, R., Kriegler, E., Lamarque, J.-F., Lowe, J., Meehl, G. A., Moss, R., Riahi, K., and Sanderson, B. M.: The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6, Geosci. Model Dev., 9, 3461–3482, https://doi.org/10.5194/gmd-9-3461-2016, 2016.

[10] IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3−32, doi:10.1017/9781009157896.001.

[11] UNEP Emissions Gap Report 2026: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/50038

[12] Kjellström E., Andersson L., Arneborg L., Berg P., Capell R., Fredriksson S., Hieronymus M., Jönsson A., Lindström L., Strandberg G.: Klimatinformation som stöd för samhällets klimatanpassningsarbete, Rapport Klimatologi Nr. 64, 2022, SMHI, Norrköping, Sweden, https://www.smhi.se/publikationer-fran-smhi/sok-publikationer/2022-02-07-klimatinformation-som-stod-for-samhallets-klimatanpassningsarbete (last access: 8 April 2025), 2022.

Viktigt för beslutsfattare: Hösten 2026 finns globala klimatdata för SSP-scenarier (CMIP6), medan regionala klimatdata för Europa och Sverige finns för RCP-scenarier (CMIP5). De regionala klimatscenarier som SMHI tillhandahåller i dag bygger därför på en äldre generation scenarier än de globala klimatdata som finns. RCP8,5 bedöms dessutom numera som mer orealistiskt, likaså SSP1-1,9.

6.2 Vad som väntas 2027 och senare

6.2.1 Nästa generation: de nya CMIP7-scenarierna

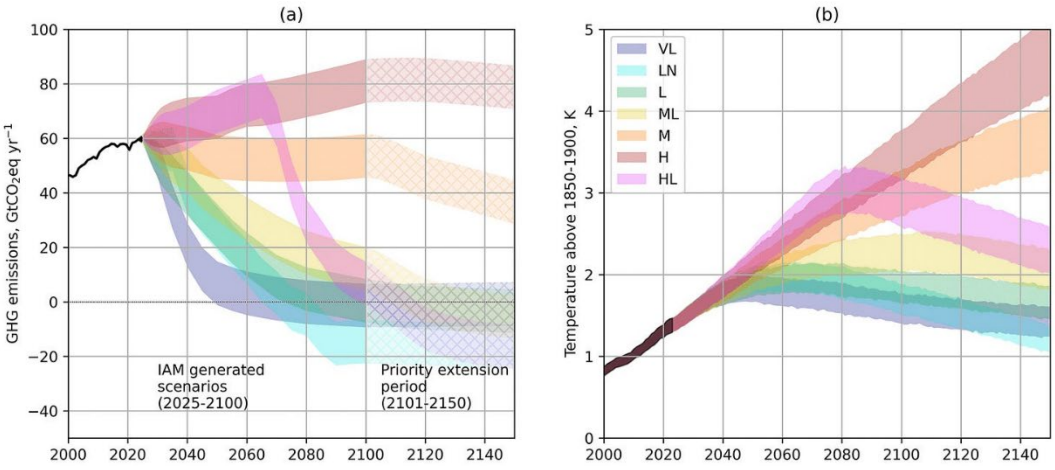
Sedan 2018 har arbetet fortsatt med nya scenarier som kommer att utvärderas i IPCC:s sjunde utvärderingsrapport (AR7). De nya samhällsscenarierna för CMIP7 började utvecklas under 2023 och publicerades 2026[13]. De omfattar sju scenarier som utgår från år 2025 och sträcker sig fram till 2150, vilket är 50 år längre än de tidigare scenarierna.

De uppdaterade socioekonomiska antagandena bakom de nya scenarierna beskriver en mer tätbefolkad och mindre välbärgad planet än de ursprungliga SSP-scenarierna. Den globala befolkningen når i det så kallade medelscenariot en topp på 10,1 miljarder människor omkring år 2080, och inkomsten per person år 2100 är mellan 10 och 25 procent lägre i de flesta SSP-scenarierna.

Alla scenarier som begränsar uppvärmningen förutsätter att teknik för koldioxidborttagning införs i stor skala. Enbart minskade utsläpp räcker inte för att dessa scenarier ska kunna förverkligas.

Figur 9 visar hur utsläppen av växthusgaser och den globala medeltemperaturen kan utvecklas enligt de sju scenarierna. Dessa utgör underlag för nästa generation globala klimatsimuleringar inom CMIP7, som i sin tur kommer att bidra till utvecklingen av uppdaterade regionala klimatscenarier.

[13] Van Vuuren, D. P., O'Neill, B. C., Tebaldi, C., Sanderson, B. M., Chini, L. P., Friedlingstein, P., Hasegawa, T., Riahi, K., Govindasamy, B., Bauer, N., Eyring, V., Fall, C. M. N., Frieler, K., Gidden, M. J., Gohar, L. K., Högner, A., Jones, A. D., Kikstra, J., King, A., Knutti, R., Kriegler, E., Lawrence, P., Lennard, C., Lowe, J., Mathison, C., Mehmood, S., Nicholls, Z., Prado, L. F., Zhang, Q., Rose, S. K., Ruane, A. C., Sandstad, M., Schleussner, C.-F., Seferian, R., Sillmann, J., Smith, C., Sörensson, A. A., Panickal, S., Tachiiri, K., Vaughan, N., Vishwanathan, S. S., Yokohata, T., Zecchetto, M., and Ziehn, T.: The Scenario Model Intercomparison Project for CMIP7 (ScenarioMIP-CMIP7), Geosci. Model Dev., 19, 2627–2656, https://doi.org/10.5194/gmd-19-2627-2026, 2026.



Figur 9 Urval av scenarier för globala klimatsimuleringar som ska ligga till grund för IPCC AR7. Till vänster visas möjliga koldioxidutsläpp under olika scenarier och till höger motsvarande förväntade global temperaturökning. Källa: Van Vuuren et al 2026.

De sju nya scenarierna (8.1.3) – Mycket låg (VL), Låg-till-negativ (LN), Låg, (L), Medel-till-låg (ML), Medel (M), Hög (H), Hög-till-låg (HL) - ger ett spann för den globala uppvärmningen år 2100 på mellan 1,6°C och 3,3°C över förindustriell nivå. Det är ett markant smalare spann än de 1,5°C till 4,7°C som gällde för SSP-scenarierna.

Toppen av scenariospannet har sjunkit för första gången på fyra generationer av klimatmodellering. De högsta scenarierna i de tre föregående IPCC-bedömningscyklerna gav alla omkring 4,6°C–4,9°C global uppvärmning år 2100, medan det höga CMIP7-scenariot istället når 3,3°C då de ackumulerade koldioxidutsläppen reducerats till omkring hälften jämfört med de tidigare scenarierna.

Det nya medelscenariot (M), som motsvarar en utveckling med dagens gällande politik, når en global uppvärmning av 2,9°C år 2100, passerar 2°C omkring 2050 och 3°C omkring 2110, med en 25% sannolikhet att överstiga 4°C till år 2150.

De lägsta scenarierna har förskjutits något uppåt, eftersom en framtid som helt undviker att överskrida 1,5°C inte längre anses möjlig. Det mycket låga scenariot når som högst omkring 1,8°C i mitten av seklet innan det sjunker tillbaka till nära 1,5°C år 2100 förutsatt att teknik för koldioxidborttagning införs i stor skala.

6.2.2 Utblick 2027 – nästa generation klimatdata och klimatscenarier

Under 2026 färdigställs nya simuleringar med integrerade bedömningsmodeller (Integrated Assessment Models, IAM:er), som ger klimatpåverkande faktorer till klimatsimuleringarna (8.3). Hösten 2026 påbörjades en ny generation globala

klimatsimuleringar för CMIP7[14] (bilaga 8.1.3). Dessa simuleringar kommer att ge ett nytt vetenskapligt underlag för att studera framtidens klimatförändringar och på sikt bidra till uppdaterade regionala klimatscenarier.

De första modelleringsgrupperna producera klimatdata med globala klimatmodeller för scenarierna H (high, hög) och VL (very low, mycket låg) (8.1.3).

Det är planerat att alla scenarier i Figur 9 ska köras med globala klimatmodeller inom ScenarioMIP för CMIP7. Det väntas bli klart under de närmaste åren. Tidplanen beror på när drivdata från IAM:erna (8.3) är klara och i vilken grad finansiering av klimatsimuleringar kan göras tillgänglig (7.1).

Ett första set av globala klimatdata från CMIP7 väntas bli tillgängligt under 2027. En första, sannolikt mindre, ensemble av regionala klimatsimuleringar baserade på dessa globala CMIP7-simuleringar kan förväntas under senare delen av 2027.

Under 2027 färdigställs också regionala klimatscenarier baserade på globala drivdata från CMIP6 (EURO-CORDEX CMIP6, Figur 7).

Viktigt för beslutsfattare: Nästa generation scenarier (CMIP7) ger ett smalare spann för den globala uppvärmningen år 2100 (1,6°C–3,3°C) än SSP-scenarierna (1,5°C–4,7°C). Det nya medelscenariot (M), som motsvarar en utveckling med dagens gällande politik, passerar 2°C omkring 2050, når 2,9°C år 2100 och 3°C omkring 2110 och har 25% sannolikhet att överstiga 4°C till år 2150.

Alla scenarier som begränsar uppvärmningen förutsätter storskalig koldioxidborttagning. Regionala klimatscenarier baserade på CMIP6 färdigställs under 2027, första globala klimatdata från CMIP7 väntas under 2027 och en första, sannolikt mindre, uppsättning regionala klimatsimuleringar sent under 2027. Tidplanen beror på när drivdata från IAM:erna är klara och på hur finansieringen av klimatsimuleringarna ser ut.

6.3 Möjliga scenarier att utgå ifrån

Utifrån analys av data- och scenarieunderlaget fram till hösten 2026 (avsnitt 6.1) och bedömningen av vad som kan tillkomma under 2027 (avsnitt 6.2) finns det sex möjliga klimatscenarier att utgå ifrån på regional nivå för Sverige. De listas i Tabell 2 och är de scenarier som med dagens kunskap kan användas i klimatanpassningen.

