

Testbädd för koldioxidkrediter från skogen

Slutrappport

Oktober 2017



Sammanfattning

Skogen har en stor outnyttjad klimatpotential, men ekonomiska incitament saknas för att markägare ska öka koldioxidinbindningen i skogen. För att främja klimatet och samhällsutvecklingen har vi tidigare utvecklat och testat i praktiska försök en robust metodik för skapande av koldioxidkrediter från tillväxthöjande skogsskötselåtgärder som skulle kunna fungera i EU ETS. Koldioxidkrediter från skog inkluderas dock inte i EU ETS före tidigast 2030 och det finns inget annat formellt system som idag inkluderar krediter skapade i Sverige. Klimatnytta skapad i svensk skog kan däremot säljas på den frivilliga marknaden. En VCS metod för skapande av frivilliga krediter från tillväxthöjande aktiviteter i svensk skog har därför tagits fram inom projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen*. Projektet har drivits av Övertorneå kommun, Sveaskog, SveMin, SLU och LRF Norrbotten under 2014-2017 med finansiering från Vinnova, Länsstyrelsen i Norrbotten och Norrbottens läns landsting samt projektets aktörer. Beräkningar utförda i projektet visar dock att VCS regelverk för skogsskötselaktiviteter inte är anpassat eller nog kostnadseffektivt för ett nordiskt skogsbruk. Resurskrävande verifiering och få krediter per hektar gör att ett högt kreditpris krävs för att klimatprojekt ska kunna genomföras kommersiellt. Men det finns möjlighet att sänka kostnaderna för projektadministration utan att nettoinbindningen av koldioxid överskattas genom att skapa projekt med stor areal, antingen som enstaka bestånd eller som ett kluster av bestånd, samt genom att minska på omfattningen av fältmätningarna.

Sverige bör verka för att kunskapen om klimatnyttan i den brukade och växande boreala skogen sprids och vi föreslår att Sverige, tillsammans med Finland, skapar ett nationellt system för handel med koldioxidkrediter från skog för att skapa drivkraften för markägare att öka tillväxten och koldioxidupptaget i skogen, vilket möjliggör ett högre uttag av biomassa, massaved och virke.

Innehåll

Sammanfattning.....	1
Inledning.....	3
Definitioner.....	3
Skogsbrukets klimatnytta	5
Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder.....	5
Handelssystem med sänkkrediter från skogsskötselaktiviteter	7
Klimatkompensation.....	8
Verified Carbon Standard (VCS)	9
Miljöeffekter vid tillväxthöjande åtgärder.....	10
Ekonomiska förutsättningar för koldioxidkrediter	12
Kostnadseffektiv metodik.....	13
Möjliga scenarier för skogliga koldioxidkrediter	13
Testbädd.....	15
Slutsatser.....	15
Bilaga 1. Effekter av tillväxthöjande skogsskötselåtgärder på biologisk mångfald.....	17
Bilaga 2. Inventerade arter i fältskikt	24
Bilaga 3. Effektivisering av projektmetodik och sänkning av projektkostnader.....	25

Inledning

Sveriges skogar kan spela en viktig roll i att motverka utsläppen av växthusgaser. Det finns idag en stor tillväxtpotential i de svenska skogarna som ej är fullt utnyttjad då det saknas ekonomiska incitament för markägare att utföra tillväxthöjande skötselåtgärder. Lösningen är att införa ett handelssystem som gör det lönsamt att utföra sådana åtgärder. Sedan 2005 har organisationerna bakom projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* utvecklat handel med skogens klimatnytta.

