

CLEO -Klimatförändringen och miljömålen Sammanfattning och slutsatser

John Munthe

IVL

Klimatet

- Temperaturökning till mitten på seklet 2.5-3.5 °C, mot slutet av seklet mellan 3.5 och 5°C, med kraftigast ökning i norr.
- För nederbörd är projektionerna olika för mitten av seklet:
 - HADLEY: ökning 150-300 mm i fjällkedjan, i sydöstra Sverige 50-100 mm/år.
 - ECHAM: generellt avsevärt lägre och i västra Sverige indikeras ingen förändring jämfört med idag.
- men till slutet av seklet är ökningen kraftigare i båda projektionerna, med upp till 400 mm i norra Sverige och 50-200 mm i södra Sverige

Emissioner av luftföroreningar

- **SO₂**: Trend med minskande europeiska utsläpp men viss ökning under perioden 2025 till 2030. Utsläpp från internationell sjöfart.
- **NO_x**: Utsläpp i Europa minskar fram till 2030 men ökar därefter. Utsläpp från internationell sjöfart.
- **Kolväten**: Minskade utsläpp men osäkerheter stora.
- **NH₃**: Utsläpp följer jordbrukssektorns förväntade utveckling – minskning mellan 1990 och 2010, därefter ökning fram till 2050.

Skogsbruk

- Tre scenarier 2010-2100, baserat på underlag från SKA VB-08 med kompletteringar:
 - BUS (BUSiness as usual) - dagens skogsbruk;
 - MBR (Medium Biomass Removal) - högre uttag av biomassa men med miljörestriktioner
 - HBR (High Biomass Removal) - betydligt högre uttag av biomassa..
 - Klimatets inverkan på skogens tillväxt är inkluderat i alla scenarier.
- Alla scenarier: högre biomassauttag från skogen (stammar, GROT och stubbar) och ökad askåterföring.
- Klimatförändringen ger högre tillväxt från 2020 och framåt. Stamuttaget vid avverkning förväntas öka med 45 % i BUS, 62 % i MBR och 70 % i HBR från 2010-2110.
- Arealerna för markberedning, röjning, gallring, slutavverkning och GROT-uttag ökar i samtliga scenarier över 100-årsperioden. Även arealen för stubbuttag ökar över tiden i MBR och HBR-scenarierna.

Spridning, nedfall luftföroreningar

- Depositionen av svavel och kväve styrs av förändringar av utsläpp i Europa, klimatförändringarna spelar en mindre roll.
- I Europa beräknas nedfallet av oxiderat svavel och kväve minska med 60 respektive 40 % mellan 2000 och 2050. Ingen förändring i ammoniak.
- PM_{2,5} kommer att minska i hela Sverige (30-10% mest i syd).
- Årsmaximum av ozonmedelhalt minskar signifikant i södra Sverige, konstant i norra Sverige. Målvärdet för hälsa kommer fortsatt att överskridas år 2050.
- Målvärdet till skydd för växtligheten baserat på AOT40 kommer inte längre överskridas i Sverige 2050 – förutsatt att de hemisfäriska bakgrundhalterna inte ändras nämnvärt. Ej ozonflux.

Läckage av N, DOC och ANC från skogsmark vid förändringar i skogsbruk deposition och klimat

- Förändringar i klimatet betyder mer för kväveläcket än förändringar i deposition och skogsbruk. Ökande temperatur och förändringar i nederbörden ger utslag på både halter och transport för hela landet.
- Skogsbruksscenarierna med måttligt respektive högt uttag gav för kväve minskningar om några procent jämfört med "business as usual". För DOC blev resultaten en ökning med strax över 10%.
 - För förändringarna i kvävehalterna i avrinningen från skog erhöles delvis motstridiga resultat, då halterna minskade i klimatscenarierna svagt enligt en modell, men ökade enligt den andra.
- Skillnaderna i utlakningen av aciditet och alkalinitet beräknas vara relativt små fram till år 2030.
- Framtida förändringarna i halter och ämnestransport förväntas vara små, särskilt i relation till osäkerheterna i modeller och indata, och i relation till den naturliga variationen.

