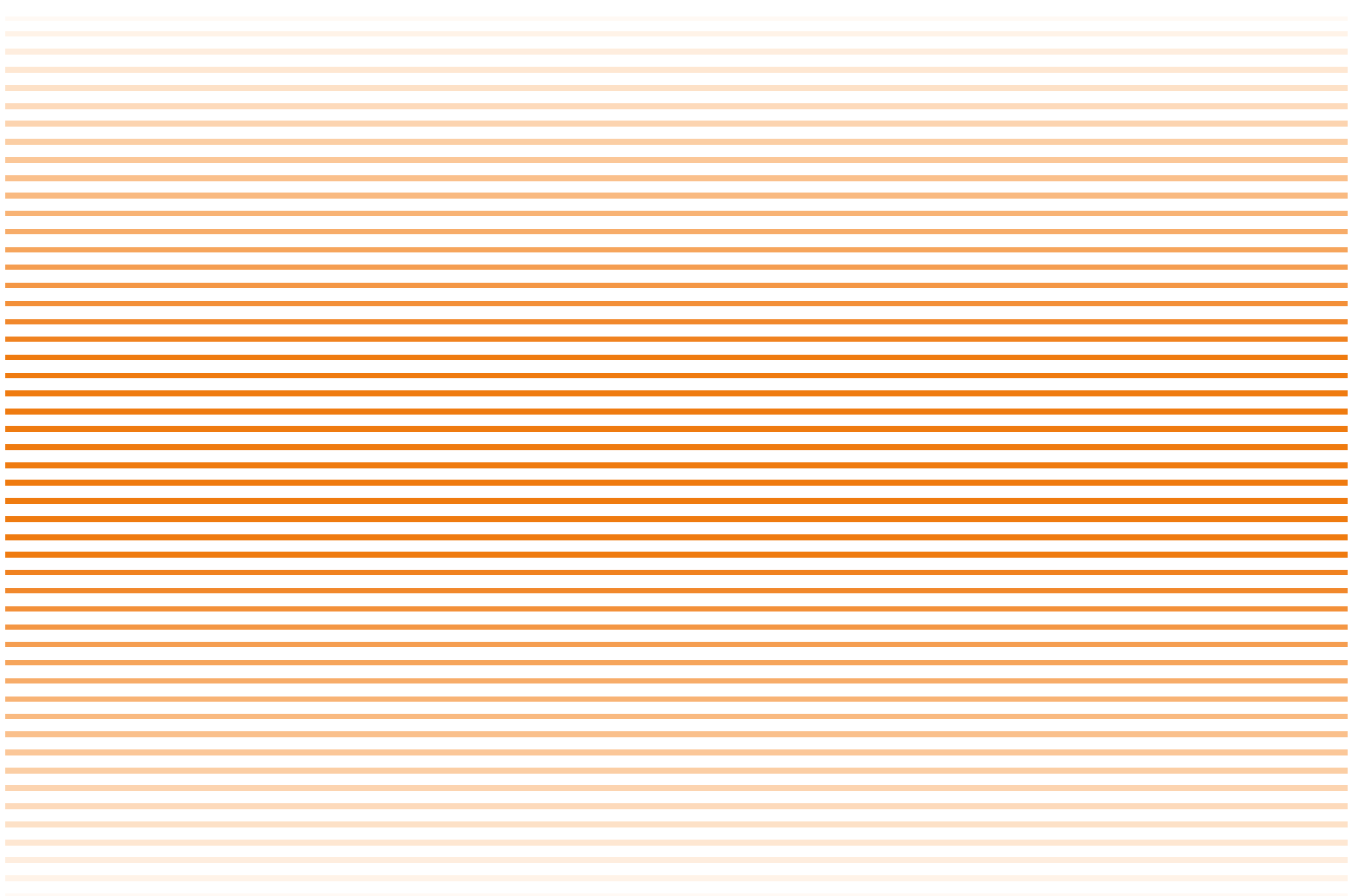


Klimatförändringarnas påverkan på de regioner Sverige är beroende av för sin livsmedelsförsörjning

Denna rapport har beställts av Livsmedelsverket i syfte att ge ett underlag som kan användas som stöd i myndighetens arbete.

Livsmedelsverket har inte tagit ställning till innehållet i rapporten, författarna svarar själva för rapportens innehåll och slutsatser.



Denna titel kan laddas ner från: www.livsmedelsverket.se/bestall-ladda-ner-material/.

Denna rapport har beställts av Livsmedelsverket i syfte att ge myndigheten ett underlag som kan användas som stöd i myndighetens arbete.

Livsmedelsverket har inte tagit ställning till innehållet i rapporten, författarna svarar själva för rapportens innehåll och slutsatser.

© Livsmedelsverket, 2019.

Författare:

Nicolai Prytz, Jonathan Gromark, Ingrid Cornander, EY.

Rekommenderad citering:

EY, Prytz N, Gromark J, Cornander I. 2019. E 2019 nr 01: Klimatförändringarnas påverkan på de regioner Sverige är beroende av för sin livsmedelsförsörjning. Livsmedelsverkets externa rapportserie. Livsmedelsverket, Uppsala.

E 2019 nr 01

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

Klimatförändringarnas påverkan på de regioner Sverige är beroende av för sin livsmedelsförsörjning

Författare::

Nicolai Prytz

Manager på Climate Change and Sustainability Services, EY, Norge

nicolai.prytz@no.ey.com

+47 976 79 763

Jonathan Gromark

Manager på Climate Change and Sustainability Services, EY, Sverige

jonathan.gromark@se.ey.com

+ 46 725 528 164

Ingrid Cornander

Senior Manager och ansvarig för Climate Change and Sustainability Services, EY, Sverige

Ingrid.cornander@se.ey.com

+ 46 702 466 792



Building a better
working world

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	4
1.1 Bakgrund.....	4
1.2 Förutsättningar och definitioner.....	4
2. Europa	6
2.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige	6
2.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker.....	6
2.3 Subregionala klimatförändringar	7
2.3.1 Norden	7
2.3.1.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	7
2.3.2 Centraleuropa	8
2.3.2.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	8
2.3.3 Sydeuropa	9
2.3.3.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	10
2.3.4 Östeuropa	10
2.3.4.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	11
3. Nordamerika.....	12
3.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige	12
3.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker.....	12
3.3 Klimatförändringar	13
3.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	14
4. Syd- och Centralamerika	16
4.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige	16
4.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker.....	16
4.3 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	18
5. Afrika och Mellanöstern	20
5.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige	20
5.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker.....	20
5.3 Subregionala klimatförändringar	21
5.3.1 Nordafrika och Mellanöstern	21
5.3.2 Västafrika	21
5.3.3 Östafrika.....	22
5.3.4 Södra Afrika.....	22
5.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	23
6. Asien.....	25

6.1 Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige	25
6.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker.....	25
6.3 Subregionala klimatförändringar	26
6.3.1 Syd- och Sydostasien	26
6.3.2 Ostasien	26
6.3.3 Centralasien	27
6.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	27
7. Oceanien.....	29
7.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige	29
7.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker.....	29
7.3 Klimatförändringar	30
7.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	31
8. Världshaven	33
8.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige	33
8.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker.....	33
8.3 Klimatförändringar	34
8.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen	35
9. Källor	36

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

För att öka möjligheten att hantera klimatförändringars effekter på livsmedelsproduktionen och försörjningen arbetar Sverige, precis som andra länder med klimatanpassning. Sverige behöver anpassa samhället till de klimatförändringar som förväntas ske på grund av historiska och pågående utsläpp av växthusgaser. Det ligger också i linje med de globala hållbarhetsmålen i Agenda 2030. Svenska myndigheter har dessutom i uppdrag att stödja klimatanpassningsarbetet inom respektive område. Det innebär att det egna verksamhetsområdet bör anpassa sin verksamhet till de konsekvenser som ett förändrat klimat förväntas leda till¹.

Livsmedelsverket har översiktligt beskrivit klimatförändringarnas påverkan på livsmedelssektorn och konsekvenser för Livsmedelsverket samt utarbetat en plan för myndighetens klimatanpassning². Denna rapport är utvecklad av EY på uppdrag från Livsmedelsverket och utgör underlag för myndighetens fortsatta arbete med att stödja klimatanpassning inom livsmedelssektorn. Syftet med rapporten är att ge en översiktlig beskrivning av konsekvenserna från klimatförändringar i de regioner i världen som Sverige är beroende av för sin livsmedelsförsörjning. Rapporten har baserats på insamling, granskning och analys av relevant litteratur, och har inte involverat någon ny forskning.

1.2 Förutsättningar och definitioner

Denna rapport är baserad på insamling, granskning, sammanställning och analys av relevant litteratur. Rapporten bygger därmed inte på någon primär forskning. Huvudkälla är FN:s klimatpanels (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) femte utvärderingsrapport om konsekvenser, anpassning och sårbarhet (WGII AR5)³. Om inget annat anges i texten eller som referens så är IPCC WGII AR5 källan till informationen i rapporten. Information som presenteras om regional klimatpåverkan baseras främst på kapitel 21–30 om regionala konsekvenser.

Denna rapport avser endast omfatta de fysiska effekterna av rådande och förväntade klimatförändringar. Påverkan från eventuellt klimatanpassningsarbete, politik och teknisk utveckling för att hantera förväntade förändringar tas inte i beaktande utöver vad som antas inkluderas i IPCC:s klimatscenarier.

För IPCC:s femte utvärderingsrapport har klimatscenarion under benämning Representative Concentration Pathways (RCP) utvecklats vilka även används som grund för beskrivningar av effekterna i denna rapport. Utgångspunkten genom hela rapporten är medelutsläppsscenario RCP4.5, om inget annat scenario anges. Under RCP4.5 sker en 1.7 – 2.2°C ökning av den globala genomsnittstemperaturen mot år 2100 jämfört med referensperioden 1850–1900. Sceneriet representerar en framtid ungefär i linje med de globala politiska ambitionerna i Parisavtalet, vilket syftar till att hålla ökningen av den globala genomsnittstemperaturen till mindre än 2°C jämfört med förindustriella nivåer. Den förväntade toppen av växthusgaser förväntas under sceneriet nås runt år 2040. Detta scenario valdes som utgångspunkt då Livsmedelsverket utgått från samma scenario i flera tidigare klimatanalyser och strategisk planering.

¹ Sveriges Riksdag. Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

² Livsmedelsverket. Livsmedelssektorn i ett förändrat klimat – plan för vad Livsmedelsverket behöver göra

³ IPCC. Climate Change 2014

Det bör noteras att RCP4.5 inte beaktar de potentiellt allvarigaste konsekvenserna av klimatförändringar som hör samman med ett högutsläppsscenario där världen fortsätter utan betydande övergång till lågutsläppsteknologier. Vidare presenterar IPCC AR5 inte alltid prognoser om klimatpåverkan och regional livsmedelsproduktion i enlighet med RCP 4.5 och därför innehåller denna rapport även prognoser i enlighet med både lägre eller högre utsläppsscenarioer, det vill säga RCP 2.6 och RCP 8.5 där denna information anses vara relevant.

		2046–2065		2081–2100	
	Scenario	Medel	Sannolikt intervall	Medel	Sannolikt intervall
Förändring av global genomsnittlig ytttemperatur (°C)	RCP2.6	1,61	1,01 – 2,21	1,61	0,91 – 2,31
	RCP4.5	2,01	1,51 – 2,61	2,41	1,71 – 3,21
	RCP6.0	1,91	1,41 – 2,41	2,81	2,01 – 3,71
	RCP8.5	2,61	2,01 – 3,21	4,31	3,21 – 5,41
	Scenario	Medel	Sannolikt intervall	Medel	Sannolikt intervall
Genomsnittlig global havsnivåhöjning (m)	RCP2.6	0,24	0,17 – 0,32	0,40	0,26 – 0,55
	RCP4.5	0,26	0,19 – 0,33	0,47	0,32 – 0,63
	RCP6.0	0,25	0,18 – 0,32	0,48	0,33 – 0,63
	RCP8.5	0,30	0,22 – 0,38	0,63	0,45 – 0,82

Tabell 1 | Prognostiserad förändring av den globala genomsnittliga ytttemperaturen och den globala genomsnittliga havsnivån för mitten av och slutet 2100 till referensperioden 1850–1900⁴.

För varje region som omfattas i denna rapport finns en tabell med en sammanfattning av viktiga klimatrisker, deras konfidensnivå samt de förväntade effekterna i nutid, till 2030–2040 och 2080–2100. Tabellerna är baserade på liknande tabeller från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter. Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Riskerna kategoriseras som mycket låg, låg, medelhög, hög eller mycket hög.

Uppdelningen av geografiska regioner har i stort baserats på uppdelningen som finns i IPCC:s rapport. Några undantag har dock gjorts och Mellanöstern har inkluderats i Afrika-kapitlet och delregionen Nordafrika. Det beror på att dessa områden har mycket liknande klimatförhållanden. I Europa har området Norden inkluderat Danmark och exkluderat delar av Ryssland till skillnad från uppdelningen som IPCC använder för norra Europa (Northern). De västra delarna av Europa (Atlantic) inklusive Storbritannien, Irland och delar av norra Frankrike och västra delarna av Tyskland har slagits ihop med de östra delarna av Centraleuropa (Continental) inklusive östra Tyskland, Polen och övriga öststater som nu tillhör EU. Vidare har de östeuropeiska länderna Ukraina, Ungern, Moldavien och Ryssland slagits ihop i ett separat avsnitt. Uppdelningen har baserats på tillgänglig information om de olika regionerna och det bör noteras att flera effekter som beskrivs i ett område kan även vara relevant i andra regioner som gränsar till området.

⁴ IPCC. Climate Change 2013, Summary for Policymakers, 23

2. Europa

2.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige

Prognoserna för effekterna av klimatförändringarna på avkastningen och produktionen av grödor i Europa är osäkra och studiernas resultat kan variera beroende av använd modell eller scenario. Variationer finns även för hur jordbruket förväntas att påverkas. Generellt bedöms södra och centrala delar av Europa påverkas negativt, medan norra Europa kan gynnas något av klimatförändringarna. Livsmedel som produceras i regionen och som Sverige konsumerar är många och inkluderar olika former av kött- och mejeriprodukter, frukter, olika sädesslag och grönsaker samt baljväxter. Länder som är betydande för odling av frukt är Spanien, Italien, Frankrike och Polen⁵. När det kommer till area av odling är Spanien störst i Europa för frukt och Italien för grönsaker⁶. Både Spanien och Belgien är viktiga länder för import av jordgubbar. Frankrike, Spanien och Italien är viktiga producenter av oliver och olivolja⁷.