Skälet till att även mer osannolika scenarier ingår visar på utmaningen med uppdraget. Höga utsläppsscenarier, som RCP8,5, är relevanta för klimatanpassning inom verksamheter som är intresserade av extremer och långa tidshorisonter, och för dem som har låg riskacceptans. Det klimat som följer av

[14] Van Vuuren, D. P. et al.: The Scenario Model Intercomparison Project for CMIP7 (ScenarioMIP-CMIP7), Geosci. Model Dev., 19, 2627–2656, https://doi.org/10.5194/gmd-19-2627-2026, 2026.

utsläppen under RCP8,5 år 2100 är fortfarande realistiskt vid en senare tidpunkt, efter 2100. Eftersom det i dagsläget inte finns något klimatscenarieunderlag för åren efter 2100 kan RCP8,5 bidra med kunskap om högre uppvärmningsnivåer, för att ge underlag för riskbedömningar med längre tidshorisonter.

Låga utsläppsscenarier, som RCP2,6, ska inte heller uteslutas i denna kartläggning. De lägsta CMIP7-scenarierna ligger på lägre utsläppsnivåer än RCP2,6[15] och beskriver en väg med kraftig satsning på koldioxidborttagning, som är realistisk.

7 Finansiering av dataunderlag

7.1 Finansiering i huvudsak genom forskningsanslag

Ansvariga för klimatanpassning i Sverige behöver bra dataunderlag, eftersom framtiden är osäker. Uppdrag och ansvar för att anpassa Sverige finns hos olika myndigheter och kommuner, men ingen har fått i uppgift, med tillhörande finansiering, att ta fram dataunderlag till klimatscenarier. Det är tydligt att det behövs finansiering inte bara i Sverige för klimatmodellering utan också beslut om finansiering på EU-nivå. Svenska klimatmodeller kan inte ensamma ge ett omfattande underlag för klimatscenarierna. Det behövs flera klimatsimuleringar från olika klimatmodeller för ett robust dataunderlag och för det behövs mer finansiering till koordinerade program som Världsklimatforskningsprogrammet (WCRP)[16], CMIP (8.5) och CORDEX[17] (8.7) för att få fram dataunderlag till klimatscenarier för svensk klimatanpassning. Det är koordinering, samarbete och finansiering på internationell nivå som krävs för pålitlig och högkvalitativ klimatscenarier i Sverige[18].

Ett problem med att finansieringen kommer från forskningsprojekt är att forskningsfrågor styr valet av scenarier. Även om valet av scenarierna sker med klimatanpassning i åtanke, ligger stort fokus på samhälls- och naturvetenskaplig forskning, inte på samhällets behov av klimatinformation.

Viktigt för beslutsfattare: Underlaget för klimatscenarier tas till största delen fram med forskningsanslag. Det finns inget uppdrag med tillhörande finansiering som ger SMHI ansvar för att ta fram klimatscenarier (hela kedjan) löpande. Eftersom svenska klimatmodeller ensamma inte räcker krävs flera klimatmodeller och koordinerade internationella program (WCRP, CMIP, CORDEX), vilket också förutsätter finansieringsbeslut på EU-nivå. Kontinuitet i finansieringen påverkar både tidsåtgången och vilka scenarier som tas fram.

[15] https://www.carbonbrief.org/explainer-the-cmip7-emissions-scenarios-and-how-they-explore-future-climate-change#

[16] https://www.wcrp-climate.org/

[17] https://cordex.org/

[18] Jones, C. G. et al: Bringing it all together: science priorities for improved understanding of Earth system change and to support international climate policy, Earth Syst. Dynam., 15, 1319–1351, https://doi.org/10.5194/esd-15-1319-2024, 2024.

7.2 Tyskt projekt för bättre klimatanpassning – ett exempel för Sverige

FN:s klimatpanel IPCC slår i sin senaste rapport fast att klimatförändringarna redan kan påvisas i alla regioner i världen. Rapporten pekar också på vägar framåt, både för att minska klimatriskerna och för att anpassa samhällen till de konsekvenser som inte längre går att undvika.

En central utmaning är att IPCC:s globala klimatmodeller har för grov upplösning (rutstorlek av ca 100km x 100km, 8.4.2) för att ge tillförlitlig klimatinformation på nationell och regional nivå. För att kunna dra slutsatser om det framtida klimatet i ett enskilt land krävs regionala klimatmodeller (8.4.3) som bygger vidare på de globala data.

Denna utmaning tar Tyskland sig an genom forskningsprojektet UDAG[19] (”Uppdatering av dataunderlaget för klimatanpassning i Tyskland”). Projektet finansieras av det tyska utbildnings- och forskningsministeriet (BMFTR) med totalt cirka tre miljoner euro under perioden 2023–2026. Målet är att ta fram nya, uppdaterade regionala klimatprojektioner för Tyskland och Europa, som sedan ska ligga till grund för konkreta klimatanpassningsstrategier.

Det finns fler exempel där staten satsar på nationelle klimatscenarier, som UKCP18[20] i Storbritannien (på väg att blir uppdaterat), CH2025[21] i Schweiz (fjärde satsningen sedan CH2007), KNMI’23[22] i Nederländerna, Klimaatlas[23] i Danmark. Exemplen tas upp i andra delrapporten ”Internationell utblick om tillämpning av nationella riktlinjer och klimatscenarier” och nämns i SMHI Klimatologi nr 64[24].

Viktigt för beslutsfattare: Projektet visar hur ett grannland konkret investerar i att omsätta global klimatforskning till nationellt användbara beslutsunderlag. Ett liknande initiativ, med uppdaterade regionala klimatmodeller som grund för svenska anpassningsstrategier, skulle kunna stärka Sveriges förmåga att fatta väl underbyggda beslut inom allt från infrastruktur och samhällsplanering till jord- och skogsbruk.

[19] https://www.fona.de/de/neue-regionale-klimaprojektionen-fuer-deutschland-start-des-projekts-udag

[20] https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/collaboration/ukcp

[21] https://www.meteoswiss.admin.ch/about-us/research-and-cooperation/projects/2023/climate-ch2025.html

[22] https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-23-klimaatscenario-s

[23] https://www.dmi.dk/klimaatlas

[24] https://www.smhi.se/publikationer-fran-smhi/sok-publikationer/2022-02-07-klimatinformation-som-stod-for-samhallets-klimatanpassningsarbete

8 Bilagor

Bilagorna ger fördjupande teknisk bakgrund till kapitel 4–6 för den som vill veta mer, och huvudtexten går att läsa utan dem. Bilaga 8.1 beskriver scenarier, bilaga 7.2 olika typer av utsläpp, bilaga 8.3 integrerade bedömningsmodeller och bilaga 8.4 klimatmodeller. Bilagorna 8.5–8.7 beskriver de internationella samarbetena CMIP, ScenarioMIP och EURO-CORDEX, och bilaga 8.8 beskriver globala uppvärmningsnivåer.

8.1 Scenarier

Ett scenario är en beskrivning av en möjlig framtida utveckling, en **tänkt** kedja av händelser som sträcker sig långt in i framtiden. I det här sammanhanget handlar det antingen om **utsläppsscenarier**, som beskriver hur framtidens utsläpp av växthusgaser kan se ut, eller **socioekonomiska scenarier**, som beskriver hur samhällsutvecklingen inom ekonomi, befolkning, teknik och politik kan te sig.

Scenarier är **inte prognoser**. De anger inte vad som kommer att hända och är inte heller rangordnade efter hur sannolika de är. I stället fungerar de som **referenspunkter:** strukturerade och välgrundade beskrivningar av hur framtiden skulle kunna utvecklas under olika förutsättningar, givet världsläget och kunskapen vid den tidpunkten på scenarierna togs fram. Varje scenario är utformat för att vara rimligt, sammanhängande och heltäckande och väger samman faktorer som samhällsutveckling, klimatförändringar och klimatpolitiska val.

8.1.1 Utsläppsscenarier och strålningsdrivningsscenarier

Det råder stor osäkerhet om hur framtiden ser ut, och ingen kan förutse den. För att utforska osäkerheterna skapas scenarier.

Utsläppsscenarier beskriver hur framtidens utsläpp av växthusgaser och andra ämnen som påverkar jordens klimat skulle kunna se ut. De används som underlag i klimatmodeller, tillsammans med information om till exempel markanvändning.

Klimatpåverkande utsläpp skiljer sig kraftigt åt i hur länge de stannar i atmosfären, hur starkt de påverkar strålningsbalansen och om effekten blir global eller regional. Mer detaljerad information om olika typer av utsläpp finns i 8.2.

Varför perspektiven spelar roll i praktiken

Klimatpolitik på kort och lång sikt: Att minska metan och sot ger en snabb, mätbar bromsning av uppvärmningen inom år till decennier, medan minskningar av koldioxid framför allt avgör hur varmt det blir på mycket lång sikt. Båda behövs, men de löser olika problem[25].

[25] Smith, S., Lowe, J., Bowerman, N. et al. Equivalence of greenhouse-gas emissions for peak temperature limits. Nature Clim Change 2, 535–538 (2012). https://doi.org/10.1038/nclimate1496

Var utsläppsminskningar gör mest nytta: För koldioxid och metan spelar det ingen roll var i världen minskningen sker, eftersom den globala effekten är densamma. För partiklar, sot och ozonprekursorer kan platsen vara avgörande[26]. Att till exempel minska sotutsläpp nära snö- och istäckta områden (Arktis, Himalaya) ger oproportionerligt stor klimatnytta lokalt, utöver hälsovinster.

Motstridiga effekter: Att minska luftföroreningar (partiklar) av hälsoskäl kan paradoxalt nog öka uppvärmningen från växthusgaser på kort sikt, eftersom den kylande aerosoleffekten försvinner snabbare än växthusgasernas värmande effekt.

