

Executive summary

# MER BIOENERGI OCH MINDRE NEGATIVA MILJÖEFFEKTER FRÅN JORDBRUKET

Maj 2022

Göran Berndes, Chalmers  
Pål Börjesson, Lunds universitet  
Christel Cederberg, Chalmers  
Oskar Englund, Mittuniversitetet

## FÖRNYBARA DRIVMEDEL OCH SYSTEM 2018-2021

Ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och  
f3 Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel

## FÖRORD

Denna executive summary har skrivits för ett projekt inom samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system, projektnummer 48364-1. Projektet har finansierats av Energimyndigheten och f3 – Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel.

Energimyndigheten arbetar på regeringens uppdrag med energiomställningen till ett modernt, hållbart, fossilfritt välfärdssamhälle och stödjer forskning om förnybara energikällor, smarta elnät och framtidens fordon och bränslen.

f3 är en nätverksorganisation som fokuserar på utveckling av miljömässigt, ekonomiskt och socialt hållbara förnybara drivmedel. f3 finansieras gemensamt av centrets parter och Västra Götalandsregionen. Chalmers Industriteknik fungerar som värd för centret. Kansliet vid f3 utgör programkansli för samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system. (se [www.f3centre.se](http://www.f3centre.se))

### **Denna publikation ska citeras enligt följande:**

Berndes, G. *et al* (2022) *Mer bioenergi och mindre negativa miljöeffekter från jordbruket (Executive summary)*. Publ. nr FDOS 42:2022. Tillgänglig på <https://f3centre.se/sv/samverkansprogram/>

### **Projektets totala resultat presenteras i följande publikation:**

Berndes, G., Börjesson, P., Cederberg, C., Englund, O. (2022) *Reducing negative impacts from biomass production while producing more biomass*. Publ. nr FDOS 41:2022. Tillgänglig på <https://f3centre.se/en/renewable-transportation-fuels-and-systems/>

### **Vetenskapliga artiklar kopplade till projektet har också publicerats:**

Berndes, G. *et al* (2021). *Land sector impacts of early climate action*. Nature Sustainability 4, 1021–1022. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00777-5>

Englund, O. *et al* (2019). *Beneficial land use change: strategic expansion of new biomass plantations can reduce environmental impacts from EU agriculture*. Global Environmental Change, 60: January 2020, 1011990. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101990>

Englund, O. *et al* (2021) *Strategic deployment of riparian buffers and windbreaks in Europe can co-deliver biomass and environmental benefits*. Communications Earth & Environment, 2, 176. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00247-y>

## MULTIFUNKTIONELLA ODLINGAR SKAPAR MERVÄRDEN I JORDBRUKET

Jordbruket spelar en viktig roll i klimatomställningen, både i Sverige och globalt. Utöver åtgärder för att minska de egna växthusgasutsläppen, kan jordbruket tillhandahålla biomassa för bioenergi och andra biobaserade produkter och samtidigt åstadkomma negativa utsläpp genom att lagra in kol i växande biomassa och åkermark. Det finns samtidigt potentiella synergier med andra mål, till exempel att underlätta samhällets anpassning till potentiella klimatförändringar genom att förändra markanvändningen och därigenom mildra negativa effekter av översvämningar.

Forskning pekar på möjligheterna att etablera så kallade multifunktionella bioenergisystem. De baseras på biomassa från odlingar som upprätthåller specifika funktioner *utöver* att leverera biomassa, ofta fleråriga odlingssystem som genom sin lokalisering, utformning och skötsel kan minska jordbrukets negativa miljöpåverkan. Många studier pekar ut bioenergi och i vissa applikationer är energianvändningen en förutsättning för systemets funktionalitet. Ett exempel på detta är odling av lämpliga växter på förorenade marker, där användning av biomassan för energiändamål gör det möjligt att omhänderta föroreningarna. Men i många fall kan den producerade biomassan användas som råvara för produktion av andra biobaserade produkter.