2.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker

Faktorer för klimatpåverkan i Europa⁸



Risikfaktor ⁹	Säkerhet	Nutid	2030–2040	2080–2100
Översvämningar i kustområden och längs flodbankar på grund av stigande havsnivå, extrem nederbörd och kusterosion.	Hög	Medium	Medium	Medium
Ökat tryck på vattenresurser på grund av minskad tillgång från både floder och grundvattenreservoarer i kombination med ökad efterfrågan från jordbruk, energisektorn och industrin.	Hög	Medium	Hög	Hög
Flera och mer intensiva värmeböljor med negativa konsekvenser för jordbruket.	Medium	Medium	Hög	Hög

Sammanfattning av klimatrisker

Europa kommer i allmänhet att bli varmare som ett resultat av klimatförändringen och sannolikheten för längre och mer omfattande torka kommer att öka. Dessutom kan värmeböljor och extrem värme orsaka försvagat jordbruk och minskade grödor. Översvämningar på grund av extrem nederbörd och stigande havsnivåer kommer sannolikt att intensifieras, särskilt i kustområden och i stora floddeltan.

⁵ Eurostat. Agriculture, forestry and fishery statistics

⁶ Eurostat. Where are our fruit and veg produced?

⁷ Eurostat. Agricultural production - Crops

⁸ Dessa faktorer är baserade på 'Table 23–5' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

⁹ Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Tabell är baserad på 'Table 23-5' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

2.3 Subregionala klimatförändringar

2.3.1 Norden

Temperaturen i Nordeuropa förväntas öka som en följd av klimatförändringar och den största temperaturökningen förväntas ske under vintern. De nordvästra delarna av Europa bedöms få en temperaturökning i linje med den globala genomsnittliga ökningen. I de nordöstra delarna förväntas ökningen däremot bli något större. Extrema väderhändelser kan med stor sannolikhet öka framöver i regionen och perioder med extrema temperaturer och värmeböljor följt av torka förväntas bli allt vanligare. Total nederbörd förväntas öka i regionen och även tillfällena med extrem nederbörd.



Klimatförändringarna, med mildare vintrar, kommer mycket sannolikt att förlänga perioderna med skadedjur och växtsjukdomar samt ge ökade förutsättningar för potentiell förflyttning och introduktion av nya arter vilket kan påverka jordbruket negativt.

Ökad nederbörd och mer intensiva perioder med regn, kombinerat med minskat snötäcke och kortare perioder med frostmark kommer även att kunna förstärka erosionen och skapa problem med markdränering. Detta resulterar i en förlust av värdefull jord och sämre vattenkvalitet som en följd av ökad avrinning av partiklar och näringsämnen från jordbruksmark¹⁰. Norra Europa förväntas också komma att påverkas av mer frekventa översvämningar vilket kan skada flera olika sorters grödor och växter, komplicera markens bearbetbarhet och därigenom ge ökad variation i storleken av skördar.

2.3.1.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Den generella trenden i flera studier är att vädret kommer att bli både våtare och varmare i de norra delarna av Europa, vilket kan förlänga den möjliga odlingssäsonger. Den ökade frekvensen av kraftiga regn, värmeböljor och torka kan dock resultera i större variation av skördarna.¹¹ Översvämningar kan också komma att medföra ökade skador på grödor och växter, komplicera markens bearbetbarhet samt medföra ökad variation på storleken av skördar.

Gynnsammare förhållanden för odling kan väntas på grund av längre växtsäsong och mildare vintrar under förutsättning att extrema väderhändelser uteblir eller kan hanteras på ett lämpligt sätt. En annan förutsättning för ökad produktion är att växter och arter väljs som kan utnyttja de förändrade förhållandena så som exempelvis vete och potatis. Odlingarna av dessa grödor kan komma att öka med 10–30 %. Studier visar att odlingsområdet för majs och vete kommer att öka i Nordeuropa på grund av den längre växtsäsongen. Området för havreodling förväntas dock minska i södra Finland och i mellersta Sverige men öka i de områden som idag inte odlar havre¹². I Norge förväntas en måttlig temperaturökning, i kombination med tillräcklig tillgång till vatten, också ge ökad produktion. Proteininnehållet kan dock komma att påverkas negativt i maten och exempelvis hade vetet från norra Europa mycket lågt proteininnehåll under 2017/18 på grund av den ökade frekvensen av regn under perioden¹³.

¹⁰ Norges offentlege utgreiingar. Tilpassing til eit klima i endring

¹¹ FAO. Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade, 113

¹² Ibid, 123

¹³ European Commission. Focus on: EU cereal production is expected to recover but stay below average

Den längre växtsäsongen för grödor och gräsmarker i de nordiska länderna kan även bidra till ökad produktivitet av boskapsproduktionen. Utmaningar som kan motverka möjligheterna till tillväxt är dock utökade problem med sjukdomar och ökad nederbörd vilket kan försämra betestillgången¹⁴.

Forskningen ger inget entydigt svar på vad de övergripande effekterna av klimatförändringar kommer att vara på Norra Europas jordbruk. Ökade skördar på grund av gynnsammare klimat samt utökad område för odling kan bidra positivt samtidigt som ökad variation i klimatet, ökad spridning av växtsjukdomar samt översvämningar kan komma att begränsa produktionen.

2.3.2 Centraleuropa

I regionen förväntas nederbörden minska under sommarmånaderna och mycket av det snöfall som normalt sker i bergsområdena kommer utgöras av regn. Tillfällen med extrem nederbörd kommer med hög säkerhet att öka under hela året förutom under sommaren. Klimatförändringarnas effekt på mängden nederbörd i Centraleuropa är dock mindre tydligt än för Nord- och Sydeuropa.



Stigande havsnivåer förväntas särskilt drabba Nederländerna, Tyskland, Frankrike och Belgien med stora konsekvenser som följd. Den genomsnittliga globala höjningen i världshaven förutses komma att bli 0,36–0,63 meter under RCP4.5 och 0,48–0,82 meter under RCP8.5, till perioden 2081–2100 jämfört med 1986–2005. Havsnivåerna kan dock under vissa scenarier komma att öka globalt med hela 0,55 till 1,15 meter till 2100 (låg sannolikhet). För Nederländerna, ett land som är särskilt sårbart på grund av landets låga höjd, förväntas en lokal ökning på mellan 0,40 och 1,05 meter. Under ett annat scenario med låg sannolikhet men med stor påverkan kan vattennivån höjas med 0,9–1,9 meter i Storbritannien till 2100.

Regionen tycks vara särskilt sårbar för mer frekventa fall av översvämningar vilket medför skador på grödor och växter, komplicera markens bearbetbarhet samt leda till ökad variationen på storleken av skördarna.

Under klimatförhållanden liknande RCP 8.5 kan grundvattenpåfyllningen vid slutet av 2000-talet komma att minska avsevärt för avrinningsområden i norra Frankrike och Belgien. En minskad nederbörd under sommaren och en ökad under vintern kan även medföra att nitratutlakningen ökar kraftigt och påverka vattenkvaliteten negativt.

Likt norra Europa förväntas högre temperaturer också medföra ökad spridning av skadedjur och växtsjukdomar vilket kan komma att påverka både grödor och boskapsdjur negativt.

2.3.2.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Varmare och torrare förhållanden redan tidigare än 2050 kan komma att resultera i måttliga nedgångar i avkastning på skördar i Centraleuropa. Andelen gynnsam mark för bland annat veteodling förväntas minska i Frankrike och Ungern på grund av torrare och varmare somrar. Stora variationer i veteskördarna har redan kunnat noteras under de senaste decennierna i regionen. Höga

¹⁴ European Environmental Agency. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, 239

temperaturer och torka bedöms också ha medfört att tillväxten i vintervetet¹⁵ i Frankrike avstannat något trots förbättrade odlingstekniker. Druvproduktionen förväntas även minska i Frankrike på grund av mer extrema väder med frost och stormar under vårsäsongen¹⁶. I östra Skottland har dock den ökade temperaturen istället gynnat odlingen av potatis sedan länge.

Enligt analys från IPCC:s fjärde utvärderingsrapport¹⁷ (AR4) kan den gräsbaseade mjölkproduktionen eventuellt öka till 2100 på Irland och i Frankrike, men med ökad risk för produktionsfel under sommar/höst i centrala Europa och Frankrike. Under AR4-scenariot A2 (jämförbart med RCP 8.5) med högre koncentration av koldioxid i atmosfären kan det istället ske markanta minskningar i produktionen. En sommartorka under ett år kan få efterverkningar och reducera produktion även nästkommande år. Klimatförändringarna bedöms även påverka djurens hälsa genom ökad spridning av sjukdomar.

2.3.3 Sydeuropa

Genomsnittstemperaturen kommer att öka i södra Europa och den största temperaturökningen förväntas ske under sommaren. Nederbörden i Sydeuropa förväntas även minska, främst under sommarmånaderna. Minskad nederbörd och högre temperaturer bedöms leda till kraftigare och längre torka vilket försämrar förutsättningar för jordbruksproduktion.



Den minskade nederbörden förväntas innebära ett betydligt ökat behov av konstbevattningen i regionen. De förväntade temperaturförhöjningarna i regionen kommer dessutom att kunna leda till ökade nivåer av avdunstning vilket bedöms öka behovet av konstbevattning ytterligare i regionen. Den ökade efterfrågan på bevattning förväntas bli särskilt akut i de södra och centrala delarna av Europa där en eventuell expansion av bevattningssystemet kan komma att krävas. Denna expansion kan dock komma att begränsas av eventuella minskningar av tillgången på vatten bland annat på grund av ökad efterfrågan från andra sektorer och för andra användningsområden¹⁸.

Tidigare resultat från IPCC:s fjärde utvärderingsrapport visar även att under klimathållanden liknande RCP 8.5 kan grundvattenpåfyllningen vid slutet av 2000-talet komma att minska avsevärt för avrinningsområden i södra Italien och Spanien. Mindre nederbörd under sommaren och mer regn under vintern kan komma att öka nitratutlakningen och försämma vattenkvaliteten avsevärt.¹⁹ Vattenkvaliteten kan också komma att påverkas av ökat saltinnehåll samt ökade skadedjur och sjukdomsproblem i vattendrag²⁰.

I och med ökade temperaturer och torka kan fler skogbränder komma att inträffa vilket kan komma att påverka inte bara skogsområden utan också odlingsbar mark negativt.

¹⁵ Vintervete är stammar av vete som planteras på hösten för att groa och utvecklas till unga växter som förblir i vegetativ fas under vintern och fortsätter tillväxten på våren

¹⁶ European Commission. Extreme weather pushes EU wine harvest to historical low in 2017

¹⁷ IPCC. Climate Change 2007 Synthesis Report

¹⁸ European Environmental Agency. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, 237

¹⁹ IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects

²⁰ European Parliament. Agriculture and Rural Development, 20

2.3.3.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Södra Europa förväntas generellt att få minskade skördar. Vete bedöms exempelvis att påverkas särskilt negativt då andelen gynnsam mark för odling förväntas minska på grund av torrare och varmare somrar. Medelhavsområdena kommer att bli särskilt utsatta för torka under våren och sommaren, vilket kommer att minska det möjliga området för till exempel veteodling²¹. I södra Spanien och centrala Frankrike förväntas den totala skörden minska med upp till 30 % och i Grekland och Italien med mellan 10–20 %. Sydeuropa är ett viktigt område för odling av flertalet frukter och grönsaker. Flera av dessa odlingar är beroende av nederbörd och riskerar därför att påverkas i större utsträckning av den minskade nederbörden och ökad torka. I nordöstra Spanien har exempelvis druvskördarna minskat sedan 60-talet på grund av begränsad nederbörd och i Italien och södra central Europa minskade de potentiella skördarna av potatis, vete, majs och korn signifikant under perioden 1976–2005 på grund av temperaturförändringar²².

En global temperaturökning på 5 grader förväntas medföra en ökad frekvens av extremt ogynnsamma år för sydeuropeiska skördar. Under klimatförhållanden liknande RCP 8.5 (AR4-scenarion A2 och B2) med en temperaturökning på 5 grader skulle antalet år med produktion under 50 % av den genomsnittliga normalproduktionen tredubblas till 2070. Det kan jämföras med att sådana år idag sker en till tre gånger per årtionde i de för närvarande mest produktiva sydeuropeiska regionerna. Vid en uppvärmning på ca 5 grader kommer Sydeuropa i sin helhet påverkas avsevärt med reducerade skördar på upp till 25 % till 2080²³.

Djur- och mejeriproduktionen förväntas också påverkas av ökade temperaturer och klimatförändringar. Det har med hög säkerhet redan idag påverkat hälsan negativt för boskapsdjur i industrin. I en studie i Italien har högre temperatur och luftfuktighet visat sig öka dödligheten för boskap med upp till 60 %. I vissa områden i södra Europa förväntas även högre temperaturer och ökande risker för torka minska boskapsproduktionen genom negativa effekter på gräsmarker. Europas beroende av import av foder utanför regionen är en källa till sårbarhet särskilt för gris- och kycklingproduktion²⁴.

2.3.4 Östeuropa

På grund av riktad forskningsfinansiering från EU berör majoriteten av forskningen i Europaregionen effekterna i länderna som tillhör EU. Det innebär att IPCC har begränsad information om effekterna i länderna i Östeuropa och ryska federationen. Prognoser från andra källor visar dock på genomsnittliga årstemperaturökningar på 1–3 °C till mitten av seklet och upp till 5 °C vid år 2100, beroende på scenario. Temperaturökningen förväntas bli högre under höst- och vinterhalvåret. Prognoserna gällande nederbörd är osäkra, men det är sannolikt att nederbörden ökar i regionen under alla årstider förutom under sommaren. Även vindstyrkan kan förväntas tillta under vinterhalvåret. I motsats till stora delar av Europa bedöms översvämningar bli mindre som ett resultat av minskad snöackumulering²⁵.