Scenarierna tas fram med avancerade beräkningsmodeller som bygger på antaganden om ekonomisk tillväxt, befolkningsutveckling, teknikutveckling och andra faktorer. Med tiden har modellerna blivit alltmer heltäckande och omfattar nu detaljerad information om utsläpp av olika gaser och partiklar samt om förändrad markanvändning.

Utöver att vara underlag för klimatmodeller används utsläppsscenarier för att jämföra olika framtida energi- och teknikvägar. Det gör det möjligt att undersöka vilka förändringar, inom teknik, ekonomi, politik eller andra områden, som krävs för att minska utsläppen. Man kan till exempel analysera vad som behövs för att hålla halterna av växthusgaser, eller den globala temperaturökningen, under en viss nivå. Scenarierna kan alltså användas som beslutsunderlag för att bedöma värdet av olika tekniksatsningar och konsekvenserna av olika politiska val.

Utsläppsscenarier är inte prognoser eller förutsägelser. De är i stället välgrundade bedömningar av **möjliga** framtida utsläppsnivåer, baserade på forskning om ekonomiska, miljömässiga och tekniska trender. De följer inte kortsiktiga svängningar som konjunkturcykler eller prisförändringar på oljemarknaden, utan fokuserar på långsiktiga trender över decennier och århundraden inom till exempel energisektorn, markanvändning, befolkningsutveckling, teknikutveckling. Det långa tidsperspektivet är nödvändigt eftersom klimatsystemet reagerar på förändringar i växthusgashalter över lång tid, och eftersom det tar lång tid att ställa om energisystem och ekonomisk infrastruktur.

8.1.1.1 Representative Concentration Pathways

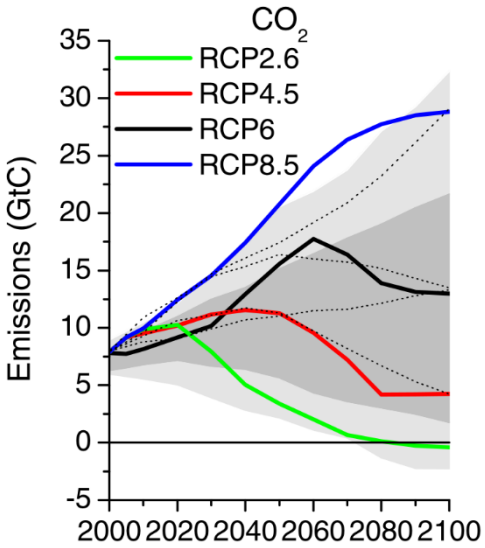
År 2010 publicerades nya utsläppsscenarier, så kallade RCP-scenarier, ”Representative Concentration Pathways”[27] [28]. RCP-scenarierna är scenarier för att beskriva olika möjliga utsläpp av växthusgaser mellan år 2006 och 2100. Väl kända är de fyra RCP-scenarierna RCP2,6, RCP4,5, RCP6,0 och RCP8,5, där siffrorna anger den strålningsdrivning de olika utvecklingsvägarna ger upphov till

[26] Bond, T. C., Doherty, S. J., Fahey, D. W., et al. (2013). Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 118, 5380–5552. https://doi.org/10.1002/jgrd.50171

[27] Moss, R., Edmonds, J., Hibbard, K. et al. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature 463, 747–756 (2010). https://doi.org/10.1038/nature08823

[28] Moss, R, et al, 2008. Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 132 pp.

år 2100[29]. Samtliga fyra RCP-scenarier bygger på antaganden om växthusgasutsläppens utveckling, markanvändningen (till exempel avskogning) och på bedömningar av utvecklingen för utsläppen av luftföroreningar (som svaveldioxid och kväveoxider).



RCP-scenarier är inte klimatpolitiska scenarier men belyser omfattningen av de åtgärder som krävs för att klara det internationellt beslutade målet om högst 2°C global temperaturökning, vilket endast är möjligt med RCP2,6.

RCP-scenarierna låg till grund för de globala klimatsimuleringar som användes i IPCC:s femte utvärderingsrapport (AR5)[30].

8.1.2 Socioekonomiska scenarier

SSP (Shared Socioeconomic Pathways, ”delade socioekonomiska utvecklingsvägar”) kompletterar RCP-scenarierna. RCP-scenarierna fokuserar på utsläppsnivåer, medan SSP-scenarierna tillför bilden av den samhällsutveckling och de ekonomiska förutsättningar som ligger bakom utsläppen, och hur dessa påverkar möjligheterna att både **begränsa** och **anpassa** sig till klimatförändringen.

Narrativ beskriver alternativa utvecklingsvägar för det framtida samhället. De presenterar utgångsläget utan klimatpolitik, och gör det möjligt för forskare att undersöka hinder och möjligheter för begränsning av och anpassning till klimatförändringen i respektive tänkbar framtid när de kombineras med mål för utsläppsminskning.

SSP1 och SSP5 beskriver relativt optimistiska trender för mänsklig utveckling, med ”betydande investeringar i utbildning och hälsa, snabb ekonomisk tillväxt och välfungerande institutioner”. De skiljer sig åt genom att SSP5 antar att utvecklingen drivs av en energiintensiv, fossilbränslebaserad ekonomi, medan SSP1 innebär en ökande övergång till hållbara metoder.

SSP3 och SSP4 är mer pessimistiska när det gäller framtida ekonomisk och social utveckling, med begränsade investeringar i utbildning och hälsa i fattigare länder i kombination med snabb befolkningstillväxt och ökande ojämlikhet.

---

[29] van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M. et al. The representative concentration path-ways: an overview. Climatic Change 109, 5 (2011). https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z

[30] IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

SSP2 är ett ”medelvägsscenario” (”middle of the road”) där historiska utvecklingsmönster fortsätter genom hela 2000-talet.

SSP-scenarierna kan ses som ”vägar” in i framtiden, som visar hur olika val inom ekonomi, utbildning, teknik och politik skapar olika förutsättningar för att hantera klimatutmaningen. Det finns fem huvudscenarier:

SSP1 – Den hållbara vägen: En optimistisk utveckling med stora satsningar på utbildning och hälsa, snabb ekonomisk tillväxt och välfungerande institutioner. Samhället rör sig alltmer mot hållbara lösningar och förnybar energi.

SSP2 – Mittenvägen: Utvecklingen fortsätter ungefär som historiskt, utan större förändringar åt vare sig positivt eller negativt håll. Varken de bästa eller de sämsta scenarierna förverkligas.

SSP3 – Den splittrade världen: En mer pessimistisk utveckling där länder prioriterar regional säkerhet på bekostnad av internationellt samarbete. Lite investeras i utbildning och hälsa, befolkningen växer snabbt och ojämlikheten ökar, vilket gör samhällen mer sårbara för klimatförändringar.

SSP4 – Den ojämlika världen: Stora klyftor, både inom och mellan länder, dominerar utvecklingen. Liksom i SSP3 är investeringarna i utbildning och hälsa låga, vilket ger samhällen med begränsad förmåga att hantera klimatpåverkan.

SSP5 – Den fossilberoende vägen: En i övrigt optimistisk utveckling med starka institutioner och ekonomisk tillväxt, men där energisystemet förblir starkt beroende av fossila bränslen. Det skapar goda förutsättningar för mänsklig utveckling men stora utmaningar för klimatet.

SSP1 och SSP5 beskriver relativt optimistiska trender för mänsklig utveckling, med ”betydande investeringar i utbildning och hälsa, snabb ekonomisk tillväxt och välfungerande institutioner”. De skiljer sig åt genom att SSP5 antar att utvecklingen drivs av en energiintensiv, fossilbränslebaserad ekonomi, medan SSP1 innebär en ökande övergång till hållbara metoder.

SSP3 och SSP4 är mer pessimistiska när det gäller framtida ekonomisk och social utveckling, med begränsade investeringar i utbildning och hälsa i fattigare länder i kombination med snabb befolkningstillväxt och ökande ojämlikhet.

SSP2 är ett ”medelvägsscenario” (”middle of the road”) där historiska utvecklingsmönster fortsätter genom hela 2000-talet.

Sammanfattningsvis är SSP-scenarierna ett verktyg för att förstå hur olika politiska prioriteringar och samhällsval, inom allt från energipolitik till utbildningssatsningar, påverkar möjligheterna att möta klimatutmaningen.

SSP-scenarierna utformades för att spegla världar där utmaningarna för utsläppsminskning och anpassning varierar från låga till mycket höga. De grundläggande SSP-scenarierna förutsätter att klimatpolitik saknas, men forskarna

ville också undersöka hur de underliggande socioekonomiska förhållandena skulle påverka genomförandet av klimatpolitik.

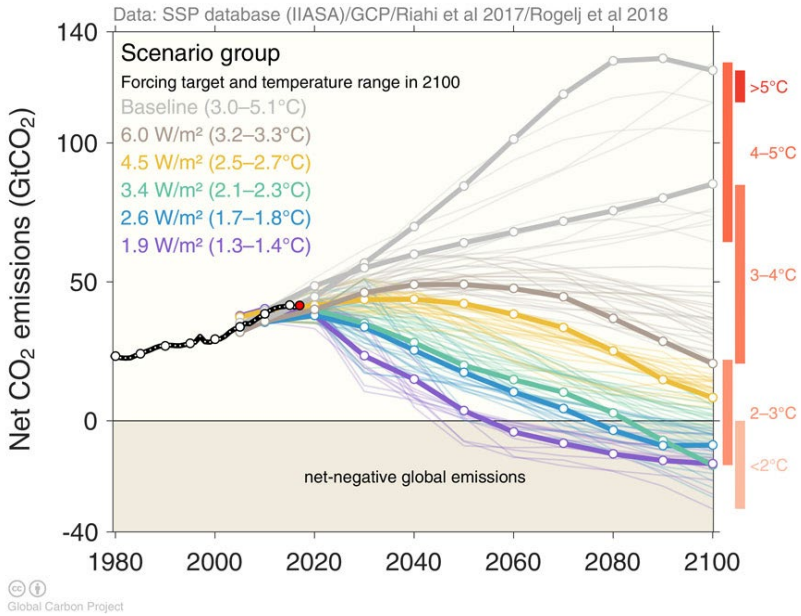
SSP1 kännetecknas till exempel av låga utmaningar för både utsläppsminskning och anpassning, tack vare snabb teknisk utveckling, relativt jämlikt global inkomstfördelning och fokus på miljömässig hållbarhet. SSP4 har på liknande sätt låga utmaningar för utsläppsminskning tack vare snabb teknisk utveckling men höga utmaningar för klimatanpassning på grund av bestående ojämlikhet och fattigdom i många delar av världen[31].

