

Skötselstrategier för uttag av biobränsle –
avvägningar mot biodiversitet och ekosystemtjänster

Management strategies for wood fuel harvesting –
Trade-offs with biodiversity and forest ecosystem
services

Slutrapport från projektet: Wood fuel harvesting impacts on forest ecosystem services

Finansiär: Brattåsstiftelsen

Författare: Karin Öhman, Ylva Melin, Jeannette Eggers.

Projektinformation

Anslagbeteckning F15:03

Huvudansvarig mottagare: Ylva Melin

Beviljat belopp: 1 090 000kr

Projektmedlemmar: Jeannette Eggers, Karin Öhman, Ylva Melin, Anders Lundström och Ljusk Ola Eriksson.

Populärvetenskaplig redovisning

Det finns idag stora förväntningar på att användandet av bioenergi kan bidra till att mildra klimatförändringarna. En viktig källa för bioenergi är biomassa från våra skogar, inklusive grenar och toppar från olika avverkningar, stubbar och hela träd från gallringar i unga skogar. Emellertid finns en farhåga att ett ökat utnyttjande av denna typ av biomassa kommer leda till negativa effekter på det skogliga ekosystemet, dess biologiska mångfald och dess förmåga att bidra med olika former av ekosystemtjänster.

I detta projekt har vi utvärderat de långsiktiga effekterna av olika skötselstrategier på produktionen av bioenergi samt vilka effekter olika uttag av bioenergi får på tre andra ekosystemtjänster - renskötsel, kollagring och rekreation samt på olika indikatorer kopplade till biologisk mångfald. Vi har använt Heureka-systemet, som är ett analys och planeringssystem som bygger på simulering och optimering av framtida skogstillstånd. Studien omfattade en analysperiod på 100 år och utfördes för Västerbottens län i norra Sverige, med mer än 3 miljoner ha produktiv skog, dvs mer än 10% av den totala svenska skogsarealen. Västerbottens län är en bra representant för norra Sverige, där endast en liten andel av den potentiellt tillgängliga bioenergin i skogen används för närvarande.

Analyserna utfördes under två olika antaganden för uttag av bioenergi: endast uttag av avverkningsrester från slutavverkningar, och mer intensiva uttagsmetoder som även inkluderar avverkningsrester från gallringar, stubbar samt helträdsuttag från unga skogar. I alla analyser förutsattes att rådande avverkningsnivåer gällande massaved och timmer fortsatte i samma nivå som i dag i Västerbotten.

Resultatet från studien indikerar att utvecklingen av nya och kostnadseffektiva hanteringssystem som möjliggör biobränsleuttag från unga täta skogar kan göra det möjligt att öka uttaget av bioenergi samtidigt som den biologiska mångfalden och övriga ekosystemtjänster inte påverkas negativt. Dessutom finns det potential att öka utvinningen av avverkningsrester i form av grenar och toppar och samtidigt förbättra förutsättningarna för biologisk mångfald och mängden kol som lagras i skogens ekosystem jämfört med nuvarande nivåer. Men den fortsatta trenden med allt tätare skogar har dock en negativ inverkan på viktiga indikatorer kopplade till renskötsel och rekreation. Resultatet visar även på att avvägningar mellan uttag av biobränsle och de olika indikatorerna måste göras gällande när och var uttag av biobränsle kan ske. Avvägningen är särskilt stark mellan uttag av biobränsle å ena sidan och äldre lövskog eller gammal skog å andra sidan, medan kollagring, dödved och rekreation påverkas mindre.