²¹ FAO. Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade, 123

²² European Environmental Agency. Water-limited crop yield

²³ IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, 1284

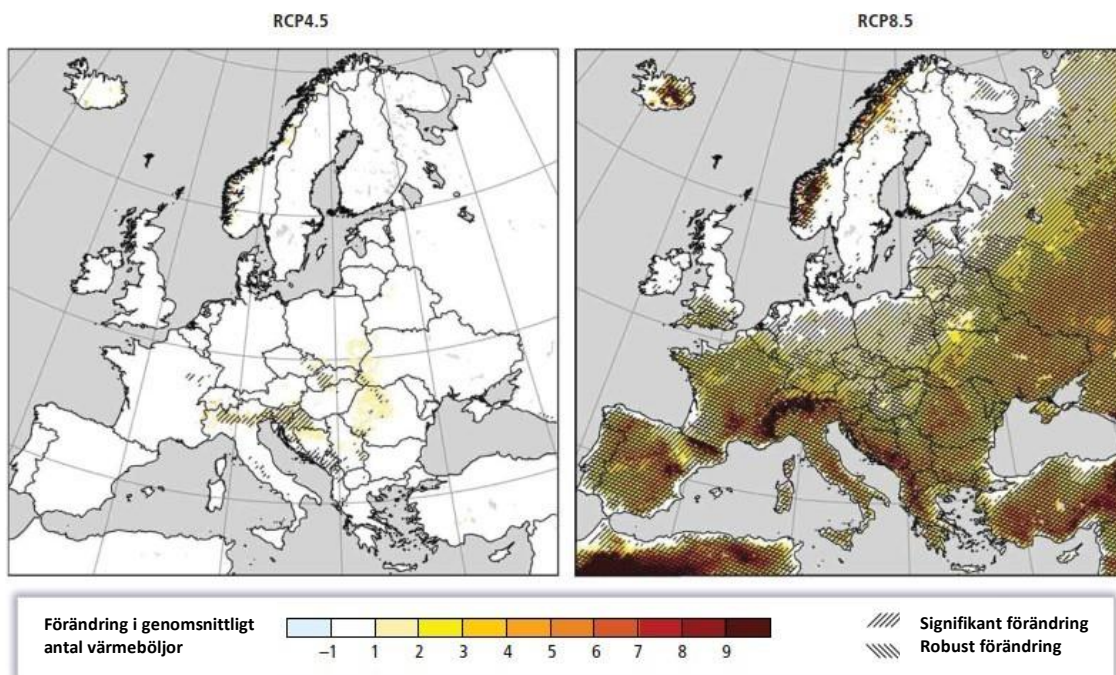
²⁴ European Environmental Agency. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, 239

²⁵ European Commission. How will we be affected?

Precis som i övriga Europa förväntas en ökning av extrema väderhändelser även i denna region. Torka och kraftig nederbörd bedöms bli mer frekvent framöver. Intensifierade värmeböljor kan också förväntas bli både längre och mer frekventa.

2.3.4.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

På grund av klimatförändringar kommer ett skifte av odlingsbar mark även ske i Östeuropa och delar av Ryssland. Områden som tidigare haft något svalare klimat kommer i viss utsträckning kunna öka sina skördar på grund av mer gynnsamt klimat för vissa sorters grödor²⁶. Spannmålsproduktion i Ryssland och Ukraina kan exempelvis komma att öka till följd av en kombination av temperaturökning under vintern, förlängd växtsäsong och för vissa grödor en ökad växttillväxt på grund av högre koldioxidhalt i atmosfären det som IPCC benämner *Carbon dioxide fertilization*. Vidare bedöms sädeslagen i regionen kunna anpassa sig bättre än i mer tropiska zoner i Europa. Skiftet av odlingsbar mark kan dock enbart kompensera för en del av den förlorade skörden från de mer tropiska områdena. Den halvtorra zonen i Östeuropa som bedöms bli mest produktiv kan också komma att drabbas av en dramatisk ökning av perioder med torka vilket oberoende av scenario kan komma att resultera i stora skador på skörden under sommarperioden²⁷.



Figur 1 | Förändringar i genomsnittligt antal värmeböljor för sommarmånaderna (maj, juni, augusti och september), 2071–2100 jämfört med 1971–2000 för scenario RCP4.5 och 8.5²⁸.

²⁶ FAO. Climate change and food security: risks and responses

²⁷ FAO. Climate change and food security: risks and responses, 39

²⁸ IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, 1278

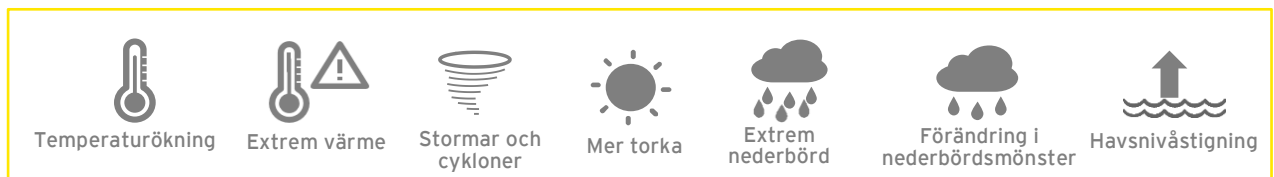
3. Nordamerika

3.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige

Livsmedel som produceras i regionen och som Sverige konsumerar är bland annat citrusfrukter, nötter, konserverade och torkade baljväxter samt sojaböner. I de södra delarna av Alberta, Saskatchewan och Manitoba i Kanada finns flera av de viktigaste odlingsområdena för baljväxter. I sydöstra delarna av Ontario och Quebec produceras stora mängder sojaböner²⁹. I USA och främst i Kalifornien och Florida med sitt varmare klimat finns det stora områden med odlingar av bland annat citrusfrukter³⁰.

3.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker

Faktorer för klimatpåverkan i Nordamerika³¹



Risikfaktor ³²	Säkerhet	Nutid	2030–2040	2080–2100
Ökad påfrestning på ekosystem på grund av högre genomsnittliga och extrema temperaturer samt mer torra i längre perioder.	Hög	Hög	Hög	Mycket hög
Värmeböljor och extrem värme kan orsaka tillfällig torra som påverkar lantbruk och ökar förekomsten av skogsbränder.	Hög	Medium	Hög	Hög
Översvämning längs floder och kustområden med skadlig inverkan på infrastruktur, egendom, försörjningskedjor och vattenkvalitet - särskilt i tätbefolkade områden. Detta på grund av havsnivåhöjning, tropiska stormar och extrem nederbörd.	Hög	Medium	Hög	Hög

Sammanfattning av klimatrisker

Nordamerika är den region som förväntas påverkas mest av det intensifierade extrema vädret som är ett resultat av klimatförändringar. Ökad temperatur kan leda till både fler och allvarigare värmeböljor vilket i kombination med förändringar i regnmönster kan öka förekomsten av skogsbränder i flera områden. Förändringarna kan potentiellt förstöra hela ekosystem och påverka stora delar av regionens lantbruk negativt. Sannolikheten är stor att det kommer att bli vanligare med extrema regnfall och kraftfulla orkaner. Stora mängder nederbörd i kombination med stigande havsnivåer kan bidra till fler och mer omfattande översvämningar och medför att kust- och stadsområden nära hav och flodbäddar kommer att bli särskilt utsatta vid ett förändrat klimat.

²⁹ Pulse Canada. Growing regions

³⁰ United States Department of Agriculture. Citrus Fruits 2018 Summary

³¹ Dessa faktorer är baserade på 'Table 26-1' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

³² Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Tabell är baserad på 'Table 26-1' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

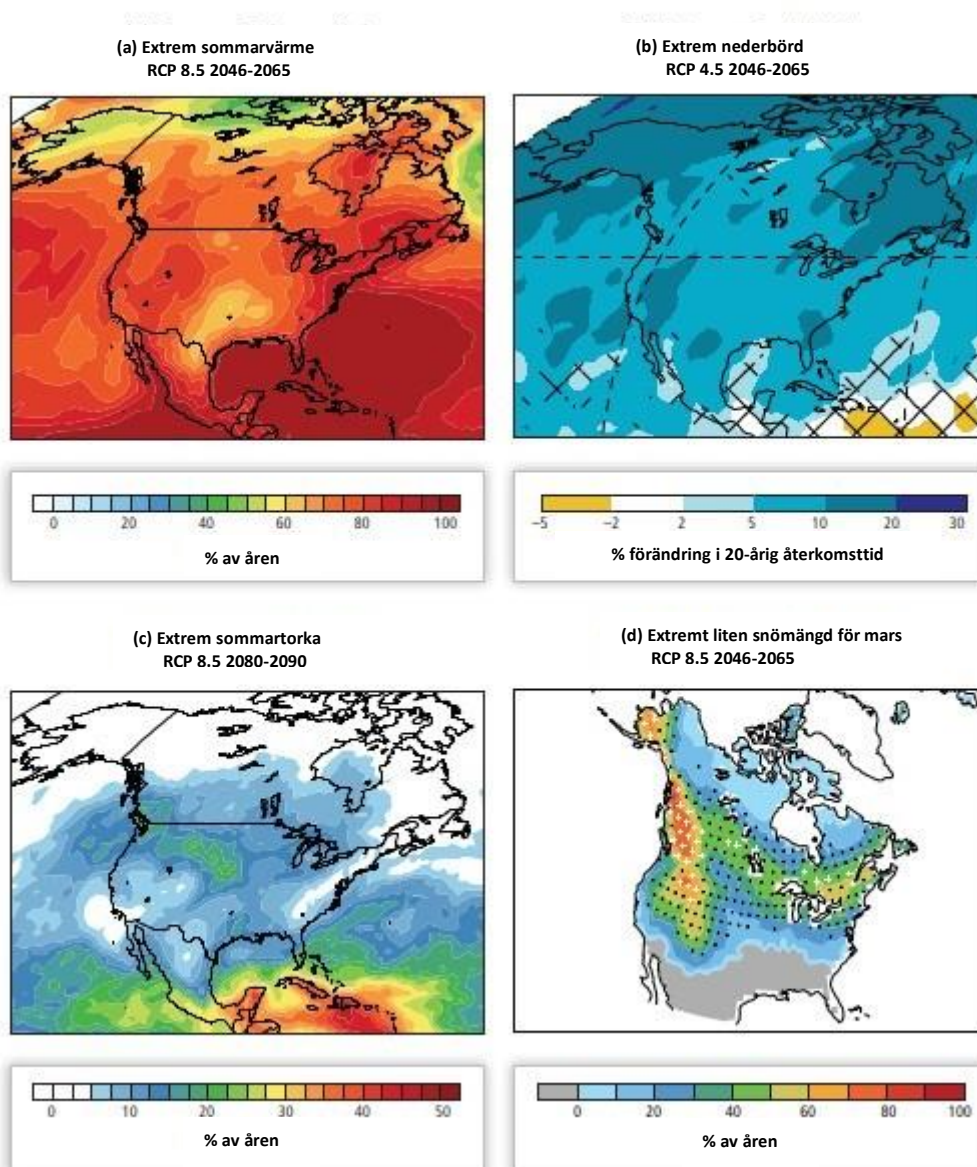
3.3 Klimatförändringar

En ökning i genomsnittstemperatur är mycket sannolik för hela Nordamerika till år 2050 och 2100. Den genomsnittliga ökningen i årstemperaturen under ett RCP2.6 scenario förväntas stanna inom 2°C i majoriteten av de nordamerikanska landområdena. Under ett RCP8.5 scenario bedöms medelvärdet för temperaturhöjningen överstiga 2°C runt 2050 och det är även sannolikt att den överstiger 4°C till 2100. De största förändringarna i genomsnittlig temperatur bedöms förekomma på högre breddgrader i både USA och i Kanada. I östra Kanada finns det risk att temperaturen stiger med mer än 6°C till år 2100 under ett RCP8.5 scenario. De minsta förändringarna i medelvärdet av årstemperatur kan förväntas över områden i södra Mexiko, USA:s stillahavskust och sydöstra USA. En ökning av temperaturen är under alla årstider märkbart redan idag. Den största ökningen framöver kommer sannolikt att inträffa på vintern, vid de högre breddgraderna.

Under RCP8.5 ökar sannolikheten även för förekomsten av extrema temperaturer och extremt varma årstider i Nordamerika mot 2050 och 2100. Under perioden 2046–2065 bedöms 50 % av somrarna överskrida högsta säsongstemperaturen som uppmäts under hela 1900-talet. Centrala Nordamerika har även identifierats som en av jordens mest utsatta regioner när det gäller värmestress vid 2070. Extremt torra sommarsäsonger kommer sannolikt att förekomma över stora delar av Mexiko, USA och södra Kanada. Extrema dagstemperaturer kommer troligtvis öka med åtminstone 5°C från nuvarande extremtemperaturer i stora delar utav Nordamerika mot 2100 under RCP8.5. Samtidigt antas mycket troliga ökning ske i områden i Kanada, där temperaturen kan stiga med åtminstone 10°C under den kallaste perioden på dagen.

Gällande nederbörd, kommer de flesta markområden norr om Minneapolis (45°N) sannolikt, eller mycket sannolikt att ha en årlig genomsnittlig ökning mot år 2100. Desto högre RCP-scenario som används, desto större blir området med ökad nederbörd. De områden där nederbörden istället sannolikt kommer att minska vid slutet av seklet under ett RCP8.5 scenario är främst Mexiko, sydcentrala och sydvästra delar av USA. Sannolika förändringar i den genomsnittliga nederbörden är mycket lägre vid lägre klimatscenarion. Den sannolika förändringen i nederbörd mot 2050 och 2100 under ett RCP2.6 scenario kommer exempelvis i första hand begränsas till delar av Kanada och Alaska.

I flera områden i Nordamerika förväntas allt mer nederbörd under vinterperioden falla i form av regn istället för snö. Prognoserna pekar också på en ökning av nederbörd i större delar av Kanada och Alaska. I sydvästra USA och Mexiko, som ofta förknippas med torrare regioner och ökenområden, förväntas däremot en minskning av nederbörd under vintern. Framtida klimatförändringar bedöms dessutom med stor sannolikhet att minska markfuktigheten och tillgången på vatten i västra och sydvästra USA, västra prärierna i Kanada samt centrala och norra Mexiko. Under RCP8.5 indikerar flera modeller på att markfuktigheten kommer att minska över hela kontinenten under vår och sommar.



Figur 2 | Projicerade förändringar i extrema väderhändelser i Nordamerika. A) Andelen år under perioden 2046–2065 där sommartemperaturen under RCP8.5 är högre än den maximala sommartemperaturen under perioden 1986–2005. B) Procentuell skillnad i 20-årig återkomsttid av årlig extrem nederbörd för 2046–2065 under RCP8.5 jämfört med basperioden 1986–2005. C) Andelen år under perioden 2080–2099 där sommarnederbörden under RCP8.5 är mindre än minsta sommarnederbörden under basperioden 1986–2005. D) Andelen år under perioden 2070–2099 och RCP8.5 där snön (Snow Water Equivalent, SWE) under mars månad är mindre än för motsvarande månad under 1976–2005³³.