Träden tar upp och binder koldioxid i sin biomassa genom fotosyntesen. Genom att öka tillväxten i skogen kan markägare öka inbindningen av koldioxid och därmed skapa en större kolsänka både i skogen och i samhället. Den extra koldioxidinbindning som erhålls från tillväxthöjande skogsskötselåtgärder kan mätas och säljas som koldioxidkrediter, det vill säga sänkkrediter eller utsläppsreduktionsenheter. Inom tidigare projekt har en metod för skapande av verifierbar skoglig klimatnytta utvecklats och testats i praktiska försök i Övertorneå kommun. Syftet med projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* var att vidareutveckla och kommersialisera handel med skogens klimatnytta. Kortsiktigt var målet att klimatnyttan skall kunna användas för frivilliga åtaganden av aktörer som önskar klimatkompensera sina utsläpp. Det långsiktiga målet var att skogliga koldioxidkrediter skall kunna användas av industrin som en del av sina klimatåtaganden. Målsättningen var att etablera en testbädd i miljöteknik med struktur för kunskap och utveckling kopplat till tillväxthöjande skogsskötsel och skapande av verifierbar klimatnytta.

Projektet har drivits av Övertorneå kommun, Sveaskog, SveMin, SLU och LRF Norrbotten under 2014-2017 med finansiering från Vinnova, Länsstyrelsen i Norrbotten och Norrbottens läns landsting samt projektets aktörer. En viktig del av projektet har varit att få metoden för skapande av skogliga koldioxidreduktioner godkänd under Verified Carbon Standard (VCS). Projektets metod har omarbetats enligt VCS regelverk och genomgått en resurskrävande tredjepartsgranskning. Utifrån VCS metodens utformning och VCS regelverk har projektet sammanställt en affärsplan som beskriver de ekonomiska förutsättningarna för handel med koldioxidkrediter på den frivilliga marknaden. Projektet har analyserat eventuella negativa miljöeffekter från de tillväxthöjande åtgärderna som ingår i VCS metoden. En annan viktig del i projektet har varit att identifiera olika möjliga scenarier för skogliga koldioxidkrediter samt förankra handel med skogens klimatnytta på regional, nationell och EU nivå.

Definitioner

Additionalitet

Att utsläppsreduktionerna sker tack vare klimatprojektet och är större än vad som hade skett utan klimatprojektet.

Clean development mechanism (CDM)

En av de tre flexibla mekanismerna inom i Kyotoprotokollet. CDM möjliggör utsläppsminskningprojekt i utvecklingsländer att erhålla certifierade utsläppsminskning (CER) krediter, vilket motsvarar ett ton CO₂. Dessa CER kan handlas och säljas och användas av industriländer för att möta en del av sina utsläppsminskningmål enligt Kyotoprotokollet.

EU Emission Trading Scheme (EU ETS)

EU:s system för utsläppshandel som inleddes i januari 2005. Handeln omfattar cirka 13 000 anläggningar inom industri- och energiproduktion samt flygsektorn och regleras genom ett särskilt direktiv, Handelsdirektivet, som omfattar alla EU:s medlemsländer. Januari 2013 inleddes en tredje handelsperiod som löper till år 2020. Tidigare har två handelsperioder genomförts, den första mellan åren 2005 och 2007 och den andra mellan åren 2008 och 2012. Handel med utsläppsrätter omfattar för närvarande cirka 40 procent av EU-ländernas totala utsläpp av koldioxid. För den andra handelsperioden mellan 2008-2012 delades över 95 procent av utsläppsrätterna ut gratis till de berörda anläggningarna. För handelsperioden 2013-2020 är auktionering den huvudsakliga tilldelningsprincipen.

Joint Implementation (JI)

En av de tre flexibla mekanismerna inom i Kyotoprotokollet. Möjliggör för ett land eller företag med åtaganden enligt Kyotoprotokollet att genom satsningar på utsläppsminskande projektverksamhet i ett annat land med åtaganden tillgodoräkna sig utsläppsminskningsenheter, Emission Reduction Units (ERUs).

Klimatnytta från skogen

Den koldioxidinbindning som erhålls när skogen växer.

Koldioxidkrediter från skogen

Ett verifierbart mått på skogens ökade klimatnytta efter tillväxthöjande skogsskötselåtgärder baserat på ett referensalternativ.

Kolsänka

En växande kolreservoar, motsatsen till en kolkälla. De huvudsakliga kolsänkorna är världshaven och växande vegetation. Båda urlakar kol från atmosfären genom att biomassan använder kol vid sin uppbyggnad så som plankton och träd.