Synergier och konflikter – effekter av intensifierat skogsbruk

- Grot-uttag innebär en **konfliktrisk** med *Bara naturlig försurning* (södra S). Små effekter till 2020/2030 men går i fel riktning. Askåterföring motverkar konfliktrisen.
- Kvävelättnaden som uppstår vid grot-uttag kan motverka försurningseffekten och därmed ge en **synergieffekt** för *Bara naturlig försurning* i sydvästra Sverige.
- Gödsling innebär **konfliktrisk** med miljömålen *Ingen övergödning* och *Bara naturlig försurning*, speciellt i de mer kväverika områdena i sydväst.
- Mer intensivt skogsbruk → risk för körskador: kan orsaka ökat läckage av totalkvicksilver och metylkvicksilver – **konfliktrisk** med miljömålet *Giftfri miljö*.
- När det atmosfäriska nedfallet minskar, ökar betydelsen av störningar på miljömålen *Bara naturlig försurning* och *Ingen övergödning* (skogsbruk och klimat- havssaltsepisoder, stormar och skadeangrepp).

Luftföroreningars klimatpåverkan och synergier och konflikter i åtgärdsstrategier

- Klimatpåverkan från svenska utsläpp av luftföroreningar är i framtiden begränsad pga genomförda utsläppsminskningar. Minska emissioner av ozonbildande ämnen och metan viktigaste framtida (svenska) åtgärder ur klimatperspektiv.
- Åtgärder för att minska utsläpp av CO₂ ger minskade utsläpp av luftföroreningar vilket ger samhällsekonomiska vinster i form av minskade hälsoeffekter och lägre kostnader för investeringar i luftreningsteknik. Detta försummas oftast i klimatanalyser vilket får dem att verka mindre fördelaktiga.
- Energieffektivisering är bra för att minska utsläpp av växthusgaser och luftföroreningar - formuleringen av mål för detta kan behöva ändras.
- En justering eller översyn av elcertifikatsystemet kan vara befogad för att undvika investeringsstöd till energiproduktion som gör det svårare för Sverige att nå uppsatta mål för utsläpp av luftföroreningar

Konflikter mellan ökad biobaserad energi och utsläpp av partiklar i Sverige

Ökad användning av bioenergi kan leda till konflikter mellan miljömålen *Begränsad klimatpåverkan* och *Frisk luft* – utsläpp av PM vid ökad förbränning av biomassa.

- Småskalig förbränning störst källa till partiklar från förbränning.
- Framtida partikelutsläpp från småskalig förbränning av biomassa är starkt beroende av hur och var förbränningen sker. Med dagens teknologi ger en ökad användning ökade partikelutsläpp.
- Övergång till modern teknologi skulle däremot reducera utsläppen av partiklar kraftigt, även vid antaganden om ökad användning av biomassa.
- Osäkerhet om partikelutsläpp är kopplad till mätmetoder och emissionsfaktorer för PM_{2,5}, samt osäkerhet beroende på otillräcklig kännedom om aktivitetsdata (bestånd av olika förbränningsteknologier).
- Övergång till biodrivmedel påverkar inte utsläpp av partiklar jämfört med att fortsätta använda fossila drivmedel. Förväntas minska kraftigt fram till 2030, främst till följd av bättre reningstekniker i modernare fordon och maskiner.

Marin syntes

- Produktionen av organiskt material kommer att öka pH i ytvattnet, men kan inte motverka pH-sänkningen från det ökande upptaget av CO₂.
- Förvärrad situation i de djupare vattenmassorna där nedbrytningen av organiskt material ökar vilket också sänker pH.
- En framtida klimatförändring kommer påverka processer som styr eutrofiering och havsförsurning, både motverkande och förstärkande.
 - Ökad temperatur innebär minskade syrenivåer i ytvattnet.
 - Minskad löslighet av CO₂, dock liten effekt på pH.
 - Varmare vatten ökar algers tillväxt och nedbrytningstakten av organiskt material
 - Förändringar i avrinningen från land påverkar näringsämnen, kol, salthalt.
- Nuvarande förvaltningsstrategier tar inte hänsyn till trender över tid och potentiella förändringar i ekosystemen på grund av klimatförändringen.