Vetenskaplig redovisning

Introduktion

Det finns stora förväntningar på att användandet av bioenergi kommer att bidra till att mildra klimatförändringarna. Idag svarar biobränslen från skogen för ungefär hälften av EU:s totala förnybara energikonsumtion och efterfrågan på bioenergi kommer sannolikt att öka. Sverige är en av de viktigaste träproducenterna inom EU och anses vara en viktig källa för att tillhandahålla skogsbränslen till den europeiska bioenergimarknaden. Det finns två breda kategorier för skogliga biobränslen: primära källor, såsom avverkningsrester, stubbar och timmer av låg kvalitet, och sekundära källor, dvs biprodukter från skogsindustrin såsom bark, sågsoft och svart lut. Sekundära källor utnyttjas redan i Sverige. En ökning i utbudet av skogliga biobränslen kan alltså bara uppfyllas genom att öka utvinningsgraden för primära källor eller genom ökande import. Emellertid påverkas skogens ekosystem, dess biologiska mångfald och dess förmåga att bidra med grundläggande ekosystemtjänster av ökade uttag av skoglig biomassa. En nyckelfråga är därför hur mycket biobränsle skogsekosystemet kan tillhandahålla på ett hållbart sätt och vad är avvägningarna mellan avverkning av biomassa och bioenergi, biologisk mångfald och andra ekosystemtjänster? Tyvärr fokuserar många befintliga studier ofta på effekterna på beståndsnivå och på kort sikt och vanligtvis på en eller några få ekosystemtjänster eller biodiversitetsaspekter åt gången. Därför finns det ett stort behov av att undersöka konsekvenserna av ett ökat uttag av biomassa för bioenergi produktion på biologisk mångfald och ekosystemtjänster, på landskapsnivå och på lång sikt.

Syftet med detta projekt är därför att:

1. Utvärdera de långsiktiga avvägningarna mellan utvinning av biobränsle, biologisk mångfald och tre av skogens ekosystemtjänster: kolbindning, rekreation och renskötsel,
2. Identifiera vilka skötselstrategier som är bäst lämpade för att uppnå största skörden av biobränslen med minst negativ inverkan på biologisk mångfald och andra ekosystemtjänster.

Material och metoder

Analysen har gjorts i Västerbottens län i norra Sverige, med mer än 3 miljoner ha produktiv skog, dvs 10 % av det totala svenska skogslandskapet. Västerbottens län kan anses representera skogsförhållandena i norra Sverige, där endast en liten andel av de tillgängliga primära biobränslena används för närvarande. Initialt skogstillstånd för området representerades av data från totalt 2738 provtytor från Riksskogstaxeringen, mätt mellan åren 2008 och 2012.

I studien har vi använt oss av "Millenium Ecosystem Assessment" klassificering av ekosystemtjänster, och utöver avverkning av biobränsle inkluderade vi en tillhandahållande tjänst (renskötsel), en kulturtjänst (rekreation) och en reglerande tjänst (kollagring). Vi inkluderade också biologisk mångfald som kan betraktas som en kulturell tjänst eller supporttjänst men också som en grund för alla andra ekosystemtjänster, dvs som en separat aspekt. Som en indikator för renskötseln använde vi areal mark lämplig för lavproduktion, som indikator för rekreation använder vi ett index mellan 0 och 1 som beskriver skogens lämplighet för rekreation, baserat på en uppsättning skogsvariabler som medelhöjd, träd / ha och trädslagets fördelning och som indikator för kollagring användes totala mängden kol i träden samt i marken. Istället för att använda en direkt indikator på biologisk mångfald använde vi oss av indikatorer som är kända för att korrelera med hög artrikedom och/eller förekomsten av sällsynta arter; mängden död ved, areal gammal skog, äldre lövrik skog samt antal

stora träd. Dessa har använts som indikatorer för att övervaka det svenska miljökvalitetsmålet "Levande skogar".

Avvägningarna mellan att öka uttaget av biobränsle och effekterna på indikatorerna för biologisk mångfald och de olika ekosystemtjänsterna undersöktes genom ett tvåstegsförfarande baserat på långsiktig simulering av framtida skogsutveckling under olika skötselstrategier med hjälp av Heureka systemet kombinerat med optimering baserad på linjär programmering (LP).

För varje provyta simulerades en uppsättning möjliga alternativa skötselprogram under 100 års sikt under antaganden om sex olika skötselriktningar; produktionsskogsbruk, skogsbruk utan gallring, skogsbruk som främjar lövskog, skogsbruk med förlängd omloppstid, kontinuitetsskogsbruk och skogsbruk som lämnas till fri utveckling. I alla inriktningar utom skog som lämnas till fri utveckling var avverkning av biobränsle möjligt. För att kunna jämföra effekten av olika ambitioner beträffande skörd av biobränsle, simulerades skötselriktningarna under två olika antaganden kring var avverkning av biobränsle är möjligt; business-as-usual (BAU), vilket representerar nuvarande praxis med endast skörd av biobränsle i form av grenar och toppar från slutavverkningar och bioekonomi (bioE), med utökade avverkningsmöjligheter för biobränsle genom att inkludera avverkningsrester från gallringar, stubbar från slutavverkningar och helträdsutnyttjande från unga skogar.