8.1.2.1 Att kombinera RCP- och SSP-scenarier

De grundläggande SSP-scenarierna skildrar en rad olika utfall utan ytterligare klimatpolitik. Forskarna ville också undersöka hur olika nivåer av utsläppsminskningar och klimatanpassning skulle passa in i den framtid som respektive SSP-scenario beskriver.

För att modellera detta användes gemensamma policyantaganden om hur snabbt internationellt samarbete kring klimatpolitik skulle kunna komma till stånd inom varje SSP-scenario, med hänsyn till de begränsningar som sätts av de underliggande antagandena om befolkningstillväxt, ekonomisk aktivitet och teknisk utveckling i respektive scenario.

De utsläppsminskningsmål som undersöktes definieras av nivåer på strålningsdrivningen (i watt per kvadratmeter), på samma sätt som RCP-scenarierna, som anger en målnivå för atmosfäriska växthusgaskoncentrationer (och tillhörande strålningsdrivning) år 2100.

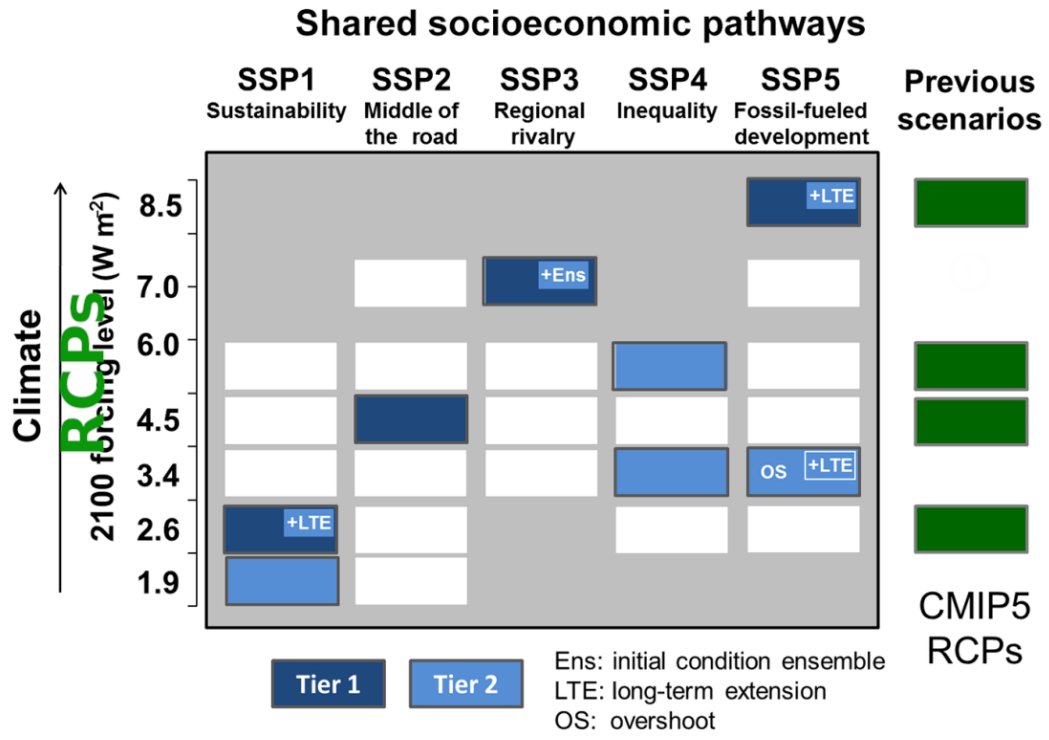


[31] https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change

Figur 10 Globala koldioxidutsläpp (gigaton, GtCO2) för samtliga IAM-körningar i SSP-databasen. SSP-baslinjescenarier utan klimatpolitik visas i grått och olika mål för utsläppsminskning i färg. Fetmarkerade linjer visar den delmängd av scenarier som valts ut för CMIP6-klimatmodellsimuleringar. Diagram framtaget för Carbon Brief av Glen Peters och Robbie Andrews, Global Carbon Project.

Mer specifikt undersöker varje SSP-scenario hur respektive RCP-scenario skulle kunna nås inom ramen för den aktuella världens underliggande socioekonomiska egenskaper och gemensamma policyantaganden (Figur 11). Som figuren visar är dock inte alla SSP-scenarier förenliga med de RCP-scenarier som begränsar uppvärmningen till 1,5°C eller 2°C över förindustriell nivå.

SSP-scenarierna kan kombineras med olika scenarier för strålningsdrivning (RCP) till år 2100. Det betyder att samma strålningsdrivning, till exempel 4,5 W/m², kan nås med olika SSP-scenarier.



Figur 11 Matris över SSP- och RCP-scenarier. Mörkblå celler visar scenarier som simulerades med globala klimatmodeller i ScenarioMIP (nivå1, Tier1) och ljusblå celler scenarier i nivå 2 (Tier2). Källa: Figur 2 i O'Neill et al. 2016[32]

Skillnaderna mellan SSP-scenarierna påverkar möjligheten att uppnå stora utsläppsminskningar på kort sikt. SSP1 och SSP4 möjliggör snabba globala åtgärder för att minska utsläppen utöver vad som redan har utlovats i de nationellt

[32] O'Neill, B. C., Tebaldi, C., van Vuuren, D. P., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., Knutti, R., Kriegler, E., Lamarque, J.-F., Lowe, J., Meehl, G. A., Moss, R., Riahi, K., and Sanderson, B. M.: The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6, Geosci. Model Dev., 9, 3461–3482, https://doi.org/10.5194/gmd-9-3461-2016, 2016.

fastställda bidragen (NDC) under Parisavtalet, medan SSP3 och SSP5 visar att även dessa befintliga åtaganden är svåra att uppnå fullt ut.

I SSP5 ökar utsläppen för mycket och minskar för långsamt för att målen i Parisavtalet ska kunna nås utan stora mängder negativa utsläpp senare under seklet, som kompenserar för de långsammare utsläppsminskningarna på kort sikt. Tre av fyra SSP5-modeller kunde ta fram möjliga scenarier för att uppnå RCP2,6-målet om att begränsa uppvärmningen till under 2°C, medan bara två av fyra kunde hitta en väg att nå RCP1,9 och begränsa uppvärmningen till under 1,5°C.

I SSP3 kunde modellerna varken uppnå RCP2,6- eller RCP1,9-målet, till följd av regional rivalitet och återuppblossande nationalism som begränsar världens förmåga att samarbeta kring utsläppsminskningar under de kommande decennierna.

Den snabba tekniska utvecklingen i SSP4 gör det lättare att nå mer måttliga utsläppsminskningsmål, men den höga ojämlikheten gör det svårare att nå mycket kraftiga minskningar, särskilt för utsläpp från markanvändning i fattigare länder. Därför kan alla tre SSP4-modeller nå RCP2,6, men bara en av tre kan nå RCP1,9 och begränsa uppvärmningen till under 1,5°C.

Scenarier som användes inom IPCC:s AR6 var till exempel SSP1-2,6, SSP2-4,5, SSP3-7,0 och SSP5-8,5. Siffrorna efter bindestrecket anger den strålningsdrivning som utvecklingsvägarna ger upphov till år 2100. Alla möjliga SSP-RCP-kombinationer har dock inte körts i klimatmodeller (blå celler i Figur 11). Skälet är resursbrist: finansiering, datorresurser och lagringsutrymme för data har inte räckt till för att köra alla kombinationer. Nedskalningen till regional nivå har gett ännu färre scenarier än de globala simuleringarna (6.1).

8.1.3 CMIP7 scenarierna

De sju scenarierna i korthet[33]

Hög (High, H): Klimatpolitiken försvagas eller överges, och fossila bränslen och resurskrävande teknik och livsstilar ökar. Scenariot är inte ”business as usual”, utan ett möjligt men inte det mest sannolika scenario med höga utsläpp. Det visar vad som händer om klimatpolitiken i stort sett misslyckas och hur nära kritiska tröskelvärden (tipping points) i jordsystemet världen då kommer.

Hög-till-låg (High-to-Low, HL): Utsläppen följer Hög-scenariot fram till mitten av seklet och minskar sedan kraftigt till nettonoll koldioxid vid 2100. Scenariot belyser konsekvenserna av kraftigt försenade åtgärder, till exempel om politiken skärps först när skadorna redan syns.

Medel (Medium, M): Dagens beslutade politik (läget 2025) fortsätter oförändrad hela seklet. Löften och nettonollmål räknas bara med om de backas upp av faktisk

[33] Van Vuuren, D. P.et al.: The Scenario Model Intercomparison Project for CMIP7 (ScenarioMIP-CMIP7), Geosci. Model Dev., 19, 2627–2656, https://doi.org/10.5194/gmd-19-2627-2026, 2026.

politik. Utsläppen blir därför högre än vad länderna lovat i sina klimatmål (NDC) till 2030. Scenariot är en jämförelsepunkt, inte en förutsägelse.

Medel-till-låg (Medium-to-Low, ML): Skärpt klimatpolitik kommer sent och räcker inte för Parisavtalets mål. Utsläppen når nettonoll ungefär vid sekelskiftet, och därefter följer en period med måttligt negativa utsläpp. Scenariot visar temperaturnivåer mellan Medel och Låg.