3.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Idag har flera regioner i Nordamerika en optimal temperatur för odling av flera grödor så som vete och majs. Fortsatt regional uppvärmning som en följd av klimatförändringarna förändrar den annars optimala temperaturen och förutspås därför resultera i reducerade skördar. Effekten varierar beroende på gröda och scenario och exempelvis förväntas skörden för sojabönor reduceras med mellan 30–82 % till 2100. Kvaliteten kommer sannolikt också att påverkas av temperaturhöjningar, exempelvis påverkas både frukt och nötter negativt. Flera studier av klimatförändringarnas påverkan

³³ IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, 1455

på livsmedelproduktionen fokuserar på Kalifornien, vilket är en av Nordamerikas mest produktiva jordbruksregioner. Studierna pekar på att avkastningen för flera av grödorna i regionen kommer att minska med mellan 9–29 % till 2100 som en direkt följd av klimatförändringen.

En ökad nederbörd på vissa platser kan eventuellt kompensera något för de negativa effekterna som de temperaturrelaterade förändringarna har på avkastningen, men det kommer inte kunna kompensera helt för temperaturökningarna. För de områden där temperaturen förväntas öka och nederbörden samtidigt minska är en reducerad skörd och försämrad kvalitet sannolikt ett än mer akut och påtagligt problem.

Projicerade ökningarna i extrem värme, torka och stormar kommer sannolikt också att påverka produktiviteten negativt. Nordöstra och sydöstra USA förväntas bli särskilt sårbara för bland annat majs och veteproduktion till 2045. Viss forskning pekar på att skördarna generellt kan bli större i de norra regionerna där vatten inte bedöms komma att bli en begränsande faktor eller där extrema väderhändelser uteblir helt. Generellt förväntas dock den sammanlagda avkastningen av stora grödor att minska något till 2050 och sedan minska i snabbare takt mot 2100, beroende av vilka anpassningsåtgärder som införs.

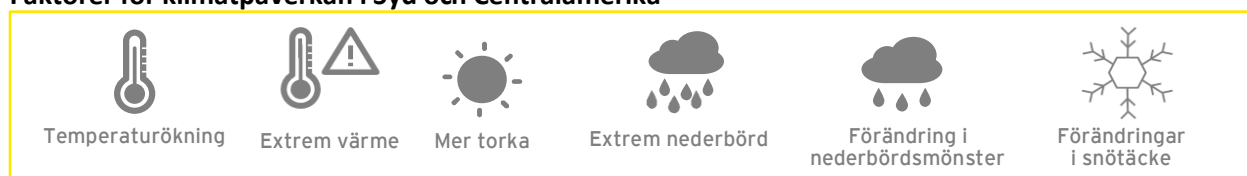
4. Syd- och Centralamerika

4.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige

Syd- och Centralamerika producerar flertalet livsmedel som Sverige konsumerar året runt. De livsmedel som har störst betydelse för Sverige är olika typer av frukter, så som citrusfrukter, kiwi, bananer och meloner, men även sojaböner samt olika typer av oljor. Argentina och Brasilien har de senaste två decennierna tredubblat markarealerna för odling av sojaböner³⁴ och på grund av stor geografisk spridning på odlingsområdena kan klimatförändringar ha varierande påverkan på framtida skördar. Flertalet frukter som odlas i tropiska områden, exempelvis ananas³⁵ kan gynnas av varmare temperatur men riskerar att påverkas negativt av minskad nederbörd.

4.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker

Faktorer för klimatpåverkan i Syd och Centralamerika³⁶



Risikfaktor ³⁷	Säkerhet	Nutid	2030–2040	2080–2100
Minskad tillgång på vatten i torkutsatta områden och områden som är särskilt beroende av smältvatten från snö och glaciärer.	Hög	Medium	Hög	Mycket hög
Översvämningar och jordskred i både stads- och landsbygden på grund av extrem nederbörd.	Hög	Medium	Hög	Mycket hög
Minskning av livsmedelsproduktion och dess kvalitet på grund av extrem värme, extrem nederbörd och förändrade nederbördsmonster.	Medium	Hög	Mycket hög	Mycket hög

Sammanfattning av klimatrisker

Klimatpåverkan i Syd- och Centralamerika handlar främst om förändrade regnmönster och ökade genomsnittliga temperaturer. Vattenbrist är en risk framåt 2080–2100 i områden som idag är beroende av smältande vatten från is och snö, eftersom tillgångarna de höga bergen förväntas minska. Extrem nederbörd kan leda till ökad risk för både översvämningar och jordskred. Regionens livsmedelsproduktion förväntas påverkas av extrem värme och förändringar i nederbördsmonster.

³⁴ FAO. FAO Statistical Yearbook 2014: Latin America and the Caribbean food and agriculture, 72

³⁵ McDaniel, M. Et al. South America: Resources

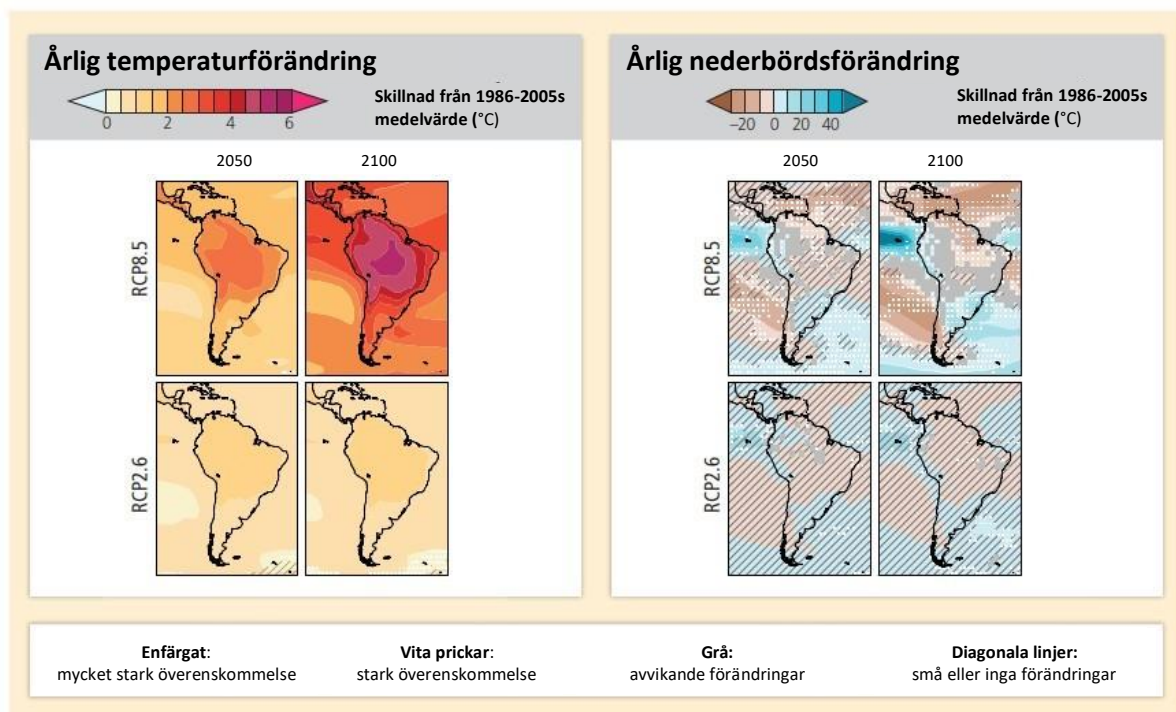
³⁶ Dessa faktorer är baserade på 'Table 27–8' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

³⁷ Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Tabell är baserad på 'Table 27-8' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

4.3 Klimatförändringar

Det råder osäkerhet gällande hur stora temperaturökningarna kan komma att bli i regionen och vilka variationer som kan förväntas mellan olika områden i Syd- och Centralamerika. Flertalet prognoser visar på lägre variationer i sommartemperaturer för nordöstra Argentina, Paraguay och norra Brasilien mot 2100. Antalet varma kvällar antas oavsett modell och scenario öka i hela Central-och Sydamerika mot år 2100.

Jämfört med referensperioden 1986–2005 förväntas temperaturen i Centralamerika, norra Sydamerika och Amazonas öka med 0,6°-2°C under RCP2.6 och med 3,6°-5,2°C under RCP8.5. För resterande delar av Sydamerika förväntas temperaturhöjningen vara 0,6°-2°C under RCP4.5 och 2,2°-7°C under RCP8.5. Mellan 1900–1986 var den generella temperaturhöjningen i regionen 1°C (se Figur 3 nedan).



Figur 3 | Prognostiserade förändringar i genomsnittlig årlig årstemperatur och nederbörd till år 2050 och 2100 under RCP2.6 och 8.5, jämfört med 1986–2005³⁸.

Studier för Centralamerika visar att klimatförändringarna kommer att medföra ökad uppvärmning och minskad nederbörd, tillsammans med en ökad avdunstning och minskad markfuktighet för stora delar av regionen under samtliga årstider fram till 2100. Norra Sydamerika, östra Amazonas, centrala och östra Brasilien, Andernas högplatå, nordöstra Brasilien och södra Chile (Figur 3) förväntas också få en minskad nederbörd. Ökad nederbörd förväntas däremot i sydöstra delarna av Sydamerika, nordväst om Peru och Ecuador samt i västra Amazonas. Det finns dock en viss osäkerhet i prognoserna för vissa regioner. För Centralamerika och norra Amazonas varierar prognoserna för nederbörd mellan +10 och -25 % (med stor spridning bland modeller). För nordöstra Brasilien

³⁸ IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, 1513

varierar nederbördsprognoserna mellan +30 och -30 % och för västkusten av Sydamerika samt sydöstra Sydamerika mellan +20 och -10 %.

Extrema väderhändelser förväntas öka på flera ställen i Sydamerika. Det är exempelvis sannolikt att torrperioder kommer att öka och förvärras i Amazonas och nordöstra Brasilien medan extrem nederbörd förväntas öka i de sydöstra delarna av Sydamerika, nordvästra Peru och Ecuador.

En generell trend pekar på att vattenståndet kommer att bli lägre desto längre tiden går i Sydamerika. Viss osäkerhet råder dock gällande hur förändringen kommer att se ut då vattenståndet i Amazonfloden och andra viktiga floder i nordöstra Brasilien och Sydamerika har varierat kraftigt på senare tid med både extremt låga och höga uppmätta nivåer sedan 2005.

4.3 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

En ökning i den globala efterfrågan på livsmedel har drivit en kraftig ökning i jordbruksproduktionen för både Central- och Sydamerika vilket medfört en kraftig expansion av odlingsområden. Expansionen av odlingsområden förväntas också fortsätta i framtiden vilket kommer att påverka ekosystemen. Utöver kommande variationer och förändringar i markanvändningen kommer även klimatförändringarna att påverka de lokala ekosystemen. Sydamerika förväntas förlora upp till 21 % av åkermarken som ett resultat av kommande klimatförändringar och befolkningstillväxt.

Det råder en viss osäkerhet gällande prognoser för hur livsmedelproduktionen kommer att påverkas i regionen. En av osäkerheterna är relaterad till vilken effekten ökad koldioxid i atmosfären har på växtfysiologin. Flera grödor (så som flertalet bönor, majs och sockerrör) kan påverkas positivt med bättre vattenanvändningseffektivitet och därmed ge ökad produktivitet. Kvaliteten på flertalet livsmedelsprodukter kan dock påverkas negativt av ökad koldioxidhalt i atmosfären. Råvaror så som i spannmål, baljväxter och frukt kan få ökat sockernehåll och/eller minskat proteinnehåll.

Enligt vad som tidigare beskrivits förväntas det finnas betydande regional variation i klimatpåverkan över hela Syd- och Centralamerika. Resultatet av livsmedelproduktionen varierar följaktligen. Produktionen av sojabönor förväntas öka i både södra och centrala Brasilien samt Paraguay, vilket kan resultera i en ökad skörd med upp till 6 % fram till 2040. Områden i bland annat Centralamerika som är fördelaktiga för bananodling förväntas att öka med 50 % till 2070 vilket bedöms kunna öka skörden i samma omfattning.

I Argentina kan produktiviteten av livsmedel öka något, alternativt förbli relativt stabil fram till 2030–2050. Varmare och våtare förhållanden kan gynna grödor som odlas i de södra och västra delarna av Pampas. I södra Sydamerika kan dock ett scenario med stigande temperaturer, måttlig frost och mer riklig tillgång på vatten vara gynnsamt för flera växtarter som odlas i regionen. I norra Patagonien (Argentina) kommer sannolikt fruktodlingen att påverkas negativt som ett resultat av minskad nederbörd och reducerade vattenflöden i Neuquéns flodområde. I västra Argentina och Chile kan produktionen komma att minska på grund av begränsad vattentillgång. I de centrala delarna av Chile förväntas ökad temperatur, färre svalare perioder under dygnet och begränsad tillgång till vatten resultera i minskad produktivitet av bland annat vinodlingar och frukter.

Under scenarier med höga koldioxidutsläpp kan skörden av sojaböner minska med upp till 44 % i Amazonasområdet till 2050. Under klimatförhållande liknande RCP8.5 (A2) kommer uppskattningsvis 80 % av grödorna i mer än hälften av de nuvarande odlingsområdena i Colombia påverkas negativt.

Klimatförändringar kommer sannolikt även påverka växtsjukdomar, vilket kan ha allvarliga negativa effekter på produktiviteten. Sojaböner är en av de viktigaste jordbruksprodukterna som exporteras från regionen och är särskilt utsatta för växtsjukdomar.

Klimatförändringar kan även komma att påverka boskapsdjur. Under varmare och torrare klimat förväntas produktionen av nötkreatur (för både kött och mjölkprodukter), gris och kycklingproduktion minska med 0,9–3,2 % till 2060.

5. Afrika och Mellanöstern

5.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige

Jordbruket i Afrika kan komma att få stora utmaningar med att anpassa sig till de klimatförändringar som förväntas framöver i regionen. Livsmedel som främst odlas, importeras och konsumeras i Sverige från regionerna är olika typer av olja, tomater, lök, baljväxter, äpplen, päron, persikor (färsk och konserverad), nektariner, plommon, bordsdruvor, citrusfrukter och ananas. Frukter odlas i stora delar av regionen, men främst i södra och norra Afrika. Norra Afrika och delar av Mellanöstern är viktiga producenter för flertalet baljväxter³⁹.