Kyotoprotokollet

Det internationella avtal som slöts 1997 inom ramen för FN:s klimatkonvention (UNFCCC) och som ligger till grund för ett stort antal industrialiserade länders åtaganden att minska sina utsläpp med i snitt 5 % till 2008-2012, från 1990 års nivå. Protokollet trädde i kraft 2005 och är bindande för de länder som har ratificerat det. För att åstadkomma utsläppsminskningar tillåts länderna att använda sig av de tre flexibla mekanismerna; handel med utsläppsrätter, gemensamt genomförande (Joint Implementation – JI) och mekanismen för ren utveckling (Clean Development Mechanism – CDM).

Land use, land-use change and forestry (LULUCF)

En benämning inom EU för markanvändningssektorn (skogsmark, åkermark, våtmark, bebyggd mark m m) där nationella förändringar i kolförrådet för respektive markanvändningskategori årligen rapporteras av medlemsländerna till EU i syfte att följa upp ländernas efterlevnad av klimatmål, bl a enligt Kyotoprotokollet. Markanvändningssektorn inkluderar utsläpp och upptag av växthusgaser från direkt mänsklig inducerad markanvändning, förändring av markanvändning och skogsbruksverksamhet.

Verified Carbon Standard (VCS)

Ett frivilligt green house gas (GHG) program. VCS programmet leds av VCS sekretariatet, vilket är en oberoende, icke vinstdrivande organisation med huvudkontor i Washington DC.

Skogsbrukets klimatnytta

Genom fotosyntesen tar träden upp och binder koldioxid. Träden lagrar kolet från koldioxiden i stam, rötter och grenar. När tillväxten avtar och blir långsam kan träden avverkas och förädlas till t ex träprodukter, samt i skogen ersättas av nya träd som kan fortsätta att ta upp koldioxid på ett effektivt sätt. Man flyttar alltså kolsänkan från skogen i form av träråvara in i samhället. Trä används till långlivade produkter som hus och möbler, och kan ersätta andra material så som plast och aluminium med sämre klimategenskaper. Dessutom ersätter trädtoppar, grenar och andra restprodukter fossila bränslen. Beräkningar visar att det svenska skogsbruket bidrar varje år med en klimatnytta på ca 60 miljoner ton koldioxid genom fotosyntes och genom att skogsbruksprodukter ersätter andra material som är sämre ur klimatsynpunkt, så kallad substitutionseffekt. En stor del av klimatnyttan sker utanför Sverige genom export av virke.¹ Skogsbrukets klimatnytta är således redan nu i samma storleksordning som hela det svenska utsläppet av koldioxid.

Ju mer skogen växer desto mer koldioxid binder den. Genom att öka tillväxten i sin skog kan markägare således öka inbindningen av koldioxid. Detta är ett relativt enkelt och billigt sätt att fånga in och lagra koldioxid från atmosfären, man skulle kunna kalla det biologisk *Carbon Capture and Storage* (CCS). Genom ett tillväxtfrämjande och uthålligt skogsbruk kan svenska markägare alltså bidra till att skogens klimatnytta blir ännu större, och där samhällsutvecklingen dessutom gynnas av att mer förnybar råvara skapas.

Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder

Storleken på skogens koldioxidupptag och tillväxt bestäms i huvudsak av mängden barr och blad som kan ta emot solljuset och ta upp koldioxid. Genom att utföra skogsskötselåtgärder som resulterar i att barrmängden ökar så kan man även öka träd tillväxten. Barrmängden kan ökas genom till exempel näringstillförsel som resulterar i både fler och större barr på varje träd (Figur 1), samt genom att fler stammar lämnas kvar vid röjning eller att fler plantor per hektar sätts ut vid förnygring. Med en sådan inriktning på skogsbruket ökas träd tillväxten och klimatförändringarna motverkas.

