

Klimaendringer og konsekvenser for norsk kornsektor fram mot 2040

Nina Bergan Holmelin, Seniorforsker ved CICERO, 07.02.24

Notatet sammenfatter noen hovedtrekk ved klimaendringenes konsekvenser for global kornproduksjon, følgene det kan ha for kornimport til Norge, og klimaendringenes direkte påvirkning på norsk kornproduksjon. De viktigste hovedpunktene er oppgitt øverst, etterfulgt av en kortfattet utdyping av hvert punkt under. Tidshorizonten er fram mot 2040.

Hovedpunkter:

1. Klimaendringer vil føre til høyere temperaturer globalt, men med store lokale og regionale variasjoner i oppvarmingen. Langvarig tørke og hetebølger vil opptre hyppigere (IPCC 2022a), noe som kan redusere hveteavlinger betraktelig (Lobell et al. 2012).
2. Nedbørsmønstrene vil bli endret globalt og regionalt, med større variabilitet og mer ekstremvær (IPCC 2022b). Europa er forespeilet mer nedbør i nord og øst, og mer tørke og hete i sør (IPCC 2022a). Europeisk vårhveteproduksjon er utsatt for tørke, hete og ekstremvær (Vogel et al. 2019).
3. Klimaendringene har allerede direkte påvirket Norge i form av temperaturstigning, mer ekstremvær og mer nedbør, da spesielt om våren. For Østlandet i 2040 beregnes en temperaturstigning på rundt 2 grader, mer nedbør gjennom året og betydelig flere dager med kraftig nedbør (Hanssen-Bauer et al. 2015). Utslagene av klimaendringer vil variere sterkt mellom fylker (Mohammadi et al. 2023), men mer nedbør øker risikoen for vanskelige forhold for jordbearbeiding og såing om våren (Kolberg et al. 2019), for såing av høstkorn og for redusert matkvalitet under innhøstingen.
4. Global kornproduksjon anslås å bli redusert på grunn av klimaendringer de nærmeste tiårene, med større variasjoner mellom år og mer ustabile internasjonale kornpriser (Haile et al. 2017). Avlingstapene er beregnet å øke i takt med temperaturstigningen, men det vil fremdeles være store regionale forskjeller (IPCC 2014).
5. Økte CO₂-konsentrasjoner på bakkenivå kan til en viss grad bidra til høyere hveteavlinger, men mer tørke og hete kan fort kompensere for denne effekten (Rezaei et al. 2023). I framtidige avlingsprosjeksjoner er ikke effekten av CO₂-fertilisering stor nok til å kompensere for det beregnede tapet av avlinger som følger av mer hete, tørke og ekstremvær (IPCC 2014).
6. Import- og leveringssikkerheten for hvete til Norge kan bli utfordret av større variasjoner i hveteproduksjonen regionalt og mellom år. Det er økt risiko for periodevise leveringsproblemer på enkelte kornsorter og -kvaliteter. Store hveteeksportører har tidligere nedlagt eksportrestriksjoner etter ekstremvær og innenlands avlingssvikt (Götz et al. 2016, Akter 2022). Eksportrestriksjoner på mat i viktige produksjonsland øker ustabiliteten i internasjonale kornpriser (FAO 2022).

Kortfattede utdyping av hvert hovedpunkt:

1. Global temperaturøkning:

Global gjennomsnittstemperatur har foreløpig steget med 1,1 grad siden førindustriell tid, og hyppigheten på skadelige hetebølger og tørke har allerede økt (IPCC 2022a). Nyere beregninger anslår at den globale gjennomsnittstemperaturen kan overskride 1,5 grader oppvarming innen 2030, og 2 grader oppvarming innen 2050 (Hansen et al. 2024).

Lokalt og regionalt er det store variasjoner i temperaturer. Temperaturstigningen går generelt raskere over fastland enn over hav, og raskere i polområdene og i høyfjellsområder enn i andre områder. Høyere temperaturer skaper likevel store problemer også i tropiske og subtropiske soner ettersom normaltemperaturene her allerede er relativt høye. En videre temperaturøkning og hyppigere hetebølger kan da føre til at viktige temperaturgrenser blir krysset, med store negative konsekvenser for avlinger og for mennesker. Store avlingsforsøk for hvete har for eksempel vist at dagtemperaturer over 30 grader reduserer matingen på hvete og at hetebølger dermed kan redusere avlingene betraktelig ved sørlige breddegrader (Lobell et al. 2012).

2. Nedbør, variabilitet og ekstremvær:

Klimaendringene vil føre til større værvariasjoner fra år, inkludert mer ekstremvær (IPCC 2022b).