5.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker

Faktorer för klimatpåverkan i Afrika⁴⁰



Risikfaktor ⁴¹	Säkerhet	Nutid	2030–2040	2080–2100
Torka med större utbredning och längre varaktighet. Ökat tryck på vattenresurser.	Hög	Låg	Medium	Hög
Minskad skörd av grödor på grund av torka, värme, skadedjur och i vissa områden översvämningar. Detta kommer att påverka livsmedels-säkerheten och näringen negativt.	Hög	Medium	Hög	Hög
Störningar på transportsystem och annan infrastruktur på grund av stigande havsnivå och extrema väderhändelser	Hög	Låg	Låg	Mycket hög
Förändringar i biologisk mångfald och risk för utrotning av arter.	Hög	Hög	Mycket hög	Hög
Svåra förhållande för boskap på grund av extrem värme, torka, nya sjukdomar och ökat tryck på vattenförsörjningen.	Medium	Hög	Hög	Mycket hög

Sammanfattning av klimatrisker

Ökande temperaturer, förändrade regnmönster och intensifierad torka på grund av klimatförändringen påverkar redan dagens jordbruksproduktion och sätter press på land och samhällen över hela regionen. Effekterna från klimatförändringarna kommer sannolikt att öka

³⁹ FAO. Middle East And North Africa

⁴⁰ Dessa faktorer är baserade på 'Table 22-6' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

⁴¹ Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Tabell är baserad på 'Table 22-6' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

ytterligare under århundradet och påverka tillgången till mat, möjligheter till odling och framställning av lokala produkter. Utöver negativ påverkan på landskap och grödor förväntas även fisk och naturliv på många ställen bli utrotade på grund förändrade förutsättningar och förlust av livsmiljöer. Tillgången till vatten riskerar att minska, vilket i sin tur påverkar möjligheten för lantbruk. Klimatkänsliga livsmedel kommer att påverkas på grund av temperatur- och nederbördsförändringar. Negativ påverkan på infrastruktur, särskilt i kustområdena, till följd av havsnivåhöjning och extrema väderhändelser kan dessutom leda till försämrade förhållande för transporter av livsmedel.

5.3 Subregionala klimatförändringar

5.3.1 Nordafrika och Mellanöstern

I norra Afrika förväntas både den årliga lägsta och högsta temperaturen att öka i framtiden. Detta betyder att nätterna blir varmare och att extrema skillnader mellan dag- och nattemperaturerna minskar, speciellt under sommaren. Under perioden 1989–2009 hade norra Afrika och nordvästra Sahara mellan 40 och 50 dagar årligen med värmebölja, detta förväntas öka under det närmsta århundradet. För Mellanöstern bedöms temperaturerna öka och under varma perioder antas även vindarna tillta i styrka. I samband med de varma perioderna förväntas torrperioder både intensifieras och bli något längre. Den årliga genomsnittliga nederbörden över medelhavet och de norra delarna av Afrika förväntas dessutom med stor sannolikhet minska under den mittersta och senare delen av seklet.



5.3.2 Västafrika

Temperaturerna i Västafrika förväntas stiga snabbare än den globala genomsnittliga ökningen under de närmsta årtiondena. Regionen är särskilt utsatt då temperaturen förväntas uppnå högre nivåer ett till två decennier tidigare än övriga Afrika. Regionens naturligt mindre varierande klimat gör området mer sårbart för små klimatförändringar. Prognosen för temperaturhöjning till slutet av 2000-talet är 3–6°C (under RCP4.5 och RCP 8.5). Osäkerhet råder gällande nederbördsprognoser i Västafrika på grund av bristande tillgång på regional statistisk data. Prognoser pekar dock på att regionen kommer få ett förändrat nederbördsmonster med våtare regnsäsong, men med en försening av regnsäsongen i slutet av seklet. Förändringarna i regnmönstret bedöms också komma att bli större i regioner med en hög eller komplex topografi. Prognosen pekar också på förändringar i extrem nederbörd. Regionala studier visar på en ökning av dagar med extrem nederbörd över västra Afrika och hela Sahel regionen under maj och juni.



5.3.3 Östafrika

I de östra delarna av Afrika bedöms varmare temperaturer under alla årstider, vilket kan leda till högre frekvens av värmeböljor och högre avdunstningshastighet. Under ett RCP8.5 scenario förväntas temperaturen mot 2100 bli 3,4–4,2°C varmare än det normala för perioden 1981–2000. I motsats till minskade nederbördsprognoser för norra och södra delar av Afrika bedöms den genomsnittliga nederbörden öka i de centrala och östra delarna av Afrika under RCP8.5.



En övergripande bedömning av östra Afrika pekar på att klimatet kommer att bli våtare, med mer och intensivare regnperioder och mindre allvarliga perioder av torka under oktober-december och mars-maj. Regionala klimatmodeller visar dock på att vårregnet över bland annat Kenya blir kortare, medan perioden för höstregnet över bland annat södra Kenya blir längre.

Extrema väderförändringar, så som både torka och kraftigt regn har förekommit oftare under de senaste 30–60 åren. En fortsatt uppvärmning av indiska oceanen har dessutom visat sig bidra till en mer frekvent torka under de senaste 30 åren under vår- och sommarperioden. Prognoser pekar dock på att det med hög sannolikhet kommer att ske en ökning av kraftigt regn i regionen och antalet dagar med extrem väta förväntas att öka det närmsta århundradet.

5.3.4 Södra Afrika

Den genomsnittliga yttemperaturen i södra Afrika kommer sannolikt att överstiga den globala marktemperaturökningen under alla årstider. Mot slutet av seklet bedöms uppvärmningen vara mellan 3.4°-4.2°C under klimatförhållanden liknande RCP 8.5 (A2).



Frekvensen för värmeböljor under sommarmånaderna på södra halvklotet (december, januari och februari) har de senaste två decennierna ökat i Södra Afrika jämfört med perioden 1961–1980. Den förhöjda frekvensen av värmeböljor är förknippade med otillräcklig nederbörd och tenderar att inträffa under El Niño-händelser. I den sydvästra regionen bedöms risken hög för allvarlig torka under det närmsta århundradet och framåt. Osäkerhet råder för prognoser avseende förändringar i tropiska cykloner ifrån indiska oceanen in mot land, vilka under det senaste seklet har orsakat allvarliga översvämningar och sannolikt kommer att göra så även framöver.

Precis som i norra Afrika bedöms den årliga genomsnittliga nederbörden med hög säkerhet att minska under mitten av seklet, för att sedan minska avsevärt under den senare delen. Prognoser tyder på ytterligare torka i det annars genomsnittligt torra klimatet i den sydvästra delen av regionen, som sträcker sig till ökenområdena i nordväst mot Namibia och Botswana. Sommarmånaderna på södra halvklotet (december, januari och februari) bedöms bli torrare i de sydvästra delarna, medan det i de sydöstra delarna tros bli något våtare förhållanden. Vårmånaderna (september, oktober och november) bedöms också få minskad nederbörd, vilket kan komma att resultera i att sommarens regnperiod blir försenad till den senare delen av sommaren i stora delar av södra Afrika.

5.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Afrikas livsmedelsproduktionssystem är ett av världens mest utsatta eftersom att det är så beroende av nederbörd, har hög klimatvariation mellan årstiderna samt har återkommande torrperioder och översvämningar vilket påverkar odlingar. Samtidigt innebär stor fattigdom och instabilitet i regionen att befolkningen i många afrikanska länder är mer sårbara för klimatförändringarna och att samhällena har mindre möjlighet att anpassa sig. Jordbruket står inför stora utmaningar i anpassningen till kommande klimatförändringar och sannolikheten för minskad potentiell skörd är stor för flertalet grödor. Förändringar i odlingsssäsongerna anses troligt och prognoser visar främst förkortade odlingsssäsonger även om det i vissa regioner istället kan komma att bli en förlängd säsong. En förändring i fördelningen mellan jordbruk och boskapsuppfödning kan också komma att ske som en effekt av klimatförändringarna. Redan 2050 bedöms boskapsuppfödningen ersätta stora delar av jordbruket, även om det finns och kommer finnas påfrestningar på verksamheten även inom denna sektor.

Klimatförändringar bedöms ha en generell negativ påverkan på skördarna för de stora spannmålsgrödorna som odlas i Afrika, med en stor regional variation i storleksminskningen på skördarna. Ett undantag kan eventuellt vara östra Afrika där odling av majs och liknande grödor på högre höjder kan dra nytta av uppvärmningen. Idag odlas majoriteten av majsen oftast på lägre höjder, men som ett resultat av klimatförändringar kan detta komma att förändras.

En beräkning från IPCC:s fjärde huvudrapport⁴² med klimatförhållanden liknande RCP 8.5 (A2) scenariot visar att en sammanlagd skördeförlust vid mitten av seklet på 2 % för exempelvis hirs och 35 % för vete för regioner söder om Sahara kan förväntas. Flera studier visar att klimatförändring även kommer att påverka icke-spannmålsgrödor, främst negativt men även i vissa fall positivt (låg sannolikhet). Skörden av bönor i östra Afrika bedöms minska vid 2030 under ett medel-utsläppsscenario medan under ett låg-utsläppsscenario först vid 2050. I västra Afrika uppskattas en genomsnittlig minskning av bland annat nötter och sojabönor med ungefär 5 %.

Vidare risker med klimatförändringar och ett generellt varmare klimat är intensifierade skador och förlust av jordbruksskörd och boskapskötsel från torka, men även från skadedjur. Ett varmare inland i östra Afrika kan även leda till en ökning och utbredning av skadedjur till områden där de tidigare inte varit lika närvarande (låg sannolikhet).

Både odling och skörd kan drabbas mycket negativt av en förväntad reducerad nederbörd i området. I norra Afrika och Mellanöstern odlas det exempelvis flertalet baljväxter vilka är starkt beroende av nederbörd⁴³ och en kombination av varmare temperaturer, mindre nederbörd och risk för intensivare och längre torka kan förväntas ha en mycket negativ effekt odlingen och skörden av dessa och andra råvaror i regionen.

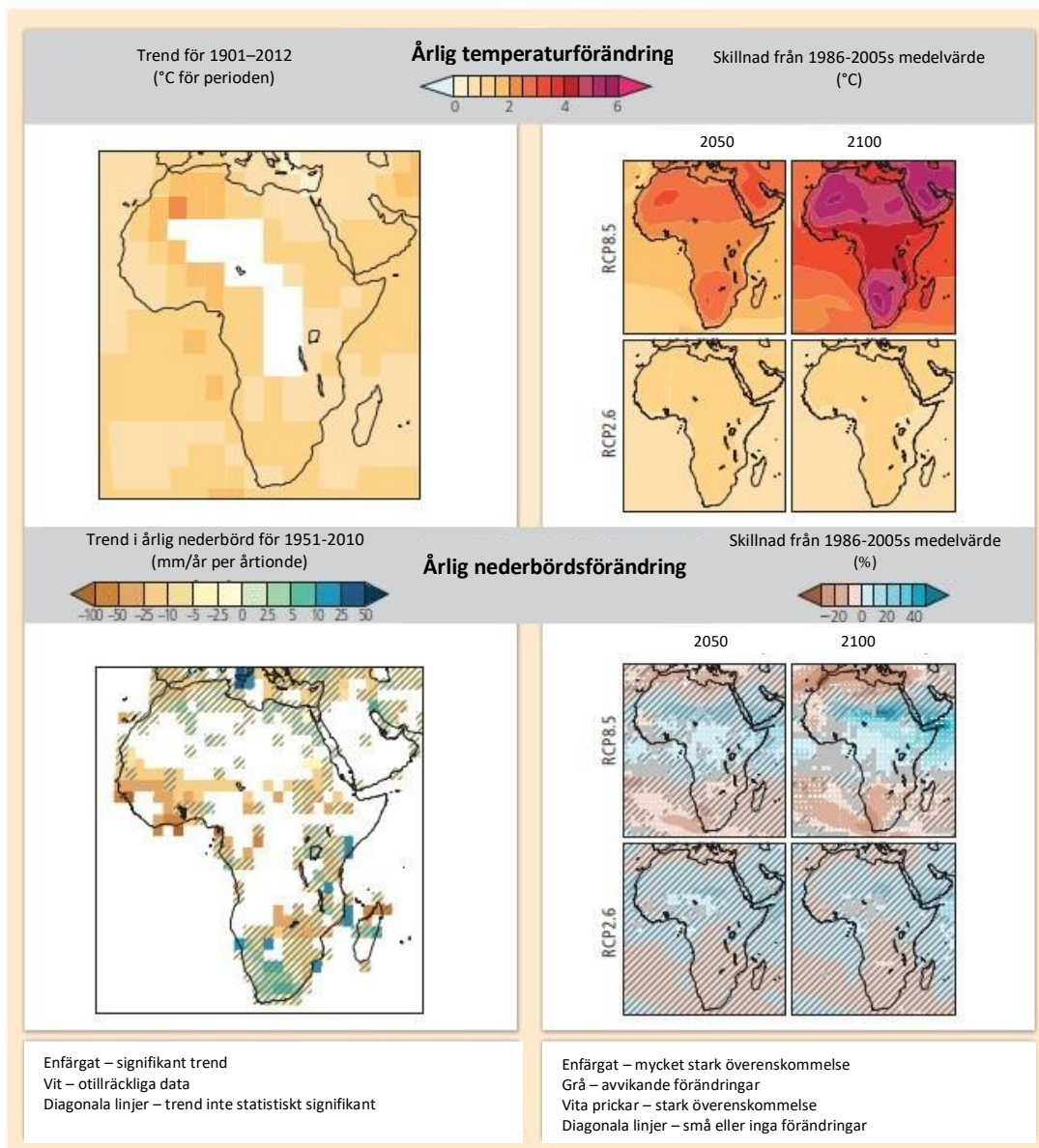
Västra Kapprovinsen i Sydafrika är också ett viktigt område för odling av bland annat äpple, päron, vindruvor, plommon och persikor⁴⁴. Vattentillgängligheten är redan idag en begränsande faktor för odlingen och med förväntad reducerad nederbörd kan både odling och skörd påverkas negativt.

⁴² IPCC. Climate Change 2007 Synthesis Report

⁴³ FAO. Middle East and North Africa

⁴⁴ Statistics South Africa. Report on the survey of large and small scale agriculture, 68-72

Flertalet fruktsorter odlas även i norra Afrika och även där är odlingen mycket beroende av nederbörd⁴⁵.



Figur 4 | Observerade och prognostiserade förändringar i årstemperatur och nederbörd. De vänstra bilderna visar observerade genomsnittliga förändringar. De högra bilderna visar projicerade förändringar till år 2050 och 2100 under RCP2.6 och RCP8.5, jämfört med 1986–2005⁴⁶.