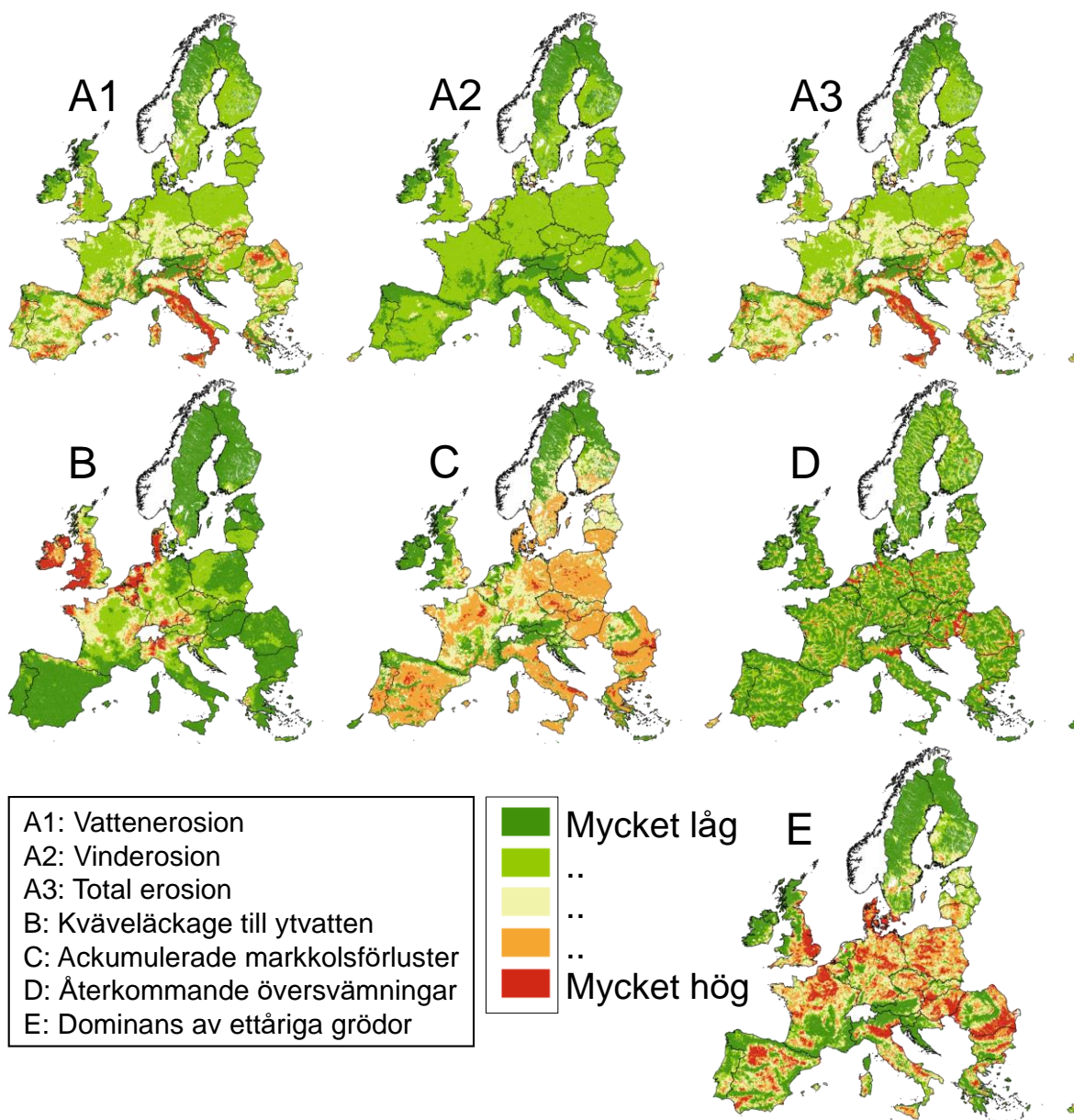
Många studier av specifika multifunktionella odlingssystem ger viktig information om hur odlingsystemen kan utformas och vilka mervärden som kan skapas. Men det saknas konsistent genomförda analyser på nationell nivå och EU-nivå av hur stora jordbruksarealer som är lämpliga för olika slags multifunktionella odlingar, och som ger kvantitativ information om hur mycket biomassa som kan produceras, och visar vilka specifika miljöproblem som kan hanteras med hjälp av sådana odlingar. Det är kunskap som är viktig inte minst för politiska beslutsfattare och myndigheter med ansvar för utformningen av nya styrmedel inom energi-, klimat-, miljö-, och jordbrukspolitiken, och för jordbrukets aktörer som utvecklar strategier för klimatomställning och samtidigt strävar efter att förbättra energiförsörjningen och mildra jordbrukets negativa miljöpåverkan.