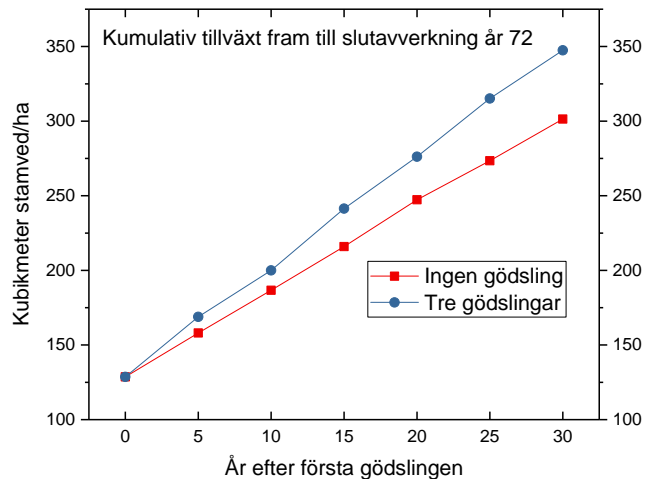
¹ Lundmark, T., Bergh, J., Hofer P, Lundström, A., Annika Nordin. A., Chandra Poudel, B., Sathre, R., Taverna, R., Werner F. 2014. Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation. *Forests* 2014, 5, 557-578.



Figur 1. Efter kvävegödsling av tall ökar den ljusupptagande barmängden kraftigt (till höger) i jämförelse med före gödsling (till vänster).

Ungefär halva torrvikten av trädbiomassan består av kol och varje kubiketers stamvedstillväxt motsvarar ett upptag och en bindning av cirka 1,3 ton koldioxid i hela trädet. Med hjälp av tillväxtfrämjande åtgärder kan tillväxten ökas med 1-3 m³sk/ha och år, vilket således motsvarar en ökad årlig koldioxidbindning på 1.3 - 4 ton/ha. Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder utförda i Övertorneå kommun under 2010-2011 beräknas resultera i en extra koldioxidinbindning på 60 000 ton, vilket motsvarar utsläppen från 12 000 bilar som kör en sträcka som motsvarar ett varv runt jorden. En av markägarna i Övertorneå kommun har gödslat 31 hektar skogsmark och näringstillförseln beräknas resultera i att 375 ton extra koldioxid binds i skogen under en 8 års period. Det är lika mycket koldioxid som utsläppen från 170 flygresor till Thailand tur och retur.

Med hjälp av simuleringsprogrammet Heureka kan effekten av flera gödslingar på trädutväxten fram till slutavverkning uppskattas. Resultatet av en sådan simulering visar att den sammanlagda tillväxten i en tallskog som gödslas tre gånger blir 50 m³ större än i en ogödslad skog, vilket motsvarar en ökad koldioxidbindning i trädbiomassan på ca 70 ton CO₂/ha (Figur 2).



Figur 2. Heureka-simulerad tillväxt för tall på bonitet T 20 för alternativen ingen gödsling och tre gödslingar med 150 kg N/ha. Gödsling utförs år 0, 10 och 20 med första gödslingen vid beståndsåldern 42 år.

Utöver den extra koldioxidinbindningen som tillväxthöjande skogsskötselåtgärder resulterar i finns det även en klimatnytta i att mera trädbiomassa sedan kan skördas och användas för att ersätta andra material och bränslen som är sämre för klimatet. Studier visar att varje kubikmeter skördad skogsråvara resulterar i cirka 500-700 kg i upplagrade eller undvikta utsläpp av koldioxid då skogsråvaran används för träbyggnationer eller ersätter fossila energikällor.^{2, 3}

Handelssystem med sänkkrediter från skogsskötselaktiviteter

Under drygt 10 år har ett antal försök pågått i Norrbotten rörande *Improved Forest Management* (IFM) för ökad koldioxidinbindning, så kallade kolsänkor.

Skogsskötselåtgärder som studerats i försöken inkluderar föryngring med högre antal plantor per hektar och förädlad plantmaterial, lämnande av fler stammar per hektar vid röjning, samt gödsling av ung och medelålders skog. Den extra koldioxidinbindning som dessa tillväxthöjande aktiviteter resulterar i kan beräknas samt mätas och verifieras.

Organisationerna bakom projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* presenterade 2011 ett förslag till handelssystem med sänkkrediter med syfte att främja tillväxtökande skogsskötsel.⁴ Det föreslagna systemet anpassades till de principer och definitioner på skoglig klimatnytta som då tillämpades i andra handelssystem för sänkkrediter, där klimatnyttan mäts och uttrycks som den ökning av kolförrådet i de levande träden i skogen, som tillväxtökande skogsskötselåtgärder resulterar i.