⁴⁵ FAO. Middle East and North Africa

⁴⁶ IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, 1207

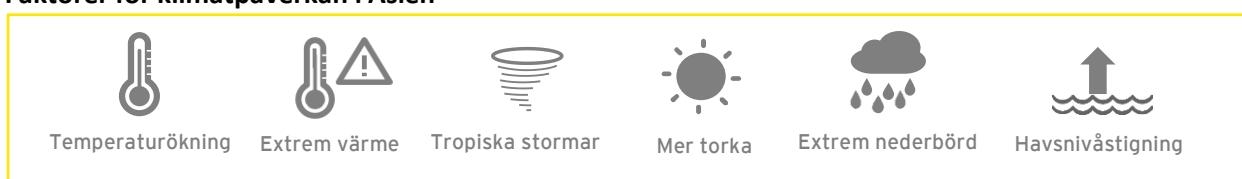
6. Asien

6.1 Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige

Asien är en mycket stor region som producerar flera olika sorters livsmedel som konsumeras i Sverige så som bland annat ris, oljor, vegetabiliska fetter, matfågel, nötter och frukter samt vete. Asien med dessa stora befolkning och arealer är en av världens största producenter av flera olika varor så som exempelvis ris, grönsaker, frukter och nötter⁴⁷. Kina med sin stora befolkning och växande ekonomi är även som land den största producenten i världen av flera varor så som vete, ris och olika former av grönsaker och frukter^{48 49}. Även Indien är en stor producent av varor så som ris, grönsaker och frukter så som exempelvis bananer och citroner⁵⁰. Malaysia och södra Indien är även stora producenter av den klimatkontroversiella palmoljan⁵¹.

6.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker

Faktorer för klimatpåverkan i Asien⁵²



Risfaktor ⁵³	Säkerhet	Nutid	2030–2040	2080–2100
Misslyckade och reducerade skördar på grund av klimatförändringar utmanar livsmedelssäkerhet och näringsförsörjning.	Medium	Medium	Medium	Hög
Vattenbrist i torra områden.	Hög	Mycket hög	Mycket hög	Mycket hög
Skador på infrastruktur orsakad av översvämningar och springflod i samband med stigande havsnivåer och alltmer extremt väder.	Medium	Medium	Medium	Hög
Ökad brist på vatten och mat på grund av torra med ökad risk för undernärd befolkning.	Hög	Låg	Medium	Medium
Mer fattigdom och ökande ekonomiska ojämlikheter på grund av klimatrelaterade skador och försämrade levnadsvillkor.	Hög	Hög	Hög	Hög
Utrotning av djurarter som lever i bergsområden.	Hög	Låg	Medium	Medium

⁴⁷ FAO. FAO Statistical Yearbook 2013: World food and agriculture

⁴⁸ Ibid

⁴⁹ FAO. Crops

⁵⁰ FAO. FAO Statistical Yearbook 2013: World food and agriculture

⁵¹ WWF India. Palm oil market and sustainability in India

⁵² Dessa faktorer är baserade på 'Table 24–1' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

⁵³ Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Tabell är baserad på 'Table 24-1' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

Sammanfattning av klimatrisker

Asien påverkas redan idag kraftigt av klimatförändringarna och effekterna kommer sannolikt att förstärkas ytterligare mot slutet av seklet. Högre temperaturer i kombination med intensifierade stormar och regn kommer att påverka grödor och annat lantbruk negativt. Extremt väder tillsammans med stigande havsnivåer bedöms inte bara påverka livsmedelsproduktionen, utan också göra kritisk infrastruktur mer exponerad för klimatrisker. Under senare delen av seklet kan den maximala temperaturen under sommarperioderna uppnå extrema nivåer.

6.3 Subregionala klimatförändringar

6.3.1 Syd- och Sydostasien

Noterbara temperaturhöjningar i Syd- och Sydostasien kommer högst sannolikt redan tidigare än 2050 och ökningen förväntas bli både högre och ske snabbare än det globala genomsnittet. Under klimatförhållanden någonstans emellan scenario RCP4.5 och RCP6.0 (A1B) kan temperaturökningen sannolikt komma att bli 3,3°C och i vissa områden ännu högre. Extrema dagstemperaturer under både sommar och vinter kan komma att bli vanligare och ökningen kan bli mellan 2–4°C redan år 2050. Nattemperaturer kommer sannolikt att öka snabbare än dagstemperaturer, vilket kan resultera i mindre extrema perioder av kyla i framtiden.



För Sydostasien förväntas däremot temperaturhöjningen inte ske lika snabbt som i andra delar av Asien. Temperaturhöjningen kommer heller inte ske lika snabbt som i andra delar av Asien. Under ett RCP8.5 scenario kan dock en temperaturhöjning i Sydostasien ändå bli upp emot 6 °C i slutet av seklet. Potentiella lokala skillnader kan förekomma mellan områden längs kusten och områden inåt land, där temperaturen kan bli något högre.

Sannolikheten för mer vanligt förekommande och kraftigare nederbörd anses stor i flera delar av södra Asien. Även extrema regnfall och vindar i samband med tropiska cykloner kommer sannolikt att öka under det närmsta seklet. Den största ökningen av nederbörd bedöms bli i regioner med brant topografi. Generell nederbörd förväntas också öka, förutom under torrperioderna där nederbörden istället sannolikt kommer att minska. Medianökningen av nederbörden förväntas oberoende av årstid bli ca 11 % vid 2100. Osäkerhet finns dock gällande avvikelser för nederbörd i samband med monsunperioder, även om monsuncirkulationen förväntas att försvagas.

6.3.2 Ostasien

Medeltemperaturen i Ostasien förväntas också öka snabbare än den globala genomsnittliga ökningen. Värmeböljor under sommarperioden förväntas bli längre, men också öka i intensitet och bli mer förekommande. Antalet riktigt kalla dagar förväntas att minska både i Syd- och Ostasien.



Den genomsnittliga nederbörden bedöms öka under nuvarande sekel och ökningen förväntas bli större i norra Asien och Ostasien under alla årstider, men främst under sommar och vinter. Medianökningen av normal nederbörd förväntas bli 9 % oberoende av årstid. Extrema regnfall och vindar i samband med tropiska cykloner kommer sannolikt att öka. Under sommarmånaderna är sannolikheten även stor för intensivare nederbörd under monsunperioder.

6.3.3 Centralasien

Under samtliga scenarier förväntas värmen öka och vattentillgången minska i Centralasien. Vintrar förväntas dock få något ökad nederbörd och bli mildare. Övriga säsonger bedöms också bli varmare men få mindre nederbörd. Perioder med torra förväntas komma att ske mer frekvent, främst i de västra delarna av Kazakstan, Turkmenistan och Uzbekistan. Temperaturökningen i området förväntas även öka avdunstningen⁵⁴ samt medföra att glaciärerna smälter.



Redan idag finns det en begränsad tillgång på vatten i de centrala delarna av Asien och med en förväntad temperaturökning tillsammans med minskad nederbörd och ökad befolkning finns det risk för att vattenbristen blir allt värre.

6.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Ris är en av de enskilt viktigaste produkterna som produceras i Asien. Studier på hur ris påverkas av klimatförändringar ger varierande resultat på produktiviteten. Risodling är känslig för värmepåfrestning och det finns delar i Asien som redan nu närmar sig kritiska temperaturnivåer för vad ris är mottagligt för. Dessa regionen inkluderar södra Indien (april och augusti), Östra Indien (mars-juni), Thailand (mars-juni), Vietnam (april och augusti) och Kina (juli och augusti). Extrema väderförhållanden framöver förväntas också ha negativ påverkan på ris och kan sannolikt leda till minskade skördar.

Projicerade variationer för risskörden i regionen under RCP4.5 är i genomsnitt mellan -26,7 till 2,1 % år 2050 och -39,2 till -6,4 % år 2080. Projicerade variationer påverkas dock en del av ifall effekten av ökad växttillväxt på grund av högre koldioxidhalt i atmosfären (*Carbon dioxide fertilization*) ingår i beräkningarna. Om ovan effekt inkluderas i prognosen är variationerna under RPC4.5 istället 0 till 25 % vid 2050 och -10 till 25 % år 2080. Vid upprepade extrema väderhändelser, så som extrem kyla, kan risodlingarna påverkas ytterligare negativt.

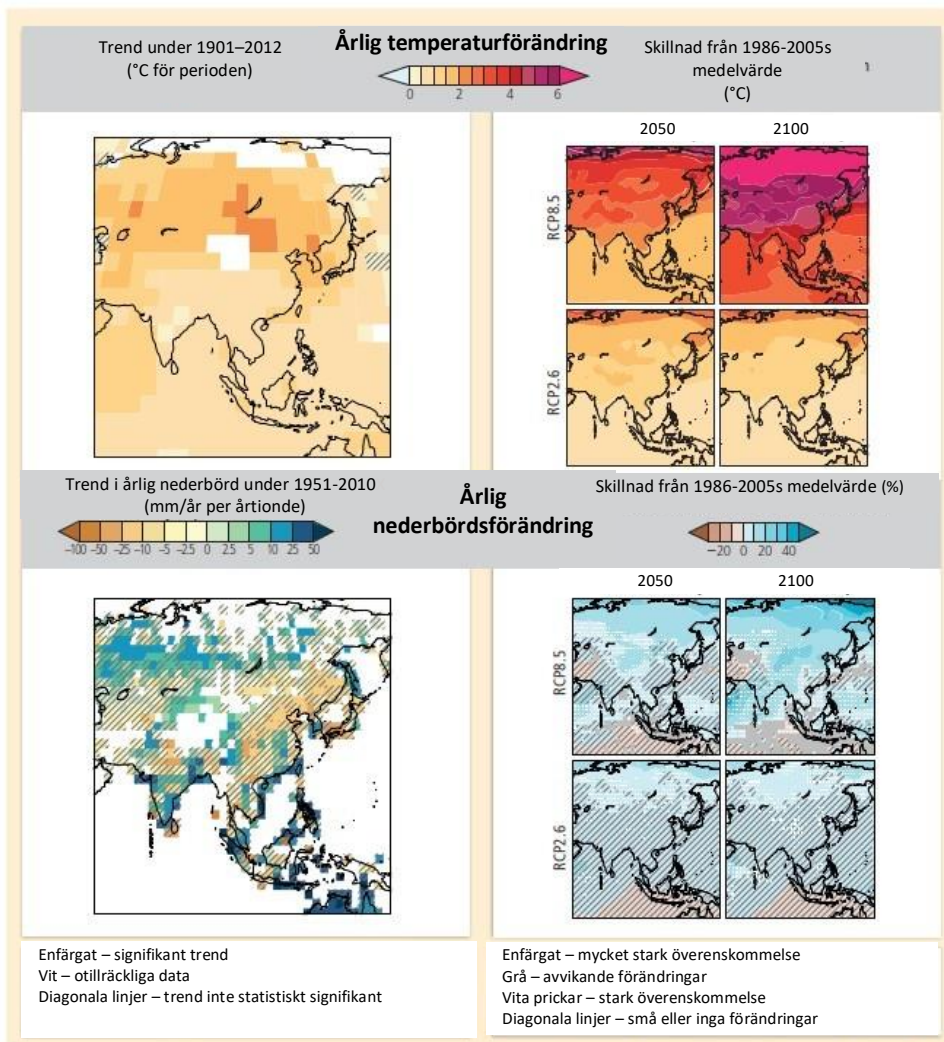
Odling av vete i Syd- och Sydostasien bedöms generellt påverkas negativt och resultera i mindre skördar till följd av ökade temperaturer. Studier på effekterna för vete under vintersäsongen för odlingslättan i Huang-Hai, Kinas mest produktiva veteodlingsområde, visar dock annorlunda resultat. Dessa studier pekar på att odlingar under vintersäsongen kan förväntas öka med 0,2 ton per hektar under perioden 2015–2045 och 0,8 ton per hektar under perioden 2070–2099 under klimatförhållanden liknande RCP8.5 (A2, B2). Detta som ett resultat av varmare nätter och ökad nederbörd.

Centralasien är känsligt för klimatförändringar och med både ökad temperatur och minskad nederbörd är det mycket sannolikt att livsmedelsproduktionen kommer att påverkas. Veteodlingen bedöms komma att skifta norrut och den generella veteskörden kommer sannolikt att minska. För de områden i centrala Asien som har lite lägre temperaturer kan de odlingsbara områdena dock bli större och därmed gynna veteodlingen. Med varmare vintrar och en liten ökning av nederbörd under

⁵⁴ FAO. Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade, 225

vintern kan dessa områden i östra Kazakstan få längre odlings säsonger, medan det motsatta gäller för flera andra områden i Asien.

Palmolja är en betydande råvara i regionen och kan normalt klara 3–4 månader utan nederbörd om marktypen är fuktig. Om marken däremot inte är fuktig nog för att klara längre perioder utan nederbörd behöver odlingen regelbunden konstbevattning året runt, vilket dessvärre är situationen i flera betydande områden där grödan idag odlas så som Andhra Pradesh, Orissa och Goa i södra Indien⁵⁵. Ökade temperaturer och längre perioder med extrem värme i regionen kan därför komma att skada plantagerna framöver. Förändrat nederbördsmönster kan också komma att påverka odlingen negativt då nederbörden bedöms minska ytterligare under torrperioder, vilket är en period då odlingen är särskilt känslig. Produktion av palmolja har dock flera negativa bieffekter som bidrar till klimatförändringarna och även andra miljöproblem.



Figur 5 | Observerade och prognostiserade förändringar i årstemperatur och nederbörd. De vänstra bilderna visar observerade genomsnittliga förändringar. De högra bilderna visar projicerade förändringar till år 2050 och 2100 under RCP2.6 och RCP8.5, jämfört med 1986–2005⁵⁶.

⁵⁵ WWF India. Palm oil market and sustainability in India

⁵⁶ IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, 1335

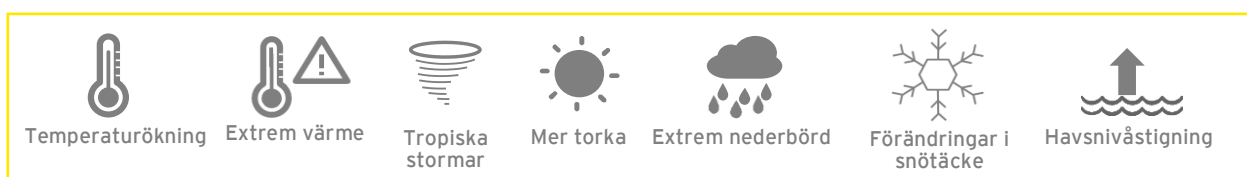
7. Oceanien

7.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige

Livsmedel som importeras från regionen är nötter, frukter, frön, får, lamm och getkött samt smörprodukter. Områden som är viktiga för produktion av flertalet nötter är Queensland och New South Wales i östra Australien. Frukt, framför allt äpple, är en stor importvara och odlas i stora delar av både Australien och Nya Zeeland^{57 58}. Raps produceras även i stor utsträckning i Västra Australien samt i New South Wales och i Victoria i södra Australien⁵⁹.