## MODELLERING VISAR POTENTIALEN FÖR MULTIFUNKTIONELLA ODLINGAR

Vi har gjort modelleringar på tre olika geografiska nivåer (EU:s 27 medlemsländer och Storbritannien (EU27+UK), Sverige samt Skåne) och kartlagt förutsättningar för etablering av multifunktionella odlingar för att producera biomassa och samtidigt reducera negativa effekter av jordbruk. Vi fokuserar på odling av fleråriga grödor och möjligheten att minska omfattningen av vattenerosion, vinderosion, kväveläckage, förlust av markkol samt återkommande översvämningar.

Figur 1 visar hur sannolikt det är att olika negativa effekter av jordbruk uppstår inom mer än 81 000 individuella avrinningsområden (landskap). Förekomsten av ettåriga grödor i landskapen

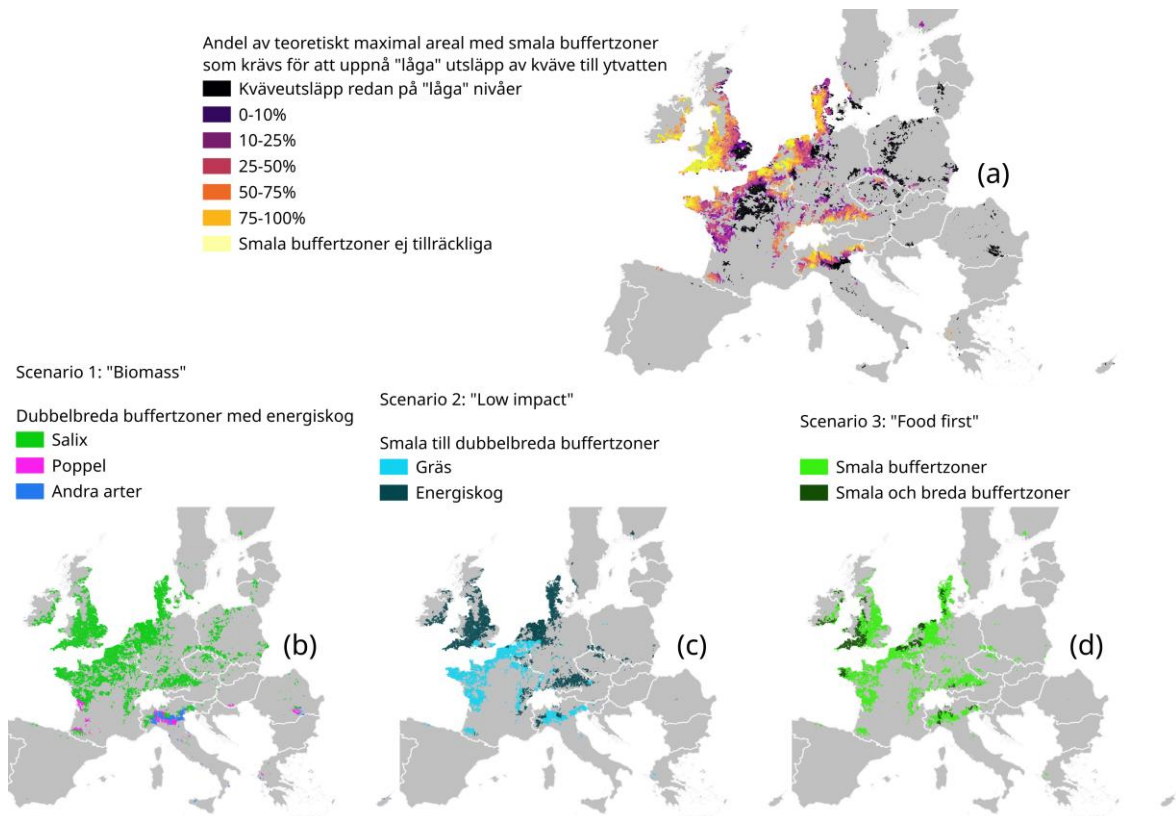
(karta E i Figur 1) används som underlag för bedömningar av hur effektivt en introduktion av fleråriga grödor kan reducera de negativa effekterna av jordbruket. Bedömningarna används för modellering av geografisk utbredning av olika slags multifunktionella odlingar samt kvantifiering av biomassaproduktion och reduktion av jordbrukets negativa effekter.