Europa: Mer tørke og hete er forventet å føre til et betydelig avlingstap spesielt i sørlige deler av Europa, og økt avlingspotensiale i det nordlige Europa vil sannsynligvis ikke kompensere for disse tapene (IPCC 2022a). En 5-10% økning i maksimal dagsnedbør er forventet i nær fremtid i Nord- og Øst-Europa, mens Sør-Europa vil få høy risiko for vannmangel (ibid.). Vårhveteproduksjonen i Europa er et av flere viktige kornproduserende områder som er særlig mottakelige for skadelig påvirkning fra ekstremvær som tørke og hetebølger (Vogel et al. 2019).

3. Klimaendringer i Norge

I Norge er det allerede observert en økning i gjennomsnittlig årstemperatur på 0,5 grad, med noe større oppvarming om høsten og noe mindre om vinteren. (Hanssen-Bauer et al. 2015). Samme rapport viser at vekstsesongen har blitt 1-2 uker forlenget i store deler av landet og særlig i nord. Årsnedbøren har økt i hele landet, men særlig på Østlandet og særlig om våren, hvor årsnedbøren har økt med 10% (ibid.).

Hanssen-Bauer et al. (2015) viser videre at det i 2045 er beregnet en temperaturøkning på Østlandet på rundt 2 grader, med større oppvarming om vinteren enn om sommeren. Innen århundreskiftet beregnes en forlenging av vekstsesongen i Sør-Norge og på Østlandet på en til to måneder, avhengig av valgt utslippsscenario. Årsnedbøren på Østlandet er beregnet økt med 4-15% i 2045, med størst økning i sommermånedene juni, juli og august. Antall dager med kraftig nedbør anslås å øke betydelig i alle årstidene.

Hvordan endret temperatur og nedbør slår ut på avlingene varierer betydelig fra fylke til fylke (Mohammadi et al. 2023). Mer nedbør og større variabilitet i nedbør og temperatur kan gjøre jordbearbeiding og såing om våren vanskeligere med økt fare for jordpakking, men det er også her stor regional variasjon (Kolberg et al. 2019). Mer nedbør fra juni til august og flere dager med kraftig nedbør kan øke risikoen for redusert matkvalitet under innhøstingen. Mer nedbør kan også føre til vanskeligere forhold for såing av høstkorn.

4. Global kornproduksjon under framtidige klimaendringer

Modellberegninger av framtidig utvikling bygger på mange forutsetninger og vil alltid innebære usikkerhet. Likevel kan globale avlingsmodeller gi en god indikasjon på forventede konsekvenser av klimaendringer på framtidige avlingsnivåer. Behovene for mat i verden anslås å øke med mellom 30-62% i 2050, sammenliknet med 2010 (Rezaei et al. 2023).

For eksempel har Haile et al. (2017) modellert påvirkningen av klimaendringer, ekstremvær og prisrespons på global produksjon av hvete, mais, ris og soyabønner. De viser at klimaendringer kan redusere global kornproduksjon med 9% i løpet av 2030-årene og med 23% i 2050-årene. Samtidig forventer de en 1-3% høyere årlig variasjon i global kornproduksjon som følge av klimaendringer de nærmeste fire tiårene. Ekstremvær vil videre forsterke variasjonen i avlinger mellom år, med negative konsekvenser for prisstabiliteten i globale markeder (ibid.).

Andre projeksjoner kan komme fram til noe andre tall, men en oppsummering av IPCC viser at over 70% av projeksjonene for avlinger under klimaendringer i tropiske og tempererte regioner i sum viser avlingstap i varierende grad for perioden 2030-2049 (IPCC 2014, figur 7-5).

5. CO₂-fertilisering:

Økte CO₂-konsentrasjoner på bakkenivå kan til en viss grad bidra til høyere avlinger for hvete og ris (såkalte C₃-sorter), men mer tørke og hete kan fort kompensere for denne effekten (Rezaei et al. 2023). CO₂-fertilisering av hvete vil under uendret gjødslingsregime føre til en reduksjon på 3-17% av sink, jern og protein i kornet (Smith og Myers 2018). Dersom man i framtiden skal oppnå en økt global totalproduksjon av hvete forutsetter det en ekspansjon av hveteområdene i nordlige områder av verden der hetebølger er et mindre problem (Jägermeyr et al. 2021).

6. Mulige konsekvenser for norsk kornimport

Større variasjoner i hveteproduksjonen regionalt og mellom år kan utfordre import- og leveringssikkerheten for hvete til Norge. Omfattende avlingstap som følge av hete og tørke i Europa kan i perioder redusere tilgjengeligheten i markedene for enkelte kornsorter og -kvaliteter, slik at det kan bli vanskeligere å få importert de kvalitetene man ønsker til enhver tid.