7.2 Översiktsbild av klimatfaktorer och framtida risker

Faktorer för klimatpåverkan i Oceanien⁶⁰



Risikfaktor ⁶¹	Säkerhet	Nutid	2030–2040	2080–2100
Destruktiva översvämningar på grund av extrem nederbörd kommer att förekomma mer frekvent.	Hög	Låg	Medium	Medium
Ökad risk för skador på infrastruktur på grund av havsnivåhöjning samt fler översvämningar och intensivare värmeböljor.	Hög	Låg	Medium	Hög
Begränsad tillgång till färskvatten.	Hög	Låg	Medium	Medium
Betydande minskning av jordbruksproduktion i flera viktiga områden.	Hög	Låg	Medium	Medium
Ökad risk för skogsbränder som kan skada ekosystem och lantbruk.	Hög	Låg	Medium	Hög

Sammanfattning av klimatrisker

Den främsta klimatrisk som förknippas med regionen är högre genomsnittliga temperaturer. Detta inkluderar ökad risk för torka och vattenbrist, vilket kan bidra till ökad press på jordbruket i regionen. Förhöjda temperaturer kan dessutom orsaka skador på infrastruktur och naturliga ekosystem, vilket i sin tur kan påverka livsmedelsproduktionen negativt. Ökad yttemperatur i havet i kombination med havsförsurning och mer intensiva stormar kan dessutom komma att påverka fiskebeståndet i området. Mer intensiva stormar och regn kan även öka risken för översvämningar i låglänta och kustnära områden. Översvämningarna kan dessutom komma att intensifieras ytterligare med stigande havsnivåer.

⁵⁷ Australian Government, Department of Agriculture and Water Resources. Horticulture fact sheet

⁵⁸ The New Zealand Institute for Plant & Food Research Ltd. Fresh Facts New Zealand Horticulture 2017

⁵⁹ AgriFutures Australia. Canola

⁶⁰ Dessa faktorer är baserade på 'Table 25–8' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

⁶¹ Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Tabell är baserad på 'Table 25-8' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

7.3 Klimatförändringar

Oceanien är ett område med flera typer av klimat och naturliga variationer i klimatet vilket gör det svårt att identifiera mönster i nederbörd och temperaturer och därmed svårt att göra säkra prognoser för framtida förändringar. Trots osäkerheten i regionen pekar prognoser på en sannolik fortsatt ökning av genomsnittstemperaturen. Vidare förutspås ökad ytvattentemperatur, ökad förekomst av extremt varma dagar, mer torka och ökad risk för bränder i södra Australien. Havsnivåhöjning, försurning av havet, minskning av kalla dagar och förekomsten av snö är också sannolika konsekvenser av klimatpåverkan.

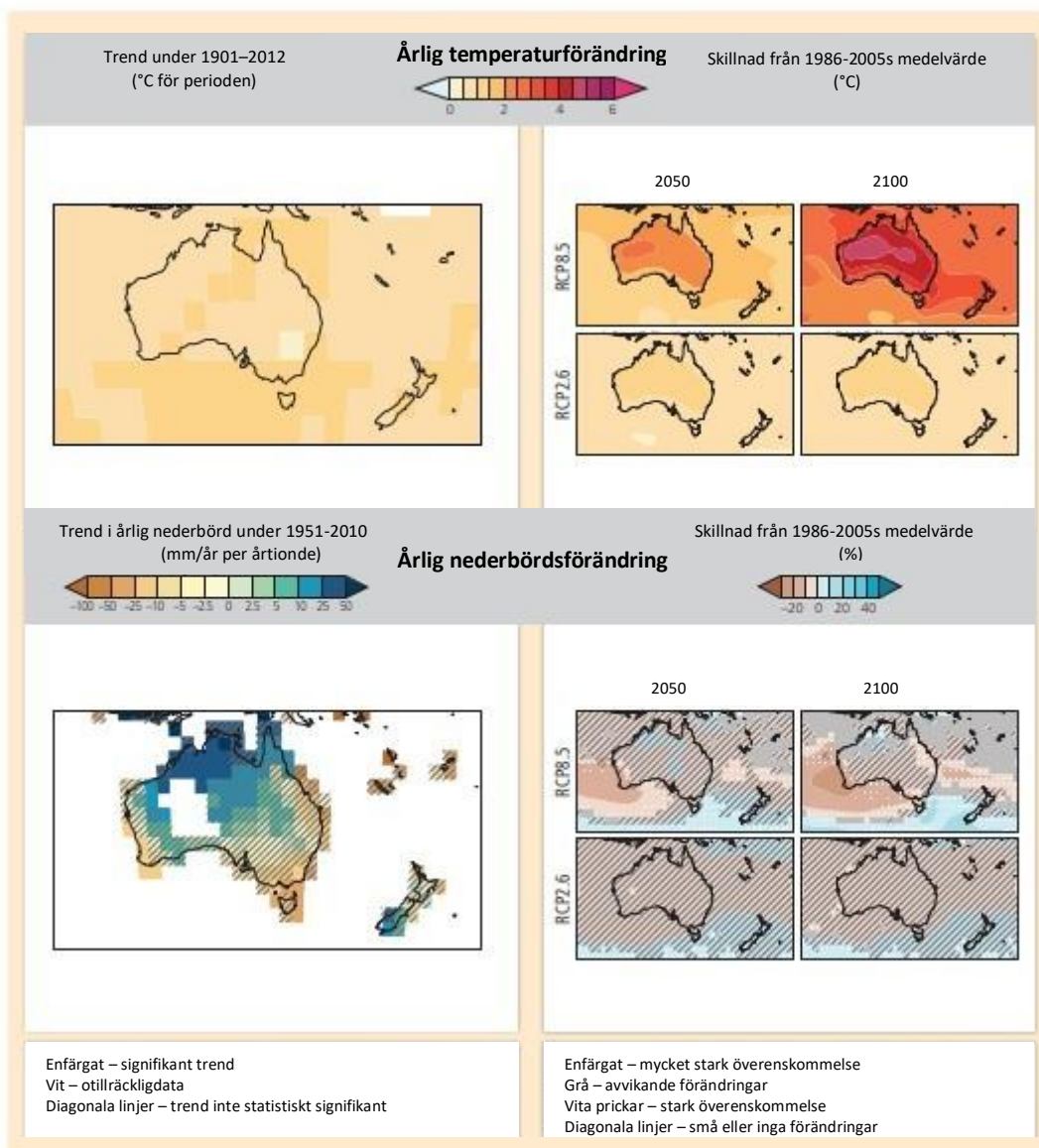


I Indonesien förväntas temperaturhöjningar och torka öka risken för bränder, vilket i stor utsträckning kan skada viktiga jordbruksområden. Sannolikheten är stor för att betydande havsnivåhöjning kan medföra översvämningar, vilket riskerar att påverka kustnära landområden och infrastruktur negativt. Vid år 2100 riskerar BNP minska årligen med 2,2 % som en konsekvens av klimatförändringarna, vilket är mer än den genomsnittliga minskningen på 0,6 % i världen under klimatförhållanden liknande RCP8.5 (A2).

Havsnivåhöjning kommer med stor sannolikhet vara en signifikant risk för regionerna i Oceanien på grund av intensifierad kustutveckling, med bland annat ökad befolkningstillväxt och bebyggelse. Under RCP8.5 kommer den globala genomsnittliga havsnivån sannolikt att öka med 0,53 till 0,97 meter till 2100, jämfört med 1986–2005. Under ett lägre RCP2.6 scenario är den sannolika ökningen 0,28 till 0,60 meter till 2100. Ytterligare höjningar kan förväntas om Antarktis smälter snabbare än projicerat. Tillgången till färskvatten är också en förekommande klimatrisk, och i de yttre delarna av sydöstra och sydvästra Australien kommer tillgången att minska med 0 to 40 % vid 1°C respektive 20 to 70 %, vid 2°C uppvärmning.

Länderna i Oceanien uppvisar en mängd olika klimat, från fuktigt tropiskt, till torrt och fuktigt, men även alpina förhållanden. Viktiga klimatprocesser så som Asiatiska-Australiensiska monsunen och sydöstra handelsvindar, subtropiska högtrycksbältet och inte minst El Niño Southern Oscillation (ENSO) gör att stora variationer i klimatet är naturligt för Australien när det gäller nederbörd. Effekten av naturliga klimatvariationer gör det därför svårt att identifiera mönster och göra prognoser för framtida klimatförändringar och dess påverkan, men det har påvisats kopplingar mellan klimatförändringarna och en intensifiering av nuvarande ENSO-effekter. Detta har en omfattande inverkan på klimatsystemet, inkluderat nederbörd, temperaturer i hav och luft, torka, tropiska cykloner, marina förhållanden och glaciärsmältning.

Nederbörden i sydvästra Australien förväntas med stor sannolikhet minska. Den genomsnittliga nederbörden förväntas även minska över den nordöstra delen av södra ön av Nya Zeeland och de östra delarna av den norra ön. I de övriga delarna av regionen förväntas nederbörden däremot att öka. Hur stor ökningen eller minskningen kan förväntas bli är dock osäker, men prognoser på tidigare mönster tyder på att en genomsnittlig årlig förändring under RCP8.5 kommer att vara mellan $20 \pm 13\%$ i sydvästra Australien, $-2 \pm 21\%$ i Murray-Darling området och $-5 \pm 22\%$ i sydöstra Queensland. Nederbörden över Nya Zeeland kommer sannolikt att skifta från snö till regn under vinterperioden.



Figur 6 | Observerade och prognostiserade förändringar i årstemperatur och nederbörd. De vänstra bilderna visar observerade genomsnittliga förändringar. De högra bilderna visar projicerade förändringar till år 2050 och 2100 under RCP2.6 och RCP8.5, jämfört med 1986–2005⁶².

7.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Markanvändningen i Australien och Nya Zeeland används i störst utsträckning till boskap och med en temperaturökning förväntas uppfödning av nötkreatur och får minska till 2050, främst på grund av kortare växtsäsonger som beror på förändringar i nederbörd och temperatur. Enligt prognoser bedöms fårproduktionen på Nya Zeeland minska med 4 % fram till 2030, oberoende av scenario. Nederbörden är dock en mycket viktig faktor för den framtida produktiviteten av betesmarker och odlingsbara områden och nederbördsprognoser visar både minskad och ökad nederbörd beroende på område. En annan stor risk för både jordbruket och djurproduktionen är osäkerheten kring hur klimatförändringar kan komma att påverka erosionen i Nya Zeeland. Ett torrare klimat kan komma att leda till mer erosion med mindre näringsrik jord som följd vilket ger försämrade förutsättningar för både jordbruk och boskapsdjur.

⁶² IPCC. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, 1335

Sydvästra Australien bedöms komma att påverkas mycket av minskad nederbörd där exempelvis lokala plantager och odlingar av bland annat äpple och lök kommer att drabbas hårt. För subtropiska frukter som kiwi och avokado kan däremot ett varmare klimat vara fördelaktigt för odlingen och särskilt viktiga odlingsområden är Hawkes Bay och Nelson i Nya Zeeland. Varmare temperatur kan dock leda till generellt tidigare datum för blomning⁶³ samt missväxt vilket bland annat kan komma att göra det mindre ekonomiskt att odla kiwi.

Förhöjda havsnivåer i Indonesien kommer sannolikt att påverka odlingen av bland annat kokosnötter i kustnära områden negativt. Indonesien är dessutom en stor producent av palmolja och bidrar med ungefär hälften av världens totala utbud av råvaran⁶⁴. Export av råvaran står även för uppemot en tiondel av landets totala exportintäkter och är därmed en av landet viktigaste exportvaror. Öarna Borneo och Sumatra står för hela 95 % av landets totala odling av palmolja⁶⁵. Produktionen är mycket känslig för minskad nederbörd eftersom majoriteten av odlingarna saknar konstbevattning. Viss nederbörd är därför nödvändig för bestående storlek och kvalitet på skörden⁶⁶. En viss nivå av avdunstning är även nödvändig för fortsatt god skörd. Produktionen av råvaran har dock även stor klimatpåverkan genom den skövling av regnskog som är nödvändig för odling av varan. Produktionen har dessutom flera andra negativa effekter på miljön och påverkar sannolikt närliggande ekosystem och den biologiska mångfalden mycket negativt.

⁶³ The Ministry for the Environment. Climate Change: Likely Impacts on New Zealand Agriculture, 17

⁶⁴ Paige McClanahan. Can Indonesia increase palm oil output without destroying its forest?

⁶⁵ E. Benjamin Skinner. Indonesia's Palm Oil Industry Rife With Human-Rights Abuses

⁶⁶ Lim et al. Climatic requirements of oil palm

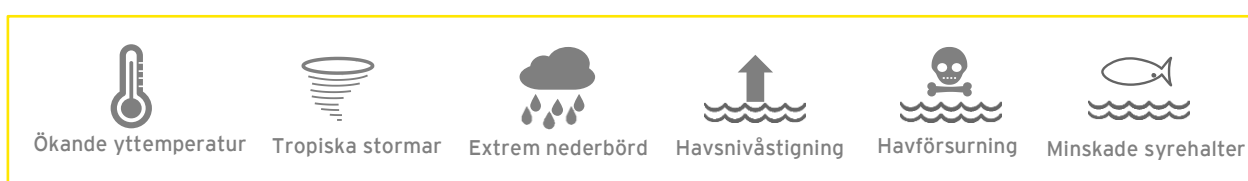
8. Världshaven

8.1. Livsmedelsproduktion av betydelse för Sverige

Världshaven täcker hela 71 % av jordens yta och det finns därför stora utmaningar i att förutse klimatförändringarnas precisa regionala påverkan. Havet är en viktig källa till mat för många människor runt om i världen och studier visar att konsumtionen av både fisk och skaldjur ökar. Tio procent av världens befolkning är beroende av fiske för deras försörjning och 4,3 miljarder människor är beroende av fisk för 15 procent av deras animaliska proteinintag⁶⁷. Torsk och lax är bland de vanligaste fiskarterna som konsumeras i Sverige⁶⁸. Torsk fiskas i stor utsträckning i Nord- och Östersjön där klimatförändringarna och annan miljöförstöring redan har haft en stor negativ påverkan på både beståndet och storleken på fisken.