**Figur 1.** Bedömd sannolikhet för olika negativa miljöeffekter inom ca. 81 000 avrinningsområden i EU27+UK (kartorna A-D) samt dominans av ettåriga grödor inom jordbruket i avrinningsområdena.

## BUFFERTZONER KAN MINSKA KVÄVELÄCKAGE

Odling av energiskog och energigräs i buffertzoner utmed vattendrag kan reducera kväveläckage från jordbruket och därigenom minska risken för att akvatiska ekosystem påverkas av övergödning. Buffertzoner kan även reducera jorderosion och bidra till negativa utsläpp genom ökad kolinbinding i marken. Den här sortens aktivt brukade buffertzoner kan utformas och placeras på olika sätt i landskapet. Detta illustreras i de tre nedre tre kartorna i Figur 2 som visar modellerad utbredning av olika slags buffertzoner i tre scenarier där olika avvägningar görs mellan biomassaproduktion, markanspråk och reducerat kväveläckage. Den övre kartan visar hur mycket av teoretiskt maximal areal med buffertzoner av den smalaste typen som krävs för att reducera kväveläckaget till "låg" nivå i de olika scenarierna.



**Figur 2. Tre scenarier för biomassaproduktion i buffertzoner som samtidigt reducerar kväveläckage från jordbruket. Dubbelbreda buffertzoner består av två separata delar som skördas växelvis för att undvika perioder med låg reduktion av kväveläckaget.**

Arealsanspråket i scenario 1 (Biomass) är störst och motsvarar ungefär 1,3% av arealen som odlas med ettåriga grödor i EU27+UK. Biomassaproduktionen i buffertzonerna beräknas till ca. 300 PJ (83 TWh) per år och kväveläckaget från EU:s åkermark minskar med en tredjedel.

Arealsanspråket och biomassaproduktionen i scenario 2 (Food first) motsvarar ca 7% och 8% av nivåerna i scenario 1, medan reduktionen av kväveläckage är ungefär tre gånger lägre. Detta speglar skillnaden i prioriteringar vid etablering av aktivt brukade buffertzoner, där scenario 3 (Food first) ger störst reduktion av kväveläckage per hektar medan scenario 1 framför allt levererar avsevärt mer biomassa.

## LÄHÄGN KAN MINSKA VINDEROSION

Energiskogsodlingar bestående av salix och poppel kan utformas som lähäggn och placeras i jordbrukslandskap för att minska problem med vinderosion. Lähäggn kan också bidra till ökad inbindning av markkol, minskad vattenerosion och minskat näringsläckage. Liksom för buffertzoner visade de modellbaserade beräkningarna att lähäggn kan ge betydande synergieffekter samtidigt som biomassa produceras för bioenergi och andra ändamål. Arealsanspråk och biomassaproduktion är av liknande omfattning som för buffertzoner; på en yta motsvarande 0,3–2,1% av åkermarksareal som används för odling av ettåriga grödor i EU27-UK kan lähäggn producera 60–450 PJ (15–125 TWh) biomassa per år. Samtidigt kan den totala förlusten av matjord från EU:s åkermark pga vinderosion minska med mellan 20 och 25%.

Lähäggn och buffertzoner utmed vattendrag kan reducera problem kopplat till översvämningar. Ökande klimatförändringar och mer extrema väderhändelser gör åtgärder för att hantera mer frekventa och allvarligare översvämningar allt viktigare.

## MERVÄRDEN MED ÖKAD VALLODLING

Det är vanligt med växtföljder med bara ettåriga grödor inom jordbruket i EU idag (se karta E i Figur 1). Detta har lett till betydande förluster av markkol under de senaste decennierna. Men om växtföljder som domineras av ettåriga grödor förändras till att innehålla ett större inslag av vallväxter, så kan halterna av markkol åter öka. Utöver klimatnyttan som följer av kolinbindning i marken så kan åkerjordens bördighet förbättras och risken för näringsläckage och erosion minskar.