² Lundmark, T., Bergh, J., Hofer P, Lundström, A., Annika Nordin. A., Chandra Poudel, B., Sathre, R., Taverna, R., Werner F. 2014. Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation. *Forests* 2014, 5, 557-578.

³ Braun, M., Fritz, D., Weiss, P., Braschel, N., Büchsenmeister, R., Freudenschuß, A., ... & Pölz, W. (2016). A holistic assessment of greenhouse gas dynamics from forests to the effects of wood products use in Austria. *Carbon Management*, 7(5-6), 271-283.

⁴ Varaktigt koldioxidinbindning genom skogsskötselaktiviteter. Förslag till handelssystem med sänkkrediter. PwC 2011-10-04 (<http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>)

I ett sådant system måste det kunna säkerställas att krediterna motsvaras av en verklig varaktig ökning av kolförrådet i träden = kolsänkan. Om skogen drabbas av t ex storm, brand, insektsskador eller avverkas så att kolsänkan minskar, betraktas det som att trädbiomassan direkt omvandlas till koldioxid igen (reverseras), även om träråvaran kan skördas och vidareförädlas till produkter med varierande livslängd och därmed bibehålla del av dess klimatnytta. Detta synsätt gör det komplicerat att både leva upp till kravet på kolsänkans varaktighet, och samtidigt bedriva skogsbruk. Varaktighetskravet har definierats på olika sätt i andra system för sänkkrediter, som t ex FN och kaliforniska Climate Action Reserve. Ett varaktighetskrav utan tidsbegränsning, innebär att skogliga sänkkrediter som skapats med hjälp av tillväxthöjande skogsskötselåtgärder bara är giltiga så länge skogen inte avverkas eller råkar ut för t ex stormfällning eller brand. I det kaliforniska systemet, Climate Action Reserve, används 100 år som den tidsperiod en kolsänka måste upprätthållas för att anses vara varaktig. En mer pragmatisk varaktighetsdefinition kan utgå från kolsänkeprojekts tidsspann. Nettoeffekten av inbunden koldioxid mäts således endast under projektets gång och de effekter som uppstår efter projektets slut inkluderas inte i beräkningen. I Sverige är varaktighet inte tidsbestämt.

I vårt förslag till system som presenterades 2011 görs ingen definition av tidsperspektivet för varaktighet. En kolsänka betraktas som varaktig så länge nettoinbindningen i skogsmark och levande biomassa överstiger den inbindning som skulle ha förelegat om inga tillväxthöjande skogsskötselsaktiviteter genomförts (ett s.k. Business as Usual scenario – härefter baseline). Säkerställande av varaktiga kolsänkor genom skogsskötselaktiviteter, förutsätter att robusta rutiner och tredjepartsgranskning tillämpas vid mätning och rapportering. Det utgör också en garanti för att den kolsänka som skapats, också motsvarar den som rapporterats, med en rimligt låg grad av osäkerhet. Med en genomtänkt riskhanteringsstrategi, det vill säga åtgärder för att förebygga risker och för att hantera risker, kan man minska riskerna med varaktighet och reversering av kolsänkorna.

Inom projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* har vi utvecklat en metod enligt Verified Carbon Standard, för skapande av krediter med hjälp av tillväxthöjande skogsskötsel, i vilken skogen kan skötas långsiktigt som vanligt med gallringar och slutavverkning, utan att varaktigheten av kolsänkan och utfärdade koldioxidkrediter påverkas, se utförligare beskrivning nedan.