Efter simulering av alternativa skötselprogram för varje provyta formulerades och löstes en uppsättning optimeringsproblem för varje inriktning beträffande olika ambitioner för skörd av biobränsle. Först identifierade vi den maximala potentialen för varje indikator separat. Sedan löste vi en extra uppsättning optimeringsproblem för att undersöka avvägningarna mellan två indikatorer åt gången, dvs avverkning av biobränsle jämfört med var och en av de andra indikatorerna. Slutligen identifierade vi en kompromisslösning för varje ambition som minimerade den maximala relativa avvikelser till den maximala potentialen för varje indikator. Alla optimeringar inkluderade en begränsning gällande att samma avverkningsnivåer för massaved och timmer som erhöles i senaste skogliga konsekvensanalysen (SKA15) skulle uppnås.

Resultat

De två olika antaganden om ambition beträffande skörd av biobränsle resulterade i två helt olika nivåer av biobränsle: BAU producerar högst 1 TWh biobränslen per år, medan den maximala potentialen är mer än 4 TWh per år i bioE, dvs när man kan ta ut biobränsle genom att även inkludera avverkningsrester från gallringar, stubbar från slutavverkningar och helträdsutnyttjande från unga skogar. Den möjliga avverkningen av biobränsle varierade också starkt beroende på vilken indikator som maximerades (tabell 1).

Det finns en stor variation i potentiell produktion av olika indikatorer kopplade till de olika ekosystemtjänsterna och till biologisk mångfald (tabell 1). Resultatet från analyserna visar även på avvägningar mellan uttag av biobränsle och de olika indikatorerna för båda ambitionerna gällande när uttag av biobränsle kan ske (figur 1). Avvägningen är särskilt stark mellan uttag av biobränsle å ena sidan och äldre lövskog eller gammal skog å andra sidan, medan kollagring, dödvad och rekreation påverkas mindre. En ökad ambition gällande var och när uttag av biobränsle kan ske (BioE-inställningarna) möjliggör avsevärt högre uttag av biobränsle, samtidigt som man når samma produktion av de övriga indikatorerna som i BAU.

Kompromisslösningen möjliggör produktion av 0,8 TWh (BAU-inställningar) och 3,3 TWh (bioE-inställningar) biobränsle per år. Samtidigt leder kompromisslösningen också till högre genomsnittliga

nivåer av indikatorerna för övriga ekosystemtjänster och för biologisk mångfald jämfört med dagens nivåer, förutom för renskötsel och rekreation. Detta beror främst på att skogarna kontinuerligt blir tätare, vilket har en negativ inverkan på marklav och rekreation.

Produktionsstrategin var den dominerande skötselriktningen oavsett vilken indikator som maximeras och i kompromiss-alternativet, för både BAU- och bioE-inställningarna (figur 2). Produktionsstrategin var mest utbredd när fokus låg på att maximera produktion av biobränsle, samtidigt som man då hade den lägsta andelen av kontinuitetsskogsbruk. Kontinuitetsskogsbruk tillämpades oftare i alla andra analyser, inklusive kompromisslösningarna under båda BAU- och bioE-inställningarna eftersom kontinuitetsskogsbruk gynnar biologisk mångfald och övriga ekosystemtjänster bättre än trakthyggesbruk. Vidare fanns endast små skillnader i fördelningen av olika skötselstrategier mellan BAU och bioE. Dock var ingen gallring strategin mindre vanlig under bioE-inställningarna, eftersom strategier som innebar helträdsuttag genom gallringar i unga skogar väljs istället. Noterbart, är att i alla analyser tillämpas en blandning av olika skötselriktningar – inte ens i den analys där vi maximerade biobränsle uttaget så tillämpades bara produktionsinriktningen.