Modellbaserade beräkningar av markkolsförändringar vid introduktion av vall i växtföljder med ettåriga grödor visade att det finns goda möjligheter att skapa negativa utsläpp genom ökad kolinbindning i åkermark i EU27+UK.

I ett scenario med introduktion av vallodling under två år i en sexårig växtföljd på åkermark med de högsta markkolsförlusterna erhöles en extra kolinbindning på 4,7 miljoner ton kol per år fram till 2050. När vallodling dessutom introduceras på åkermark med medelhöga markkolsförluster så ökar den extra kolinbindning till 12,1 miljoner ton kol per år fram till 2050. Denna extra kolinbindning motsvarar ca. 4–10% av de totala växthusgasutsläppen från dagens jordbruk inom EU27+UK.



Gräsbiomassan som produceras kan utnyttjas för produktion av proteinfoder och biogas i bioraffinaderier. I de två exemplen med ökad vallodling som beskrivs ovan så skulle omkring 20–60 respektive 10–40 miljoner ton rå- och uppgraderat protein kunna produceras årligen, tillsammans med 1 respektive 2,6 EJ (280 respektive 720 TWh) biogas. Om biogasen ersätter naturgas för kraftvärmeproduktion eller bensin och diesel i fordon kan den sammanlagda klimatvinsten, inklusive ökad markkolsinbindning, motsvara 13–48% av växthusgasutsläppen från dagens jordbruk inom EU27+UK.

## UNDANTRÄNGNINGSEFFEKTER BEHÖVER BEAKTAS

Minskad odling av ettåriga grödor inom EU27+UK kan leda till att odling av ettåriga grödor breder ut sig i andra delar av världen. Det kan orsaka lokal avskogning och andra markanvändningsförändringar som helt kan förta effekten av utsläppsreduktionen i EU27+UK.

I de två exemplen med vallodling som beskrivs ovan minskar arealen med ettåriga grödor 13% och 35%. Men undanträngningseffekterna kan mildras genom att vallodlingen leder till att åkerjordens bördighet ökar vilket kan ge högre skördar för ettåriga grödor. Andra positiva växtföljdseffekter är minskad risk för skadeangrepp och behov av växtskyddsmedel, förbättrad markstruktur och mindre risk för markpackning. Proteinfoder som produceras av gräsbiomassan kan ersätta importerat soja-protein, vilket kan vara särskilt värdefullt med tanke på att expanderande sojaproduktion är en viktig faktor bakom tropisk avskogning.

En annan klimatvinst är associerad med biogas från gräsbaseade bioraffinaderier om biogas antas ersätta naturgas. Biogasen kan anses mildra undanträngningseffekter av vallodling genom att vallodlingen tillhandahåller substrat för biogasproduktion som annars kräver utvidgad odling av andra grödor för samma syfte.