8.2 Översiktsbild av klimataktorer och framtida risker

Faktorer för klimatpåverkan för Världshaven⁶⁹



Risikfaktor ⁷⁰	Säkerhet	Nutid	2030–2040	2080–2100
Förändrat fiskbestånd och fiskstorlek på grund av temperaturhöjning med minskad fångstpotential i lägre breddgrader.	Hög	Låg	Medium	Medium
Förlust av livsmiljö för större fiskarter, på grund av brist på syre i vissa havsområden och expansion av marina dödzoner.	Hög	Låg	Medium	Hög
Mindre tillväxt och lägre reproduktion av skaldjur, koraller och andra kalciumbaserade organismer som ett resultat av havsförsurning.	Hög	Låg	Medium	Medium
Korallkorallnedbrytning globalt på grund av korallblekning, vilket minskar den biologiska mångfalden och fiskbeståndet samt ger kustområden sämre skydd från vind och vågor.	Hög	Medium	Hög	Mycket hög
Allmänna nedgångar i mångfalden av marina arter på grund av temperaturhöjning och försurning av havet.	Medium	Medium	Hög	Mycket hög
Ökade skador på egendom och infrastruktur nära kustområden som följd av bland annat havsnivåhöjning och mer intensiva havstormar.	Hög	Medium	Medium	Hög

⁶⁷ FAO. Oceans crucial for our climate, food and nutrition

⁶⁸ Livsmedelsverket. Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige

⁶⁹ Dessa faktorer är baserade på 'Table 30–3' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

⁷⁰ Dessa risker har identifierats och baserats på utvärderingar från litteratur och expertbedömningar som gjorts av författare till de olika WGII AR5-kapitlen. Tabell är baserad på 'Table 30-3' från IPCC AR5 WGII kapitel om regionala aspekter

Sammanfattning av klimatrisker

Världens havssystem är mycket känsligt för förändringar i det globala klimatet. En ökad ytemperatur och havsförsurning som ett resultat av högre koldioxidkoncentration i haven observeras redan idag och förväntas intensifieras under kommande sekel. Klimatförändringar har mycket negativ påverkan på det marina ekosystemet. Tropiska korallrev, skaldjur och kräftdjur påverkas särskilt mycket. Den internationella fiskeindustrin påverkas eftersom det finns många fiskarter som migrerar till andra vatten på grund av temperaturförändringar i havet och förändring av algblomningar. Flera platser längs norra halvklotets kust har utvecklat så kallade "marina dödszoner" där syrehalten i lagren nära havsbotten är för låg för att överleva marint liv. En ökad förekomst av allvarliga stormar och extrem nederbörd riskerar att förorena kustvatten.

8.3 Klimatförändringar

Klimatförändringarna bedöms påverka världshaven och förutsättningarna för marint liv, inte enbart genom temperaturökning utan även genom havsförsurning, förändrade havsströmmar, vågstorlek och stormsystem. Havsförsurningen orsakas främst av högre koldioxidnivåer i havet vilket gör att pH-värdet minskar. Havet tar upp ungefär 30 % av koldioxiden som släpps ut i atmosfären och desto högre koldioxidutsläpp i atmosfären desto mer koldioxid tas upp i havet vilket gör det surare⁷¹.

Redan i IPCC:s fjärde utvärderingsrapport⁷² (AR4) beskrevs hur ökade koncentrationer av atmosfärisk koldioxid har resulterat i uppvärmning och försurning av de övre lagren av havet. Indikationerna på detta har sedan dess blivit ännu tydligare och förväntas fortsätta. Havet har under perioden 1971–2010 absorberat 93 % av den extra värme som bildas med högre koldioxidutsläpp, med den största uppvärmningen i de översta 700 metrarna från ytan. Det är mycket sannolikt att uppvärmningen av ytlagret kommer att intensifieras ytterligare. Mot slutet av seklet projiceras ytemperaturen förändras med 1,8–3,3°C beroende på scenario. Ingen uppvärmning av havet förväntas dock ske på de djupare delarna av havet.

Havsnivåhöjningen har ökat snabbare under perioden 1950–2010 än under de senaste två tusen åren. Under 1900–2010 höjdes havsnivån med 0,19 meter och en höjning med 0,47 meter förväntas ske under RCP4.5 samt 0,63 meter under RCP 8.5 mot år 2100. Detta förväntas resultera i allvarliga översvämningar längs med kuster och lågt liggande områden världen över, speciellt utsatt är södra Asien, regioner i Stillahavet och norra Atlanten. Sammantaget förväntas förändringar i havsnivån mycket sannolikt att förändra kustekosystem, såsom stränder, salta våtmarker, korallrev och mangrover. Förändringarna kommer främst att påverka områden där havsnivåhöjning är som högst vilket den bedöms komma att bli i Sydostasien och västra Stilla havet.

Även om det finns viss osäkerhet inom forskningen som kopplar samman extrema väderhändelser med klimatförändringar så finns det mycket som tyder på att havsstormar, inklusive orkaner, tyfoner och tropiska cykloner kommer att bli intensivare framöver. Stormar har förmåga att blanda näringsämnen från djupare till ytligare vatten, vilket stimulerar produktiviteten i havet. De kan även minska lokala havstemperaturer och tillhörande stress genom att blanda vatten från olika djup med olika temperaturer. Stormar skapar dock även stora skador på kustremsor, korallrev och mangroveskogar som kan ta lång tid att återhämta sig. De kan även ha negativ effekt på havs- och kustnära

⁷¹ National Ocean Service. What Is Ocean Acidification?

⁷² IPCC. Climate Change 2007 Synthesis Report

infrastruktur, men också vara en stor risk för fiskebesättningar. Mycket tyder på att stormar har blivit starkare i flera områden på senare tid och förväntas även tillta i framtiden i flera regioner.

8.4 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen

Olika havsregioner förväntas att påverkas något olika av klimatförändringar vad gäller både effekt och intensitet. En generell havstemperaturökning förväntas förstöra fiskens havsmiljöer på flera platser runt om i världen. Detta kommer även leda till att fisk kommer att migrera både norr och söderut mot polarområden och kallare vatten.

Både havsförsurning och temperaturförändring kan få dramatiska effekter på det globala fiskbeståndet och påverka både reproduktion och fiskstorlek för flera fiskarter. När det gäller fångst av fisk förväntas enligt IPCC en ökning med 30–70 % i polarområdena innan år 2050, medan det i tropiska områden förväntas minska med 40–60 %.

Studier visar att klimatförändringar redan har påverkat fiskstorlek⁷³. Ökad havstemperatur anses ha bidragit till en reduktion av storleken på fisken i Nordsjön, där storleken på torsk och flundra minskat med upp till 23 % under de senaste 40 åren⁷⁴. Fram till 2100 bedöms storleken på bland annat torsken i Östersjön, komma att minska med ytterligare 25 % under ett RCP8.5 scenario. Fiskstorlek kommer också att påverkas av den minskade syrehalten i havet, vilket ses som en av de främsta orsakerna till att storleken på stora och aktiva fiskar, exempelvis tonfisk minskat med upp till 30 %.

Fortsatt havsförsurning bedöms ha stor negativ påverkan på det marina livet, särskilt musslor och andra skaldjur. Det förväntas också leda till stor förstörelse av korall och kustnära grödor, vilket i sin tur kommer att påverka populationerna av småfisk och matfisk, vilket har direkta konsekvenser för flera olika fiskarter i världen. Flera olika fiskarter, plankton och havsgräs påverkas dessutom direkt negativt av marin försurning särskilt i början av utvecklingsfasen.

En annan konsekvens av temperaturhöjning och lägre syrehalter i havet är som tidigare nämnt korallblekning och koralldöd. Korallrev täcker mindre än 1 % av havets botten, men har en viktig roll i det marina ekosystemet då det är hem för mer än 25 % av det marina livet. Redan idag är blekningen ett stort problem i flera områden och skadorna på korallerna förväntas med stor sannolikhet att intensifieras framöver, oberoende av scenario. Om ett högre utsläppsscenario används finns risken att flertalet korallrev kollapsar helt under perioden 2050–2100.

⁷³ Forster et al. Warming-induced reductions in body size are greater in aquatic than terrestrial species

⁷⁴ Baudron et al. Warming temperatures and smaller body sizes: synchronous changes in growth of North Sea fishes

9. Källor per kapitel

Kapitel 1 Introduktion

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: 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.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp

Livsmedelsverket. Livsmedelssektorn i ett förändrat klimat – plan för vad Livsmedelsverket behöver göra. 2018.

<https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2018/2018-livsmedelsverkets-handlingsplan-for-klimatanpassning.pdf>. (Hämtad 2018-12-12)

SFS: 2018:1428. Förordning om myndigheters klimatanpassningsarbete

Kapitel 2 Europa

European Environmental Agency. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 – An indicator-based report. 2017. No1. ISSN:1977-8449

European Environmental Agency. Water-limited crop yield. 2016-12-20.

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/crop-yield-variability-2/assessment> (Hämtad 2018-12-17)

European Commission. Extreme weather pushes EU wine harvest to historical low in 2017. 2017-10-04. https://ec.europa.eu/info/news/extreme-weather-pushes-eu-wine-harvest-historical-low-2017_en (Hämtad 2018-12-17)

European Commission. Focus on: EU cereal production is expected to recover but stay below average. 2017-11-03. https://ec.europa.eu/info/news/eu-cereal-production-expected-recover-stay-below-average_en (Hämtad 2018-12-17)

European Commission. Future of CAP: Climate change on your plate. 2018-11-13.

https://ec.europa.eu/info/news/future-cap-climate-change-your-plate_en (Hämtad 2018-12-17)

European Commission. How will we be affected?

https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/how_en (Hämtad 2018-12-17)

European Parliament. Agriculture And Rural Development. 2017.
[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/585914/IPOL_STU\(2017\)585914_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/585914/IPOL_STU(2017)585914_EN.pdf) (Hämtad 2018-12-17)

Eurostat. Agriculture, forestry and fishery statistics. 2017.
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/8538823/KS-FK-17-001-EN-N.pdf/c7957b31-be5c-4260-8f61-988b9c7f2316> (Hämtad 2018-12-10)

Eurostat. Agricultural production – crops. Nov 2017. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural_production_-_crops#Fruit (Hämtad 2018-12-10)

Eurostat. Where are our fruit and veg produced?. 2017.07-28.
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20170728-1> (Hämtad 2018-12-10)

FAO (2015), chapter 4: Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade. <http://www.fao.org/3/a-i4332e.pdf> (Hämtad 2018-12-17)

FAO (2016), chapter A: Climate Change Impacts On Food Security: risks and responses.
<http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf> (Hämtad 2018-12-14)

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1133

Norges offentlege utgreiingar. Tilpassing til eit klima i endring. 2010.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/01c4638b3f3e4573929f3b375f4731e0/nn-no/pdfs/nou201020100010000dddpdfs.pdf> (Hämtad 2018-12-10)

Kapitel 3 Nordamerika

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1133

Pulse Canada. Growing regions. <http://www.pulsecanada.com/about-pulse-canada/growing-regions/> (Hämtad 2018-12-14)

United States Department of Agriculture and National Agricultural Statistics Service. Citrus Fruits 2018 Summary. 2018.
https://www.nass.usda.gov/Publications/Todays_Reports/reports/cfrr0818.pdf (Hämtad 2018-12-14)

Kapitel 4 Syd-och Centralamerika

FAO. FAO Statistical Yearbook 2014: Latin America and the Caribbean food and agriculture. 2014. <http://www.fao.org/3/a-i3592e.pdf> (Hämtad 2018-12-07)

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1133

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp

McDaniel, M., Sprout. E., Boudreau. D. and Turgeon, A. South America: Resources. National Geographic. 2012-01-04. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/south-america-resources/> (Hämtad 2018-12-14)

Kapitel 5 Afrika och Mellanöstern

FAO (2001), chapter 3: Middle East And North Africa <http://www.fao.org/3/a-ac349e.pdf>
<http://www.fao.org/docrep/003/Y1860E/y1860e00.htm#TopOfPage> (Hämtad 2018-12-10)

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1133

Statistics South Africa. Report on the survey of large and small scale agriculture. 2002. <http://www.statssa.gov.za/publications/LargeSmallScaleAgri/LargeSmallScaleAgri.pdf> (Hämtad 2018-12-10)

Kapitel 6 Asien

FAO. FAO Statistical Yearbook 2013: World food and agriculture. 2013. <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e03.pdf> (Hämtad 2018-12-07)

FAO. FAOSTAT: Crops. 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Hämtad 2018-12-07)

FAO (2015), chapter 4: Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade. <http://www.fao.org/3/a-i4332e.pdf> (Hämtad 2018-12-17)

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on

Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1133

WWF India. Palm oil market and sustainability in India. 2013.

http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/palmoilmarketsustainability_india_2013.pdf
(Hämtad 2018-12-12)

Kapitel 7 Oceanien

AgriFutures Australia. Canola. 2017. <https://www.agrifutures.com.au/farm-diversity/canola/>
(Hämtad 2018-12-10)

Australian Government, Department of Agriculture and Water Resources. Horticulture fact sheet. 2016. http://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/hort-policy/horticulture_fact_sheet. (Hämtad 2018-12-14)

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1133

Lim, K.H. & Goh, K., Kee, K.K. and Henson, I.E.. 2011. Climatic requirements of oil palm. Agronomic principles and practices of oil palm cultivation. 1-46.

McClanahan, P. Can Indonesia increase palm oil output without destroying its forest? The Guardian. 2013-09-11. <https://www.theguardian.com/global-development/2013/sep/11/indonesia-palm-oil-destroy-forests> (Hämtad 2018-12-11)

Skinner, E.B. Indonesia's Palm Oil Industry Rife With Human-Rights Abuses. Bloomberg. 2013-07-20. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-07-18/indonesias-palm-oil-industry-rife-with-human-rights-abuses> (Hämtad 2018-12-13)

The Ministry for the Environment. Climate Change: Likely Impacts on New Zealand Agriculture. 2001. <https://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/impacts-agriculture-sep01.pdf> (Hämtad 2018-12-10)

The New Zealand Institute for Plant & Food Research Ltd. Fresh Facts New Zealand Horticulture 2017. <http://www.freshfacts.co.nz/files/freshfacts-2017.pdf> (Hämtad 2018-12-10)

Kapitel 8 Världshaven

Baudron, Alan & Needle, Coby & Rijnsdorp, Adriaan & Tara Marshall, C. (2013). Warming temperatures and smaller body sizes: Synchronous changes in growth of North Sea fishes. Global change biology. 20.10.1111/gcb.12514

FAO. Oceans crucial for our climate, food and nutrition.

<http://www.fao.org/news/story/en/item/248479/icode/> (Hämtad 2018-12-11)

Forster, F., Hirsta, A.G. and David Atkinson, D. (2012). Warming-induced reductions in body size are greater in aquatic than terrestrial species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Nov 2012, 109 (47) 19310-19314; DOI: 10.1073/pnas.1210460109

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1133

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp

Livsmedelsverket. Riksmaten - 2010–11, Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige. 2010. https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2011/riksmaten_2010_20111.pdf (Hämtad 2018-12-12)

National Ocean Service. What Is Ocean Acidification? <https://oceanservice.noaa.gov/facts/acidification.html> (Hämtad 2018-12-14)