Slutsats

Resultaten från den här studien visar att det finns ett stort spelrum gällande skogsskötseln för att uppnå olika mål, samtidigt som de nuvarande avverkningsnivåerna för massa ved och timmer uppnås. Med noggrann planering skulle uttaget av biobränsle från skogen (dvs biomassa från avverkningsrester, stubbar och gallringar i unga täta stånd) kunna ökas avsevärt från nuvarande nivåer utan betydande negativ påverkan på de ekosystemtjänster och den biologiska mångfalden som vi har studerat. Men viktigt att påpeka är att indikatorerna som ingår i vår analys inte fångar alla effekter av ett uttag av biobränsle. T.ex. vår utvärdering av indikatorer för renskötsel och rekreation är endast kopplade till skogstruktur och beaktade inte de potentiella effekterna av avverkningsrester kopplade till tillgänglighet för renar eller människor.

Table 1. Pay-off table for the BAU and bioE scenarios, for the analysed indicators. Columns show the results for the optimizations determining the maximum potential for each indicator (in bold: maximum indicator potential). The last column shows the results for the compromise scenario (% of maximum potential in brackets).

	Maximizing:								Compromise
	Biofuel	Reindeer pasture	Recreation	C stock	Old forest	Mature broadleaf-rich forest	Large-diameter trees	Deadwood	
BAU									
Biofuel (TWh/year)	1.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.8 (76%)
Reindeer pasture (1000 ha)	502	863	731	461	709	641	555	499	654 (76%)
Recreation index	0.27	0.27	0.29	0.30	0.26	0.28	0.28	0.28	0.28 (95%)
C stock (ton C/ha)	110	111	112	116	111	112	111	112	111 (95%)
Old forest (1000 ha)	341	512	427	336	598	405	365	328	453 (76%)
Mature broadleaf-rich forest (1000 ha)	197	341	343	293	280	516	207	210	391 (76%)
Large-diameter trees (trees/ha)	6.2	7.1	7.0	6.6	7.1	6.9	9.6	6.5	7.3 (76%)
Deadwood (m ³ /ha)	12.6	12.9	12.6	13.6	12.9	12.8	12.9	14.7	12.7 (86%)
bioE									
Biofuel (TWh/year)	4.3	1.2	1.2	1.5	1.3	1.2	1.4	1.2	3.3 (76%)
Reindeer pasture (1000 ha)	399	845	675	393	668	570	499	409	641 (76%)
Recreation index	0.24	0.28	0.29	0.23	0.26	0.26	0.26	0.23	0.26 (88%)
C stock (ton C/ha)	113	113	112	120	114	115	114	117	114 (95%)
Old forest (1000 ha)	317	527	403	322	614	412	375	326	465 (76%)
Mature broadleaf-rich forest (1000 ha)	198	352	330	267	291	534	219	210	405 (76%)
Large-diameter trees (trees/ha)	6.1	7.0	6.7	6.6	7.2	6.8	9.6	6.3	7.3 (76%)
Deadwood (m ³ /ha)	12.5	13.1	12.6	14.1	13.3	13.2	13.2	15.5	12.8 (82%)