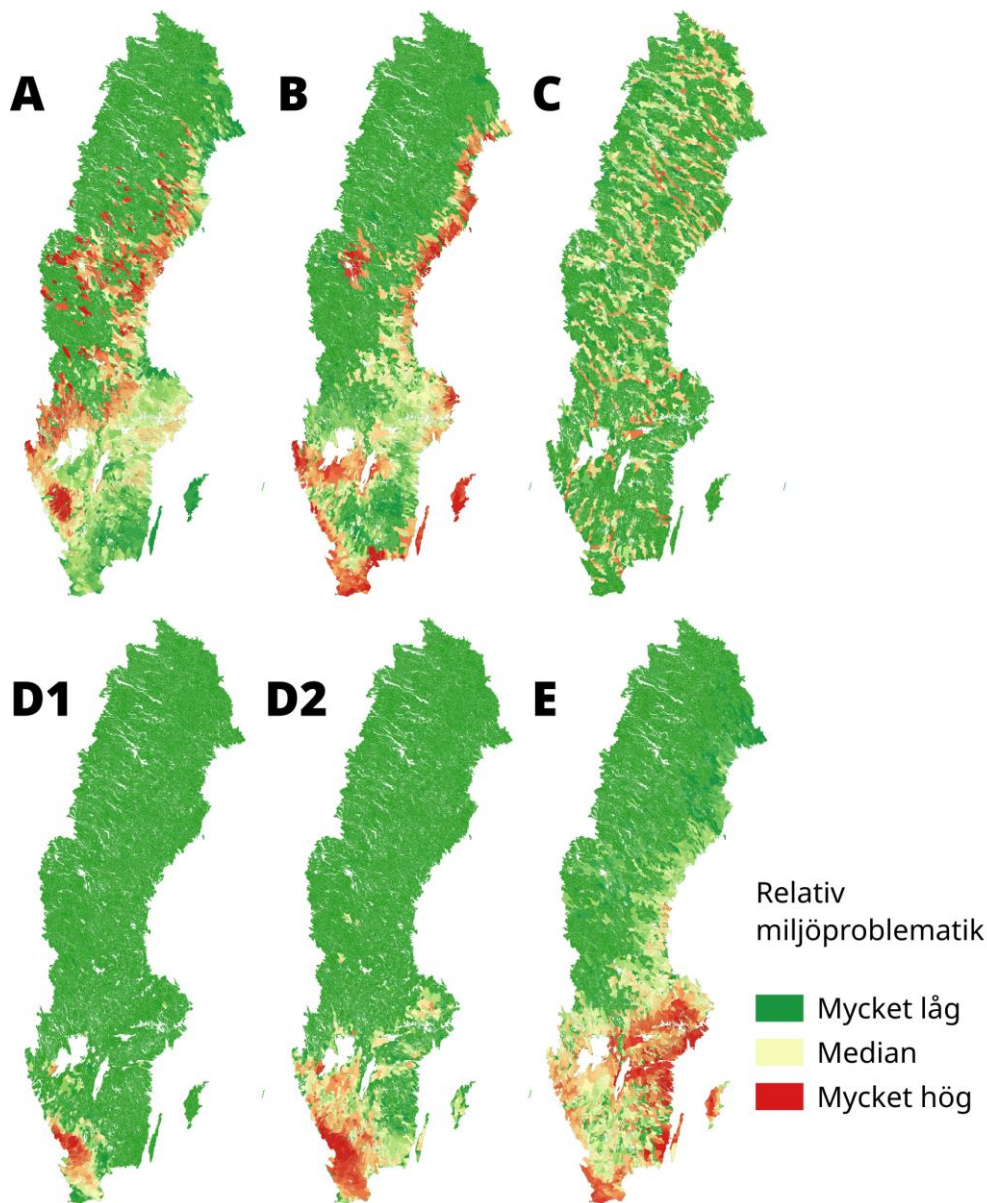
Marginal effekter är komplexa och slutsatser kring effekter av förändringar inom jordbruket kan botten i mer eller mindre välgrundad analys. Forskarvärlden har ett stort ansvar att förklara för- och nackdelar med olika metodansatser och förmedla perspektiv och insikter från olika komplementära ansatser i stället för att ensidigt framhålla enskilda studier och resultat.

## FÖRBÄTTRAD MARKANVÄNDNING I SVENSKT JORDBRUK

Modelleringar för Sverige ger en bild av möjliga negativa miljöeffekter av jordbruket (Figur 3) inom landet, samt var och hur multifunktionella odlingar kan bidra till att reducera effekterna. Liksom för EU27+UK är arealsanspråken för buffertzoner och lähän relativt små (som högst 0,6% och 2,3% av åkerarealen i Sverige) men den lokala miljönyttan kan bli betydande på de platser där sådana odlingar etableras. Biomassaproduktionen beräknades till ca. 1,3–14 PJ (0,4–3,9 TWh) per år från buffertzoner och lähän sammantaget. Kolinbindningen i marken beräknades sammanlagt bli över 40 000 ton C per år i scenariot med störst areal buffertzoner och lähän.

Introduktion av vall i växtföljder med enbart ettåriga grödor beräknades ge en totalskörd motsvarande ca. 34–100 PJ (9–28 TWh) biomassa per år, eller ca 17–50 PJ (5–14 TWh) biogas och

0,23–0,86 miljoner ton förädlad protein per år om biomassan används som råvara i bioraffinaderier. Vallodlingen beräknades vidare resultera i kolinbindning i marken motsvarande 2,6–6,7 miljoner ton C per år fram till 2050, motsvarande ca 5–13% av Sveriges nuvarande utsläppsnivå. Vallodlingen skulle omfatta 13–35% av Sveriges totala åkermarksareal.