Låg (Low, L): Utsläppen minskar snabbt och är 2030 i nivå med ländernas klimatlöften. Nettonoll koldioxid nås omkring 2070 och nettonoll för alla växthusgaser före 2100. Målet är att med mer än 66 procents sannolikhet hålla uppvärmningen under 2°C hela tiden.

Mycket låg (Very Low, VL): Det mest ambitiösa scenariot som ännu är realistiskt. Ett tillfälligt överskridande av 1,5°C ses som i stort sett oundvikligt, men målet är att hålla toppen så låg som möjligt och få ned uppvärmningen under 1,5°C före 2100. Det kräver snabba och djupa minskningar av koldioxid och metan, minskad energianvändning, omfattande elektrifiering, förändrade matvanor och mer hållbart markutnyttjande. Behovet av koldioxidinfångning är begränsat.

Låg-till-negativ (Low-to-Negative, LN): Uppvärmningen överskrider 1,5°C mer än i VL men hålls ändå klart under 2°C. Därefter sänks temperaturen med mycket storskalig och snabb koldioxidinfångning. Scenariot belyser hur reversibelt klimatsystemet är och vad ett större överskridande innebär.

8.2 Olika typer av utsläpp

Klimatpåverkande utsläpp skiljer sig kraftigt åt i hur länge de stannar i atmosfären, hur starkt de påverkar strålningsbalansen och om effekten blir global eller regional.

Kategori	Typisk livslängd	Tidsdynamik	Geografisk räckvidd
CO_2	Årtusenden (delvis)	Reservoar–ackumuleras, irreversibelt	Global
N_2O, F-gaser[34]	År–tiotusentals år	Ackumuleras	Global
Metan	~12 år	Flöde – snabb respons	I huvudsak global
Marknära ozon	Timmar–veckor	Flöde – omedelbar	Regional
Partiklar/aerosoler	Dagar–veckor	Flöde – omedelbar, kan kyla eller värma	Lokal/regional
Aerosolprekursorer (SO_2, NO_x, NH_3, VOC)	Dagar–veckor (som partiklar)	Flöde	Lokal/regional

[34] F-gas (fluorerad växthusgas) är samlingsnamnet för en grupp konstgjorda kemiska gaser som innehåller grundämnet fluor.

Tabell 3 Klimatpåverkande utsläpp efter typisk livslängd i atmosfären, tidsdynamik och geografisk räckvidd. Källa: IPCC AR6 WGI, kapitel 5–7 (Canadell et al., 2021[35]; Szopa et al., 2021[36]; Forster et al., 2021[37]).

8.2.1 Långlivade växthusgaser (LLGHG – Long-Lived Greenhouse Gases)

Dessa gaser blandas jämnt i atmosfären eftersom deras livslängd (många år till årtusenden) är lång jämfört med den tid det tar för atmosfärisk cirkulation att blanda om luften globalt (cirka 1–2 år)[38][37]. Till de långlivade växthusgaserna räknas koldioxid (CO_2), dikväveoxid (N_2O, lustgas) och fluorerade gaser (HFC, PFC, SF_6, NF_3)

Tidsperspektiv: Eftersom CO_2[39] och de flesta fluorerade gaser är kemiskt mycket stabila, ”ärver” atmosfären dagens utsläpp i generationer eller längre. Uppvärmningen de orsakar är i praktiken irreversibel på mänskliga tidsskalor. Det handlar om ett reservoarproblem: det är den totala ackumulerade mängden, och inte utsläppstakten just nu, som avgör hur varmt det blir[40].

Geografiskt perspektiv: Eftersom de blandas jämnt globalt spelar det ingen roll för klimateffekten var på jorden utsläppet sker. Ett ton CO_2 från Kina har samma globala uppvärmningseffekt som ett ton från Sverige.

8.2.2 Kortlivade klimatpåverkande ämnen (SLCF – Short-Lived Climate Forcers)

Kategori omfattar gaser och partiklar med en atmosfärisk livslängd från dagar till ungefär ett decennium.

---

[35] Canadell, J.G.,et al., 2021: Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 673–816, doi:10.1017/9781009157896.007

[36] Szopa, S., Naik, V., Adhikary, B., et al. (2021). Short-Lived Climate Forcers. Kapitel 6 i: IPCC, Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-6/

[37] Forster, P., et al., 2021: The Earth’s Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 923–1054, doi:10.1017/9781009157896.009.

[38] Lacis, A.A., Hansen, J.E., Russell, G. l., Oinas, V. and Jonas, J. (2013) ‘The role of long-lived greenhouse gases as principal LW control knob that governs the global surface temperature for past and future climate change’, Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, 65(1), p. 19734. Available at: https://doi.org/10.3402/tellusb.v65i0.19734.

[39] Archer, David, et al., "Atmospheric Lifetime of Fossil Fuel Carbon Dioxide." Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Volume 37, 2009, doi:10.1146/annurev.earth.031208.100206. See also, Inman, Mason, "Carbon is forever." Nature Climate Change, Volume 1, 2008, doi:10.1038/climate.2008.122

[40] https://climate.mit.edu/ask-mit/how-do-we-know-how-long-carbon-dioxide-remains-atmosphere

Metan (CH_4)[41] räknas som kortlivad växthusgas. Metan har en livslängd på ungefär 10 -12 år och är en mycket starkare växthusgas än CO_2 per molekyl.

Tidsperspektiv: Metan är ett flödesproblem snarare än ett reservoarproblem, och dagens uppvärmning från metan beror i hög grad på dagens utsläppstakt. Om metanutsläppen minskar sjunker den metandrivna uppvärmningen inom ett decennium eller två, till skillnad från för CO_2. Metanminskningar är därför ett kraftfullt verktyg för att bromsa uppvärmningen på kort sikt, viktigt för att undvika tröskeleffekter som till exempel tining av permafrost.

Geografiskt perspektiv: Trots kortare livslängd hinner metan blandas relativt globalt (det tar ungefär ett år). Effekten räknas därför i huvudsak som global, om än något ojämnare fördelad än för CO_2.

8.2.3 Partiklar (aerosoler)

Partiklar (aerosoler) har mycket kort livslängd i atmosfären, från dagar till ett par veckor, eftersom de faller ned eller regnas ut (”wet/dry deposition”). De påverkar klimatet på två sätt:

- **Direkt effekt**: partiklarna sprider eller absorberar solljus.
- Sulfataerosoler och organiskt kol (ljusa partiklar): reflekterar solljus och kyler därmed klimatet lokalt/regionalt.
- Sot (svart kol, *black carbon*): absorberar solljus och värmer atmosfären. När sot faller ner på snö/is minskar det reflektiviteten (albedot) så att snön och isen smälter snabbare.
- **Indirekt effekt**: partiklar fungerar som kondensationskärnor för moln, vilket förändrar molnens reflektivitet, livslängd och nederbördsmönster.

Tidsperspektiv: Eftersom partiklar snabbt faller ur atmosfären är deras klimateffekt i det närmaste omedelbar och upphör nästan lika snabbt om utsläppen stryps, vilket är en helt annan dynamik än för CO_2. Historiskt har ökande partikelutsläpp (till exempel sulfat från kolkraft) delvis maskerat en del av växthusgasernas uppvärmning (”global dimming”). När luftföroreningarna sedan minskas av hälsoskäl kan uppvärmningen från växthusgaserna bli tydligare och snabbare.

Geografiskt perspektiv: Mycket starkt regionalt och lokalt mönster eftersom partiklarna aldrig hinner blandas globalt. Sotutsläpp i Sydasien påverkar till exempel monsunmönster regionalt och sot som hamnar på arktisk is eller Himalayas glaciärer har stor lokal effekt på smältningen trots att de globala utsläppen är små.

[41] Szopa, S., Naik, V., Adhikary, B., et al. (2021). Short-Lived Climate Forcers. Kapitel 6 i: IPCC, Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-6/

8.3 Integrerade bedömningsmodeller (IAM)

IAM:er (integrerade bedömningsmodeller, integrated assessment models[42]) lägger till samhälleliga aspekter till en energisystemmodell och simulerar hur befolkning, ekonomisk tillväxt och energianvändning påverkar, och samspelar med, det fysiska klimatet. De genererar scenarier för hur växthusgasutsläppen kan variera i framtiden utifrån underliggande socioekonomiska faktorer och för hur energianvändning, produktion och ekonomisk aktivitet kan förändras för att nå klimatmål för utsläppsbegränsning.

Sex IAM:er användes för att ta fram karakteristika för energianvändning och utsläpp för SSP-scenarierna: AIM-CGE, GCAM, IMAGE, MESSAGE-GLOBIOM, REMIND-Magpie och WITCH-GLOBIOM. Totalt skapades 24 baslinjescenarier av de olika modellerna som simulerade olika SSP-scenarier, även om inte alla modeller körde alla SSP-scenarier.

För att göra resultaten lättare att arbeta med för klimatmodelleringsgemenskapen valdes en enskild modell ut som ”markörscenario” för varje SSP-scenario. Forskare som studerar SSP1 använder till exempel resultaten från IMAGE-modellen, medan SSP2 använder MESSAGE-modellen.

Den enkla klimatmodellen MAGICC användes för att omvandla växthusgasutsläpp från IAM:erna till atmosfäriska koncentrationer och framtida uppvärmning.

8.4 Globala och regionala klimatmodeller

8.4.1 Grunden: välbeprövad fysik

Klimatmodeller bygger på väletablerade fysikaliska principer som beskriver hur processer i atmosfären, haven, landytan och istäcket fungerar och samspelar. Det ger klimatmodellerna en solid vetenskaplig grund och gör att resultaten generellt går att lita på. Eftersom klimatsystemet är mycket komplext innehåller modellerna en rad förenklingar, vilket gör att resultaten alltid är förknippade med viss osäkerhet. Ett viktigt steg i modellutvecklingen är därför att testa och utvärdera modellerna mot observationer av det historiska klimatet.