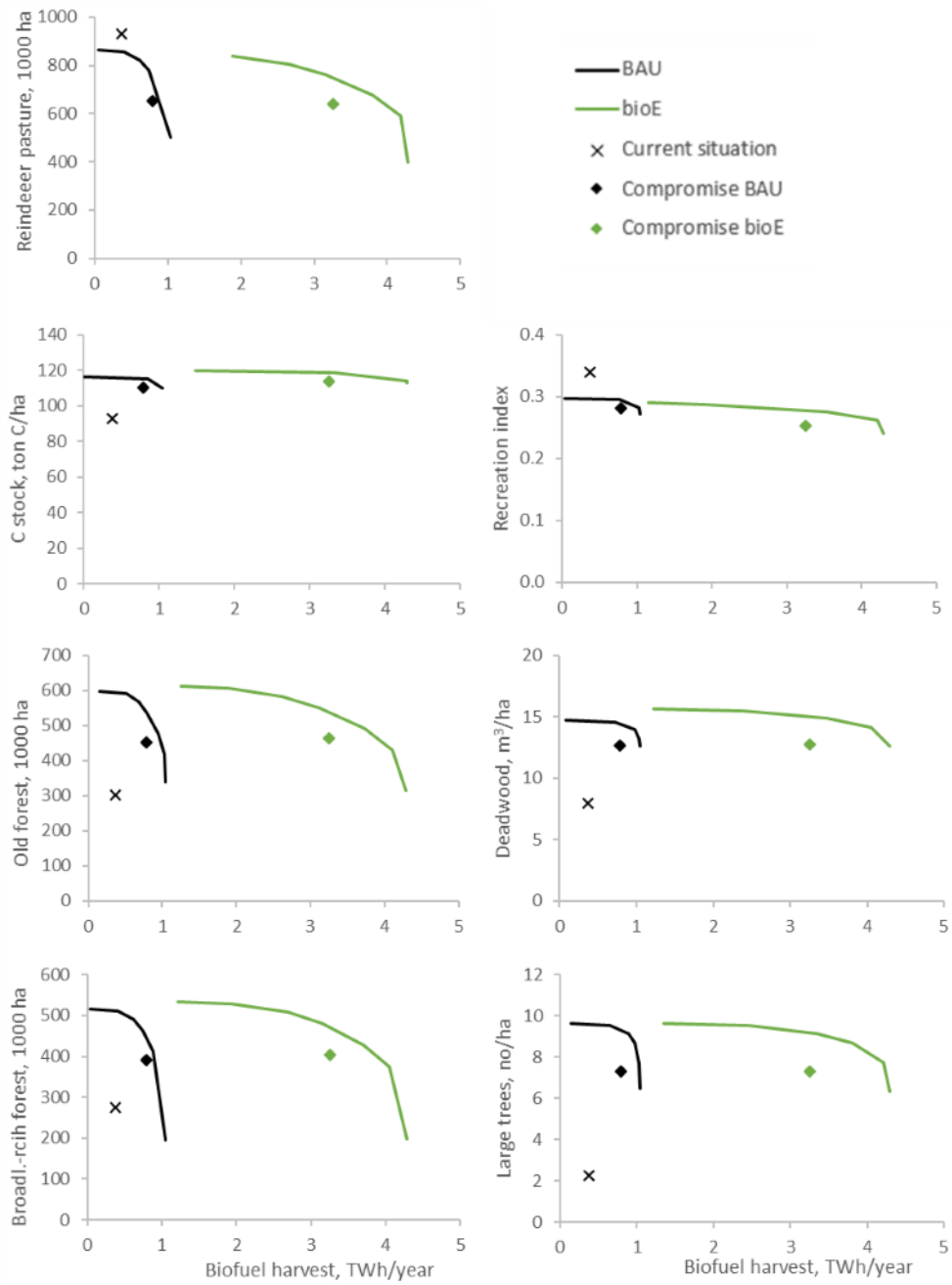


Figure 1: Trade-offs between woody biofuel production and indicators for other ecosystem services and biodiversity. Markers indicate current conditions as well as average values for the compromise solutions.