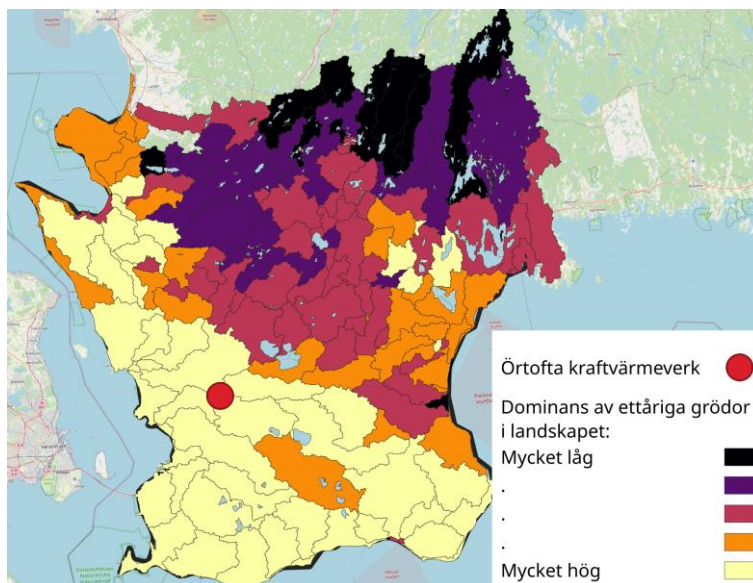
**Figur 3. Illustration av kopplingen mellan jordbruk och möjlig förekomst av vattenerosion (A), vinderosion (B), översvämningar (C), kväveläckage (D1), kväveläckage med 50% lägre gränsvärde (D2) samt ackumulerade förluster av markkol (E)**



## MULTIFUNKTIONELLA ODLINGAR GER BIORÅVARA TILL KRAFTVÄRMEVERK

I ett tidigare forskningsprojekt har förutsättningarna för integrerad produktion av bioolja via pyrolys utretts för kraftvärmeverket i Örtofta utanför Lund i Skåne.<sup>1</sup> I studien ingick olika scenarier avseende storleken på biooljeproduktionen och därmed också det ökade årliga behovet av bioråvara. Vi har analyserat hur stor del av det ökade behovet av bioråvara som skulle kunna tillgodoses med multifunktionella odlingar i Skåne.

Örtofta kraftvärmeverk ligger i en del av Skåne där jordbruket har ett stort inslag av ettåriga grödor (figur 4). Detta innebär att olika typer av vegetationszoner i trakterna kring kraftvärmeverket kan bidra till att minska övergödning av vattendrag pga. kväveläckage från jordbruket. Därför undersöktes potentialen för salixodling i form av buffertzoner utmed vattendrag och filtreringszoner för hantering av näringsrikt dräneringsvatten. Dessutom uppskattades potentialen för odling av poppel på nedlagd åkermark.



**Figur 4. Odlingensintensitet på åkermark i Skåne samt platsen där Örtofta kraftvärmeverk ligger.**

Resultatet blev att salixodling i vegetationszoner, tillsammans med poppelodling på nedlagd åkermark, skulle kunna stå för den största delen av biobränsleförsörjningen. I scenariot med det största biomassabehovet i den tidigare studien (160 000 ton TS per år, eller 920 GWh) skulle dock kompletterande biomassaproduktion behövas för att tillgodose ungefär 15% av det totala behovet.

<sup>1</sup> Björnsson, L. *et al* (2021). Bioolja från befintliga kraftvärmeverk - en systemstudie: Sammanfattning av ett forskningssamarbete mellan Lunds Tekniska Högskola, Karlstad universitet och Kraftringen Energi. (Rapport 123 uppl.) Miljö- och energisystem, LTH, Lunds universitet.

Kväveläckaget från skånsk åkermark bedöms kunna minska med cirka 5–6% om salixodling i vegetationszoner etableras enligt ovan. Inbindningen av markkol i vegetationszonerna och i poppelodlingarna uppskattas motsvara ungefär en halv procent av Skånes totala utsläpp av växthusgaser. En stor del av salixodlingarna skulle kunna utgöras av så kallade ekologiska fokusarealer som kan stödjas inom ramen för EU:s jordbrukspolitik.