Store hveteeksportører som Russland og Ukraina har tidligere innført eksportrestriksjoner på hvete etter ekstremværehendelser som hetebølger, tørke og branner og påfølgende avlingssvikt (Götz et al. 2016). I 2022 innførte også storprodusenten India eksportrestriksjoner på hvete, noe som raskt drev opp verdensmarkedsprisen, selv om hveteeksporten fra India i utgangspunktet er begrenset (Aker 2022). Det er tidligere vist at eksport- og handelsrestriksjoner som respons på avlingssvikt og innenlands prisstigning på korn forsterker ustabiliteten i internasjonale kornpriser (FAO 2022).

Det er sannsynlig at risikoen for forsyningskrise på mat vil øke regionalt og globalt (Dombu et al. 2021). Hvorvidt eventuelle forsyningskriser kan bli kortvarige eller langvarige er usikkert.

Fagnotat til prosjektet: Økt, miljøtilpasset og mer robust norsk mathveteproduksjon. Ledet av Matkornpartnerskapet/NOFIMA

Referanser:

Akter, S. (2022). The effects of food export restrictions on the domestic economy of exporting countries: A review. *Global Food Security* 35 (2022) 100657. DOI: 10.1016/j.gfs.2022.100657

Dombu, S.V. og medarbeidere (2021). Norsk matsikkerhet og forsyningsrisiko. Rapport fra arbeidsgruppe i NIBIO. NIBIO Rapport vol. 7, nr. 145, 2001.

FAO (2022). The state of Agricultural Commodity Markets. The Geography of Food and Agricultural Trade: Policy Approaches for Sustainable Development. Rome, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

Götz, L., Djuric, I., og Nivievskyi, O. (2016). Regional Price Effects of Extreme Weather Events and Wheat Export Controls in Russia and Ukraine. *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 67, No. 3, pp. 741-763. DOI: 10.1111/1477-9552.12167

Haile, M.G., Wossen, T., Tesfaye, K. og Braun J. (2017). Impact of Climate Change, Weather Extremes, and Price Risk on Global Food Supply. *Economics of Disasters and Climate Change* 1:55-75. DOI: 10.1007/s41885-017-0005-2

Hansen, J., Sato, M., og Ruedy, R. (2024). Global Warming Acceleration: Causes and Consequences. *Columbia University*. [AnnualT2023.2024.01.12.pdf \(columbia.edu\)](#)

Hanssen-Bauer, I. og medforfattere (2015). Klima i Norge 2100. *Norsk Klimaservicesenter*, NCCS rapport no. 2/2015, på oppdrag fra Miljødirektoratet. M-406, 2015.

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. *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 485-533.

IPCC (2022a). Sixth Assessment Report. Working Group II - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Fact Sheet - Europe. Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2022b). Climate Change 2022: Impacts, Adaptations and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report. Technical Summary. [AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability – IPCC](#)

Jägermeyr, J. og medforfattere (2021). Climate impact on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models. *Nature Food* Vol. 2, November 2021, pp. 873-875. DOI: 10.1038/s43016-021-00400-y

Kolberg, D. og medarbeidere (2019). Impact of projected climate change on workability, attainable yield, profitability and farm mechanization in Norwegian spring cereals. *Soil and Tillage Research* 185 (2019) 122-138. DOI: 10.1016/j.still.2018.09.002

Lobell, D.B., Sibley, A., og Ortiz-Monasterio, J.I. (2012). Extreme heat effects on wheat senescence in India. *Nature Climate Change Letters*. DOI: 10.1038/NCLIMATE1356

Mohammadi, S. og medforfattere (2023). Impacts of recent climate change on crop yield can depend on local conditions in climatically diverse regions of Norway. *Nature Scientific Reports* (2023): 13:3633. DOI: 10.1038/s41598-023-30813-7

Rezaei, E. E. og medforfattere (2023). Climate change impacts on crop yields. *Nature Reviews Earth & Environment*, Vol. 4, December 2023, pp. 831-846. DOI: 10.1038/s43017-023-00491-0

Smith, M. og Myers, S.S. (2018). Impact of anthropogenic CO₂ emissions on global human nutrition. *Nature Climate Change* 2018, DOI: 10.1038/s41558-018-0253-3

Vogel, E. og medforfattere (2019). The effects of climate extremes on global agricultural yields. *Environmental Research Letters* 14 (2019) 054010. DOI: 10.1088/1748-9326/ab154b