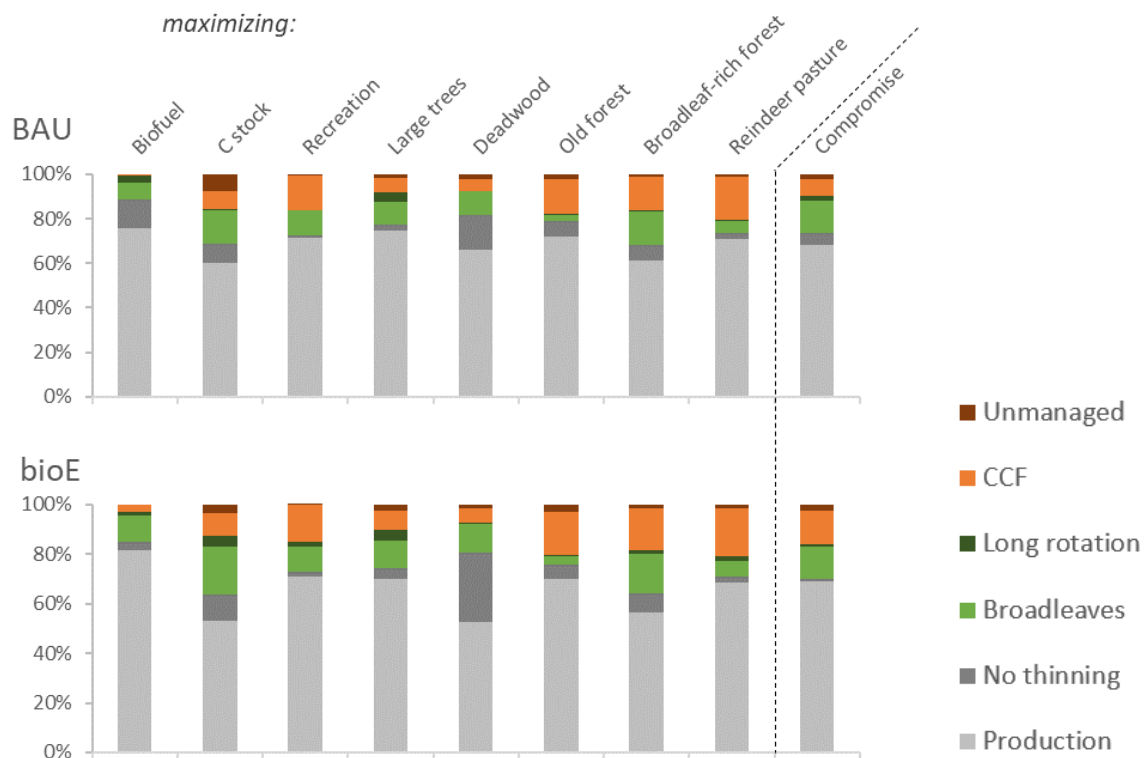


Figure 2: Proportion of management strategies in the BAU and bioE scenarios, when maximizing each indicator individually and in the compromise solution. Forest area set-aside for nature conservation (nature reserves, voluntary set-asides and retention patches) is not included.

Kommunikation

Resultatet från projektet har sammanfattats och kommunicerats genom:

Vetenskapliga publikationer: Ett manuskript redo för att skickas in till en vetenskaplig tidskrift som redovisar de huvudsakliga resultaten från studien. Titel på manuskriptet är "Management strategies for wood fuel harvesting – Trade-offs with biodiversity and forest ecosystem services" Manuskriptet kan erhållas på begäran.

Populärvetenskaplig rapport: En rapport som presenterar hur PlanWise-applikationen inom Heureka system kan användas för att utvärdera hur olika ekosystemtjänster relaterade till skogsbruk påverkas av olika skötselstrategier. Rapport kan erhållas på begäran.

Presentationer på vetenskapliga konferenser: Projektet har presenterats på två vetenskapliga konferenser. Den första konferensen var "A century of national forest inventories – informing past, present and future decisions Celebrating the 100-year anniversary of the Norwegian National Forest Inventory May 19th - 23rd 2019 Sundvolden Hotel, Norway. Titel på presentation var "Using NFI-data and the Heureka system for evaluating the bioenergy potential in Swedish forests". Den andra konferensen var IALE konferensen i Milano, Italien, 2 juli 2019 med titeln "Forest decision support system as tools for multi-objective landscape level planning – applications of the Swedish Heureka system"

Workshops: Resultat från projektet har presenterats och diskuterats på en workshop för långsiktig planering för Sveriges skogsbolag 19 november 2019 med titeln "Avvägningar mellan biobränsleuttag, biologisk mångfald och ekosystemtjänster"

Ekonomisk rapport

Beviljade medel för detta projekt var 1 090 000 kr vilket har förbrukats enligt tabell 1.

Tabell 1: Förbrukade medel

Kostnadspost	Total budget	Utfall	Kommentar
Löner forskare inkl. sociala kostnader	627 000 kr	711 676 kr	Ylva Melin, Karin Öhman, Ola Eriksson, Jeannette Eggers
Löner adm./tekn. personal inkl sociala kostnader	83 000 kr	16 096 kr	Anders Lundström
Resor	0 kr	0 kr	
Lokaler	78 000 kr	74 499 kr	
Köp av tjänster utanför inst. eller motsvarande	0 kr	0 kr	
Köp av utrustning	0 kr	359 kr	Headset Logitech
Förvaltning	277 000 kr	287 370 kr	
Publicering/information exkl. löner enligt ovan	0 kr	0 kr	
Övrigt	25 000 kr	0 kr	
Summa	1 090 000 kr	1 090 000 kr	