## NYA STYRMEDEL KAN ÖKA INTRESSET

För att multifunktionella odlingar ska bli vanligare behöver möjligheterna att få avsättning för biomassan som produceras, exempelvis som råvara för produktion av biodrivmedel och proteinkoncentrat, tydliggöras för jordbrukare. Det behöver också finnas incitament för att skapa de mervärden som är associerade med multifunktionella odlingar, eftersom produktionskostnaderna kan vara högre än vid konventionell biomassaproduktion.

Inom EU ger den nyligen reviderade jordbrukspolitiken (Common Agricultural Policy, CAP) nya möjligheter att stödja så kallade ”*ekologiska fokusarealer*” där specifika ekologiska effekter i dedikerade odlingar premieras, samtidigt som biomassan får skördas för energiändamål. Exempel på ekologiska fokusarealer är salixodlingar och vallinsådd i huvudgröda och mellangrödor, dvs grödor som odlas mellan två huvudgrödor för att täcka marken, binda växtnäring och bidra till biologisk mångfald.

Det förs diskussioner kring ekonomisk ersättning för ökad kolinbindning i jordbruksmark, dvs att ge jordbrukare betalt för åtgärder som innebär negativa utsläpp. Här finns en möjlig koppling till utformningen av styrmedel som syftar till att driva på transportsektorns omställning; om biodrivmedel produceras av råvaror från jordbruksmark som binder in kol så skulle detta kunna beaktas inom ramen för reduktionsplikten som skall gynna biodrivmedel med låg klimatpåverkan.

## ENGLISH SUMMARY

Emissions reduction in agriculture is important for meeting climate targets but the sector can also contribute by providing biomass that can be used for mitigation in other sectors. There is also significant scope for carbon sequestration in vegetation and soils on agriculture lands. New policies at EU level provide incentives for more sustainable land use practices, including the establishment of multifunctional biomass production systems that provide environmental benefits in addition to biomass, such as soil carbon sequestration, reduced nitrogen emissions to water, reduced soil loss by wind and water erosion, and mitigation of recurring floods.

This report includes assessments of multifunctional biomass production systems at three different levels. Assessments for EU27+UK use spatial modelling across more than 81,000 individual sub-catchments to study effects of large-scale deployment of riparian buffers and windbreaks consisting of short-rotation coppice (willow and poplar plantations) and perennial grass in rotation with annual crops. A similar approach is used in a national-level assessment for Sweden. Finally, a county-level assessment in Scania (south Sweden) investigates the potential of multifunctional biomass production systems adapted to the specific circumstances in this region. The potential biomass supply from these systems is compared with biomass demand in a combined heat and power plant in the region that is upgraded to also produce bio-oil from pyrolysis.

The overall findings are that strategical deployment of short-rotation coppice, in the form of *Salix* and poplar plantations as riparian buffers and windbreaks, may significantly reduce nitrogen leaching from arable land as well as soil losses due to wind and water erosion. In addition, soil carbon will be increased, and the plantations can mitigate flooding events. The biomass produced in these multifunctional systems will thus fulfil several critical sustainability criteria and lead to improved land use in EU and Swedish agriculture.

The cultivation of perennial grass in rotation with annual crops will lead to significant benefits in the form of soil carbon sequestration, reduced nutrient leaching and erosion, and mitigation of recurring floods. The biomass in these cultivations can be used to produce biogas and protein feed. The displacement of annual food crops with perennial grass may lead to indirect land use change causing negative impacts but the displacement effect is counterbalanced by improved soil productivity and enhanced grain crop yields and by reduced demand for imported plant protein, such as soymeal.

Incentivizing deployment of multifunctional perennial production systems requires supportive policy measures as well as new markets for biomass, e.g., as feedstock for biofuels and protein concentrate. The new CAP steers towards a more needs-based, targeted approach, addressing multiple environmental and climatic objectives, in coherence with other EU policies. However, there are still barriers to deployment of multifunctional biomass production systems and further studies are needed to identify suitable policy tools and incentives to help overcome barriers where such cultivation systems can contribute positively to climate change mitigation and other important objectives.