8.4.2 Globala klimatmodeller – den stora bilden

I en global klimatmodell delas jordens atmosfär, hav och landyta upp i ett rutnät av celler där fysikaliska ekvationer tillämpas för att beräkna klimatets utveckling över tid. Det ger en övergripande och fysikaliskt konsistent bild av klimatförändringen. Cellerna är dock stora, 80 km - 100 km breda, vilket gör att lokala detaljer inte fångas upp tillräckligt väl.

[42] https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change

8.4.3 Regionala klimatmodeller – mer fysik, inte bara ett förstoringsglas

Regionala klimatmodeller är inte bara en teknisk förfining av rutnätet där man ”zoomar in” på ett mindre område. De tillför också **ytterligare fysikaliska processer** som inte ryms i de globala modellerna. På regional nivå kan komplexa samspel modelleras, till exempel hur fukt rör sig över ett bergslandskap, hur lokala vindmönster påverkas av kustlinjer och sjöar och hur markanvändning och vegetation påverkar temperatur och nederbörd. Det är med andra ord mer fysik som tillämpas, inte mindre, när man går från global till regional skala.

Den regionala modellen hämtar sin storskaliga information från den globala modellen, men bygger vidare på den med en fysikaliskt rikare beskrivning av de lokala förhållandena. Cellerna är fortfarande relativt stora, för de flesta modeller 10 km - 15 km, och bara enstaka modeller körs med en upplösning på några få kilometer, där till exempel regnskurar kan återges realistiskt.

8.4.4 En enkel liknelse

Tänk dig en karta. En global klimatmodell är som en översiktskarta över hela Europa: den ger den stora bilden, men lokala detaljer som enskilda städer, dalgångar eller sjöar syns inte. Den regionala klimatmodellen är som en mer detaljerad karta över en svensk region. Den är inte bara en inklistrad förstoring av översiktskartan, utan innehåller också mer information, som höjdkurvor, vattendrag och skogsmark. På samma sätt tillför den regionala klimatmodellen mer fysik och fångar upp lokala förhållanden som den globala modellen inte kan se, som hur stora sjöar påverkar nederbörden i sitt närområde, eller hur en stor stad genererar sin egen värme.

8.4.5 Betydelse för beslutsfattare

Den fysikaliska grunden är viktig att känna till som beslutsfattare: klimatmodellernas resultat är inte godtyckliga, utan vilar på samma vetenskapliga principer som övrig naturvetenskap. Den regionala nivån ger dessutom svar på de frågor som är mest relevanta för politiska beslut, till exempel hur översvämningsrisken förändras längs en viss älv, hur torka påverkar jordbruket i en viss region eller hur extremväder kan belasta infrastrukturen. Utan regionala klimatmodeller riskerar anpassningsåtgärderna att bli för generella och missa de lokala behov och sårbarheter som faktiskt finns. **Klimatmodeller ligger, tillsammans med utsläppsscenarier och socioekonomiska scenarier, till grunden för klimatscenarier.**

8.5 CMIP

CMIP[43] är ett internationellt samarbete där forskningscentrum runt om i världen kör och jämför sina klimatmodeller med varandra. Det är den globala infrastruktur som ligger bakom nästan alla siffror som beslutsfattare möter i

[43] https://wcrp-cmip.org/

klimatsammanhang. IPCC:s rapporter bygger till exempel till stor del på CMIP-data.

8.5.1 Varför flera modeller istället för en?

Ingen enskild dator kan simulera jordens klimat i fullständig detalj. Vissa processer, till exempel moln och is är för småskaliga och måste förenklas och olika forskningscentrum förenklar på olika sätt. Genom att köra över 50 olika modeller parallellt och jämföra resultaten kan forskarna se vad de flesta modeller är överens om vilket är det man kan lita mest på, och var det finns osäkerhet, vilket man bör vara försiktigare med i beslutsfattande.

8.5.2 Vad ger det konkret?

Projektioner av hur mycket jorden värms upp och hur översvämningar, torka och andra extremväder förändras under olika framtidsscenarier (kopplade till SSP-scenarierna, se 5.1).

8.5.3 Betydelse för beslutsfattare

CMIP har funnits sedan 1995 och är nu inne i sin sjunde fas (CMIP7, dör de första data blir tillgängliga i mitten av 2026). Det är alltså inte en engångsstudie utan ett löpande, kvalitetssäkrat globalt system, vilket är en del av förklaringen till att resultaten anses tillräckligt robusta för att ligga till grund för politiska beslut.

8.6 ScenarioMIP

ScenarioMIP är den del av CMIP (det globala klimatmodellsamarbetet) som kör klimatmodellerna mot de olika framtidsscenarierna (SSP-scenarierna, se 5.1). Enkelt uttryckt är det här utsläpps- och markanvändningsscenarierna ”matas in” i klimatmodellerna för att visa vad de skulle innebära för klimatet.

8.6.1 Vad ger det konkret?

- En bättre bild av hur olika framtida utsläppsvägar skulle påverka klimatet, och i förlängningen samhället och naturen. Det är grunden för att bedöma både utsläppsminskning och klimatanpassning.
- Svar på specifika forskningsfrågor om vilka faktorer som driver klimateffekterna i respektive scenario.
- Bättre metoder för att ange hur säkra eller osäkra klimatsimuleringarna är, genom att många modeller jämförs samtidigt.

8.6.2 Betydelse för beslutsfattare?

ScenarioMIP knyter ihop tre annars separata forskningsvärldar, nämligen klimatforskning, ekonomisk och samhällsvetenskaplig modellering (IAM) och forskning om konsekvenser och sårbarhet (climate change impacts, adaptation and

vulnerability, IAV[44]), under ett gemensamt ramverk som organiseras av Världsklimatforskningsprogrammet (WCRP). ScenarioMIP är därmed den mekanism som gör att till exempel IPCC:s klimatsimuleringar och underlaget för Parisavtalets mål bygger på samstämmig, internationellt jämförbar vetenskap och inte på enskilda länders eller forskargruppers isolerade beräkningar. Projektet är nu inne i sin sjunde fas (CMIP7).

8.7 EURO-CORDEX

EURO-CORDEX står för Coordinated Downscaling Experiment - European Domain (koodinerad nedskalnings experiment for Europa) och är den europeiska grenen av det internationella initiativet CORDEX[45]. CORDEX är ett program som drivs av Världsklimatforskningsprogrammet (WCRP) och syftar till att skapa ett internationellt samordnat ramverk för att ta fram bättre regionala klimatprojektioner för alla landområden i världen. Resultaten ska användas som underlag för studier av klimatförändringarnas effekter och av klimatanpassning, inom tidsramen för IPCC:s femte utvärderingsrapport (AR5) och därefter.

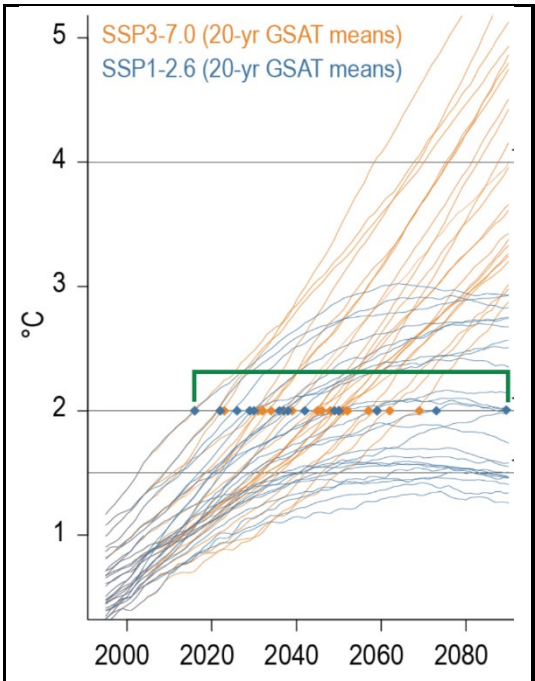
8.8 Globala uppvärmningsnivåer

Politiska mål som de i Parisavtalet uttrycks som globala uppvärmningsnivåer: 1,5 gradersmål och 2 gradersmål.

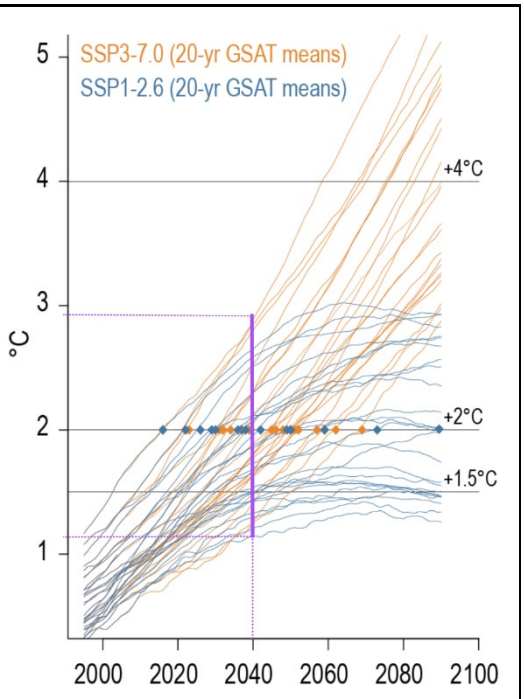
Globala uppvärmningsnivåer (global warming levels) är ett sätt att beskriva olika möjliga klimatutvecklingar som kompletterar den vanliga presentationen av klimatinformation. I stället för att fråga ”Hur varmt blir det år 2100?” frågar man ”Vad händer när jorden har blivit exempelvis 1,5°C, 2°C eller 3°C varmare jämfört med förindustriell tid (ungefär 1850–1900)?”.

[44] Biesbroek, R., Wright, S. J., Eguren, S. K., Bonotto, A., & Athanasiadis, I. N. (2022). Policy attention to climate change impacts, adaptation and vulnerability: a global assessment of National Communications (1994–2019). Climate Policy, 22(1), 97–111. https://doi.org/10.1080/14693062.2021.2018986

[45] https://cordex.org/



Figur 12 Exempel på en uppvärmningsnivå (2 grader) och dess tidsspann. Källa: IPCC AR6 WGI TS ,Figur 5a.



Figur 13 Exempel på en tidsperiod (2040talet) och dess spann av temperaturökning.

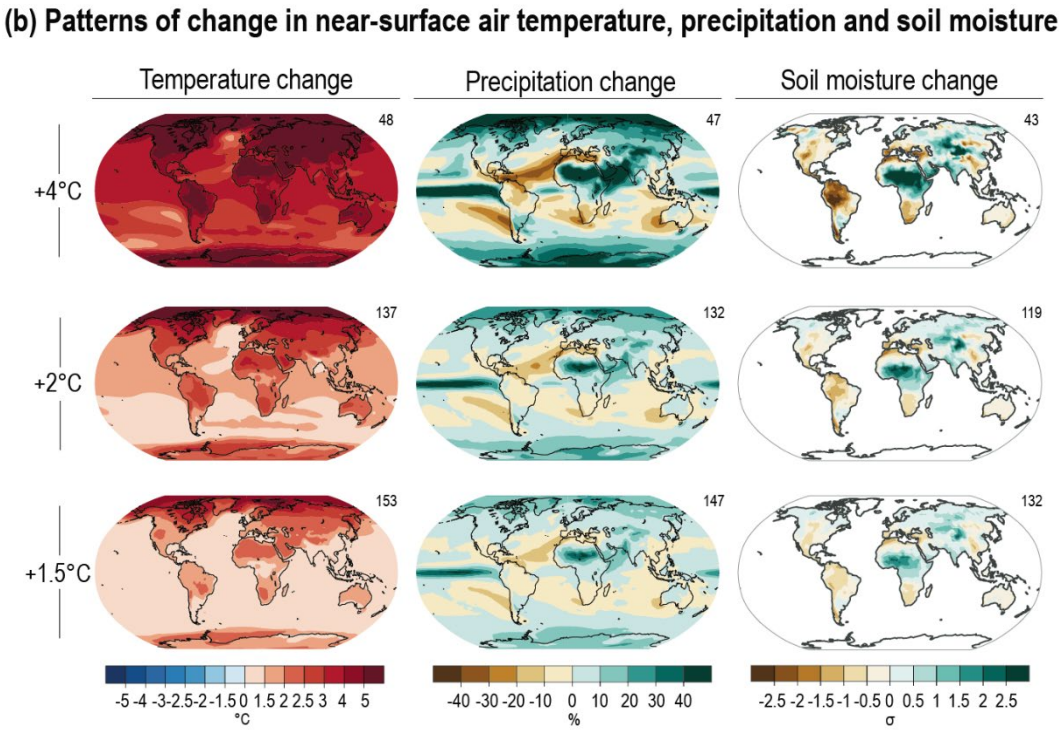
I Figur 12 visar orange och grå linjer tidsserier från enskilda klimatsimuleringar. Tiden (årtal) visas på x-axeln och temperaturförändringen jämfört med perioden 1850-1900 (°C) på y-axeln. Den horisontella linjen vid 2°C visar när en tidsserie från en viss klimatsimulering når uppvärmningsnivån av 2°C, vilket också markeras med grå och orange punkter. För att studera en värld som är 2°C varmare utvärderas alla simuleringar som når 2°C, oavsett när det sker. Därmed minskar spridningen i temperatur till nästan noll, och frågan ”Vad händer när jorden har blivit 2°C varmare jämfört med förindustriell tid (ungefär 1850–1900)?” blir lättare att besvara.

Om tidsperspektivet i stället står i fokus blir osäkerheten stor för frågan ”När inträffar 2°C uppvärmning?”. Det markeras som gröna linje i Figur 12.

Studeras i stället tidsserier för vissa tidsperioder, till exempel ”Hur ser klimatet ut om 15 år?”, visar Figur 13 att spridningen i temperatur vid till exempel 2040talet är nästan 2°C. Det syns en tydlig temperaturökning, men med ett brett osäkerhetsband. Det här sättet lämpar sig bättre för att svara på frågan ”Hur förändras klimatet över tid?”. Det är särskilt relevant för dyra anpassningar till nivåer långt fram i tiden. Anpassningar som behöver påbörjas nu är svåra att planera, eftersom utfallet är osäkert och livslängden kan vara till exempel 100 år.

Att kvantifiera hur klimatförändringarna slår igenom **geografiskt** vid olika globala uppvärmningsnivåer är användbart för att beskriva förändringar i medelklimatet, extrema väderhändelser och klimatrelaterade påverkansfaktorer (climatic impact-drivers) och för att ta hänsyn till regionala förändringar (Figur 14). Globala uppvärmningsnivåer kan användas för att sammanföra resultat,

oberoende av *när* uppvärmningsnivån nås och av vilket utsläppsscenario som ledde dit.



Figur 14 Geografiska skillnader vid olika globala uppvärmningsnivåer för temperatur (första kolumnen), nederbörd (andra kolumnen) och markfuktighet (tredje kolumnen). Raderna visar 1,5°C, 2°C och 4°C uppvärmningsnivå. Källa: IPCC AR6 WGI TS, Figur 5b

För många klimatvariabler ser det geografiska mönstret likadant ut vid en given uppvärmningsnivå oavsett scenario.

Det gäller dock inte **långsamt reagerande processer**, som massförlust från inlandsisar och glaciärer, uppvärmning av djuphavet och den havsnivåhöjning som hänger samman med dem. För dessa variabler beror förändringen på **hur lång tid** det tar att nå uppvärmningsnivån. Den skiljer sig också åt beroende på om nivån nås under en pågående uppvärmning eller efter att den tillfälligt har överskridits (overshoot). Förändringarna fortsätter dessutom att utvecklas i hundratals till tusentals år, även efter att den globala uppvärmningen har stabiliserats. Eftersom den globala yttemperaturen ökar nästan linjärt med de ackumulerade koldioxidutsläppen motsvarar varje uppvärmningsnivå ett ungefärligt kumulativt koldioxidutsläpp.

Fördelar. Med uppvärmningsnivåer kan hela spannet av möjliga utfall betraktas på en gång, utan att man behöver ta hänsyn till osäkerheten om när en nivå nås. Det eliminerar spridningen i tid och minskar osäkerheten. Det gör det också möjligt att blanda scenarier: ett scenario med snabba utsläppsminskningar kan nå 2°C uppvärmning först omkring år 2080, medan ett scenario med fortsatt höga utsläpp kan nå samma nivå redan omkring år 2040. Genom att jämföra klimatförändringen vid samma uppvärmningsnivå, i stället för vid samma årtal,

blir det tydligare vad en viss grad av uppvärmning faktiskt innebär, oavsett när den inträffar. Det finns också en direkt koppling till politiska mål, eftersom Parisavtalets mål (att hålla uppvärmningen under 2°C, med sikte på 1,5°C) är formulerade just i dessa termer. Det gör det enklare att koppla forskningsresultat till konkreta politiska målsättningar och att bedöma hur nära eller långt ifrån målen man är.

Begränsningar. Globala uppvärmningsnivåer säger inget om när en viss nivå förväntas nås, vilket är avgörande för politisk planering, eftersom tidsperspektivet påverkar allt från budgetcykler till infrastrukturinvesteringar och anpassningsåtgärder. Uppvärmningens hastighet påverkar också utfallet: samma globala uppvärmningsnivå kan nås via olika utsläppsbanor, med olika konsekvenser och en snabb uppvärmning till exempelvis 2°C ger ekosystem och samhällen mindre tid att anpassa sig än en långsammare uppvärmning till samma nivå. Uppvärmningsnivåer kan också ge en missvisande bild av havsnivåhöjningen. Havsnivån reagerar mycket långsammare på temperaturförändringar än till exempel lufttemperaturen, eftersom haven och ismassorna (till exempel Grönlandsisen och Antarktis) har en betydande eftersläpning. En viss global uppvärmningsnivå ger därför ingen fullständig bild av den havsnivåhöjning som redan är ”inbyggd” i systemet. Havsnivån kan fortsätta stiga i århundraden till årtusenden efter att en uppvärmningsnivå har nåtts, även om temperaturen därefter stabiliseras.

Viktigt för beslutsfattare: Uppvärmningsnivåer och tidsserier svarar på olika frågor och kompletterar varandra. Uppvärmningsnivåer visar vad som händer vid en viss uppvärmning, med låg osäkerhet och en direkt koppling till politiska mål som Parisavtalet. Tidsserier visar när det kan inträffa. För havsnivåhöjning och andra långsamma processer räcker inte uppvärmningsnivåer, och för planering behövs båda perspektiven.

SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Report Meteorology and Climatology)	1974
RH (Report Hydrology)	1990
RO (Report Oceanography)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985
KLIMATOLOGI	2009

I serien KLIMATOLOGI har tidigare utgivits:

1. Lotta Andersson, Julie Wilk, Phil Graham,
   Michele Warburton (University KwaZulu
   Natal) (2009)
   Local Assessment of Vulnerability to Climate Change Impacts on Water Resources in the Upper Thukela River Basin, South Africa – Recommendations for Adaptation

2. Gunn Persson, Markku Rummukainen (2010)
   Klimatförändringarnas effekter på svenskt miljömålsarbete

3. Jonas Olsson, Joel Dahné, Jonas German, Bo Westergren, Mathias von Scherling, Lena Kjellson, Fredrik Ohls, Alf Olsson (2010)
   En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem

4. Markku Rummukainen, Daniel J. A. Johansson, Christian Azar, Joakim Langner, Ralf Doescher, Henrik Smith (2011)
   Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet. En översyn av natur-vetenskapliga aspekter

5. Sten Bergström (2012)
   Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012

6. Jonas Olsson och Kean Foster (2013)
   Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige

7. FNs klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare. Effekter, anpassning och sårbarhet. Bidrag från arbetsgrupp 2 (WG 2) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2014)

8. Att begränsa klimatförändringar. FNs klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare. Bidrag från arbetsgrupp 3 (WG 3) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovermental Panel on Climate Change (2015)

9. Erik Kjellström SMHI. Reino Abrahamsson, Pelle Boberg. Eva Jernbäcker Naturvårdsverket. Marie Karlberg, Julien Morel Energimyndigheten och Åsa Sjöström SMHI (2014)
   Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget

10. Risker och konsekvenser för samhället av förändrat klimat – en kunskapsöversikt (2014)

11. Gunn Persson (2015)
    Vägledning för användande av klimatscenarier

12. Lotta Andersson, Anna Bohman, Lisa van Well, Anna Jonsson, Gunn Persson och Johanna Farelius (2015)
    Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat

13. Gunn Persson (2015)
    Sveriges klimat 1860-2014. Underlag till Dricksvattenutredningen

14. Anna Eklund, Jenny Axén Mårtensson, Sten Bergström, Emil Björck, Joel

Dahné, Lena Lindström, Daniel Nordborg, Jonas Olsson, Lennart Simonsson och Elin Sjökvist (2015) Sveriges framtida klimat. Underlag till Dricksvattensutredningen

15. Elin Sjökvist, Jenny Axén Mårtensson, Joel Dahné, Nina Köplin, Emil Björck, Linda Nylén, Gitte Berglöv, Johanna Tengdelius Brunell, Daniel Nordborg, Kristoffer Hallberg, Johan Södling, Steve Berggreen-Clausen (2015) Klimatscenarier för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier

16. Elin Sjökvist, Gunn Persson, Jenny Axén Mårtensson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson och Håkan Persson (2015) Framtidsklimat i Dalarnas län – enligt RCP-scenarier

17. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Värmlands län – enligt RCP-scenarier

18. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Örebro län – enligt RCP-scenarier

19. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västmanlands län – enligt RCP-scenarier

20. Elin Sjökvist, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson (2015)Framtidsklimat i Uppsala län – enligt RCP-scenarier

21. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier

22. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Södermanlands län – enligt RCP-scenarier

23. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Östergötlands län – enligt RCP-scenarier

24. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västra Götalands län – enligt RCP-scenarier

25. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Jönköpings län – enligt RCP-scenarier

26. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Kalmar län – enligt RCP-scenarier

27. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Kronobergs län – Enligt RCP-scenarier

28. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Hallands län – enligt RCP-scenarier

29. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell,

Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Skåne län – enligt RCP-scenarier

30. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Blekinge län – enligt RCP-scenarier.

31. Gunn Persson,Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Gotlands län – enligt RCP-scenarier

32. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Norrbottens län – enligt RCP-scenarier

33. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västerbottens län – enligt RCP-scenarier

34. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Jämtlands län – enligt RCP-scenarier

35. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västernorrlands län – enligt RCP-scenarier

36. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Gävleborgs län – enligt RCP-scenarier

37. Jonas Olsson, Weine Josefsson (red.) (2015) Skyfallsuppdraget - ett regeringsuppdrag till SMHI

38. Gunn Persson, Linda Nylén, Steve Berggreen-Clausen, Peter Berg, David Rayner och Elin Sjökvist (2015) Från utsläppsscenarier till lokal nederbörd och översvämningsrisker

39. Anna Eklund, Jenny Axén Mårtensson, Sten Bergström och Elin Sjökvist.(2015) Framtidens vattentillgång i Mälaren, Göta älv, Bolmen, Vombsjön och Gavleån. Underlag till Dricksvattenutredningen

40. Anna Bohman (Centrum för klimatpolitisk forskning, CSPR) vid Linköpings universitet, Lotta Andersson, SMHI och CSPR, Linköpings universitet samt Åsa Sjöström, SMHI. (2016) Förslag till en metod för uppföljning av det nationella klimatanpassningsarbetet. Redovisning av ett regeringsuppdrag December 2016

41. (2017) Karttjänst för framtida medelvattenstånd längs Sveriges kust

42. Anna Eklund, Linda Tofeldt, Johanna Tengdelius-Brunell, Anna Johnell, Jonas German, Elin Sjökvist, Maria Rasmusson, Elinor Andersson (2017) Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Vättern Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden

43. Anna Eklund, Anna Johnell, Linda Tofeldt, Johanna Tengdelius-Brunell, Maria Andersson, Cajsa-Lisa Ivarsson, Jonas German, Elin Sjökvist och Elinor Andersson (2017) Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Hjälmaren Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden

44. Anna Eklund, Linda Tofeldt, Anna Johnell, Maria Andersson, Johanna Tengdelius-Brunell, Jonas German, Elin Sjökvist, Maria Rasmusson, Ulrika Harbman, Elinor Andersson (2017) Vattennivåer, tappningar, vattentemperatur och is i Vänern Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden

45. Sofie Schöld, Cajsa-Lisa Ivarsson, Signild Nerheim och Johan Södling (2017) Beräkning av högsta vattenstånd längs Sveriges kust

46. Katarina Stensen, Johanna Tengdelius-Brunell, Elin Sjökvist, Elinor Andersson, Anna Eklund (2017) Vattentemperaturer och is i Mälaren Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden

47. Jonas Olsson, Peter Berg, Lennart Wern, Johan Södling, Lennart Simonsson,
Wei Yang, Anna Eronn (2017) Extremregn i nuvarande och framtida klimat – Analyser av observationer och framtidsscenarier.

48. Signild Nerheim, Sofie Schöld, Gunn Persson och Åsa Sjöström (2017) Framtida havsnivåer i Sverige

49. Anna Eklund, Katarina Stensen, Ghasem Alavi, Karin Jacobsson, Diala Abdoush (2018)
Sveriges stora sjöar idag och i framtiden. Klimatets påverkan på Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. Kunskapssammanställning januari 2018

50. Gunn Persson, Christina Wikberger, Jorge Amorim (2018)
Klimatanpassa städer med grönska

51. Katarina Losjö, Lennart Wern, Johan Södling (2019)
Uppföljning av riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden

52. Sjökvist, Elin (2019)
Sommaren 2018 – en glimt av framtiden?

53. Översättning av Summary for Policymakers (2019)
FN:s klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare
Global uppvärmning på 1,5ºC

54. Karin Hjerpe, Therése Sjöberg, Karin Lundgren Kownacki, Lotta Andersson, Åsa Sjöström (2020)
Myndigheters arbete med klimatanpassning 2019

55. Therése Sjöberg, Karin Hjerpe, Karin Lundgren Kownacki, Lotta Andersson (2020)
Kommunernas arbete med klimatanpassning 2019 - Analys av statusrapportering till SMHI

56. Klimatförändringar och biologisk mångfald – Slutsatser från IPCC och IPBES i ett svenskt perspektiv (2020)

57. FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare (2020)
Specialrapport om Klimatförändringar och marken

58. FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare (2020)
Specialrapport om Havet och kryosfären i ett förändrat klimat

59. Magnus Joelsson (2022)
Homogenisering av månadsmedeltemperatur 1860-2021

60. Karin Hjerpe, Åsa Sjöström (2020)
Förslag på system för uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning

61. Erik Kjellström (2021)
Betydelsen av storskalig atmosfärisk cirkulation för Sveriges temperatur- och nederbördsklimat
En jämförelse av normalperioder

62. Karin Hjerpe, Therése Sjöberg, Bodil Englund, Anna Jonsson (2021)
Myndigheters arbete med klimatanpassning 2020

63. Peter Berg, Thomas Bosshard, Wei Yang och Klaus Zimmermann (2021)
MIdAS version 0.1
framtagande och utvärdering av ett nytt verktyg för biasjustering

64. Erik Kjellström, Lotta Andersson, Lars Arneborg, Peter Berg, René Capell, Sam Fredriksson, Magnus Hieronymus, Anette Jönsson, Lena Lindström, Gustav Strandberg (2022)
Klimatinformation som stöd för klimatanpassningsarbetet

65. Översättning av Summary for Policymakers (2022)
FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare
Klimat i förändring 2021 Den naturvetenskapliga grunden

66. Karin Lundgren Kownacki, Bodil Englund, Aino Krunegård, Pontus

Wallin (2022) Myndigheters arbete med klimatanpassning 2021

67. FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare (2022)
Klimat i förändring 2022 Effekter, anpassning och sårbarhet

68. FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare (2022)
Klimat i förändring 2022 Att begränsa klimatförändringen

69. Semjon Schimanke, Magnus Joelsson, Sandra Andersson, Thomas Carlund, Lennart Wern, Sverker Hellström, Erik Kjellström (2022)
Observerad klimatförändring i Sverige 1860-2021

70. Elin Sjökvist, Emil Björck, Daniel Carlsson, Anna Eklund, Karin Jacobsson, Anna Johnell, Johan Södling och Julia Zabori (2023)
Jämförelse länsanalyser och scenariotjänst

71. AnnaKarin Unger, Anna Blomqvist, Bodil Englund, Trine Haugset (2023)
Myndigheters arbete med klimatanpassning 2022

72. FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare (2022)
Klimat i förändring 2023 Syntesrapport

73. AnnaKarin Unger, Anna Blomqvist, Trine Haugset, Linda Gren (2024)
Myndigheters arbete med klimatanpassning 2023

74. Elin Sjökvist, Maria Andersson, Anna Eklund, Emelie Karlsson och Maria Norman (2025)
Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser

75. Åsa Sjöström (SMHI), Timo Persson (Naturvårdsverket) (2025)
Förslag på nationellt uppföljningssystem för klimatanpassning

76. Trine Haugset, Linda Gren, Caroline Rydholm, AnnaKarin Unger (2025)
Myndigheters arbete med klimatanpassning 2024

77. Trine Haugset, Linda Gren, Karin Hjerpe, Aino Krunegård, AnnaKarin Unger
Myndigheters arbete med klimatanpassning 2025

Denna sida är avsiktligt blank

SMHI

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

ISSN 1654-2258