Klimatkompensation

Sveriges regering har beslutat att Sverige ska ha en fossilt oberoende fordonsflotta 2030 och vara klimatneutralt 2050. Det är vetenskapligt klarlagt att klimatnyttan av skogsbruket är lika stor som utsläppen av alla växthusgaser, vilket innebär att nettoutsläppen från vårt land redan nu är noll. Det politiska målet om klimatneutralitet innebär att företag och organisationer minskar sina klimatutsläpp och klimatkompenserar resterande utsläpp. Att klimatkompensera innebär att man motverkar sina koldioxidutsläpp genom att finansiera åtgärder som ökar koldioxidinbindningen eller reducerar klimatutsläppen utanför den egna organisationen. Åtgärderna ska resultera i en utsläppsreduktion som motsvarar de utsläpp som ska kompenseras. Klimatkompensation kan göras med hjälp av klimatnytta från reglerade eller oreglerade klimatprojekt. Reglerade klimatprojekt ingår i Kyotoprotokollets Clean Development Mechanism (CDM) eller Joint Implementation (JI), vilka granskas och verifieras av FN. Certifikatet som utfärdas för CDM-projekt som bevis på uppnådd klimatnytta kallas Certified Emissions Reduction (CER). Oreglerade klimatprojekt står utanför FN:s kontrollmekanismer och benämns ofta VER-projekt. Certifikatet som utfärdas

som bevis på uppnådd klimatnytta kallas Verified Emissions Reduction (VER). En VER motsvarar ett ton koldioxid ekvivalenter. De flesta projekt där man ökar upptaget av koldioxid i skog är oreglerade. CDM och JI projekt kan inte skapas i Sverige. Däremot är det möjligt att skapa koldioxidkrediter (VER) i Sverige för den oreglerade marknaden.

Verified Carbon Standard (VCS)

Klimatkompenserande företag efterfrågar koldioxidkrediter kvalitetsmärkta av en standard. Projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* har valt att jobba med Verified Carbon Standard (VCS) för att visa på krediternas verifierbarhet, spårbarhet, varaktighet och additionalitet, det vill säga att krediterna inte hade skapats utan klimatprojektet. Krediten heter Verified Carbon Unit (VCU) och utfärdas till klimatprojekt registrerade hos VCS efter att koldioxidinbindningen är verifierad. Krediterna kan bara skapas med VCS godkända metoder. Projektets har därför utvecklat en VCS metod⁵ för skapande av krediter från tillväxthöjande skogsskötselaktiviteter, så kallad *improved forest management* (IFM), i Sverige. Metoden har genomgått den första av två tredjepartsgranskningar mot VCS. VCS ställer höga krav på att IFM-aktiviteterna ska vara additionella, det vill säga skogsskötselåtgärderna får inte redan ske i någon större utsträckning och de får inte vara lönsamma. Under granskningsprocessen mot VCS har därför IFM-aktiviteterna som kan inkluderas i projektets metod begränsats till gödsling (1-3 ggr) i ung och medelålders (ca 20-70 år beroende på bonitet) skog med följande tillämpning:

-) Barrskogsdominerad (>50% av grundytan) skogsmark i Sverige
-) Ståndortsindex T16-T26 och G18
-) Beståndsmedelhöjd > 9 meter
-) 1-3 gödslingar, varav den första utförd senast nedanstående antal år före lägsta tillåtna ålder för slutavverkning enligt Skogsvårdslagen:

<u>Ståndortsindex</u>	<u>Antal år före lägsta tillåtna beståndsmedelåldern vid slutavverkning</u>
T16	10
T18	10
T20	15
T22	15
T24	20
T26	20
G18	5

-) Ett intyg från Skogsstyrelsen att projektområdet utgör produktiv skogsmark där skogsbruk är tillåtet, krävs
-) Skogsskötselåtgärderna måste utföras inom ramen för Skogsvårdslagens bestämmelser
-) Projektets startdatum är datum för den första gödslingen
-) Mätperiodernas längd för beräkningar av kolmängden i trädbiomassan måste vara 5 år

Projektets VCS metod bygger på tillväxtsimuleringar i Heureka. I samband med första gödslingen görs en inmätning av provytor i beståndet. Med hjälp av Heureka beräknas sedan

⁵ Methodology for improved forest management in boreal production forests (<http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>)

tillväxten under resten av omloppstiden, vilken jämförs med ett baseline scenario. I metoden beskrivs hur beräkningarna ska utföras samt hur man identifierar vad som är baseline. Baseline scenariet ska reflektera ”common practice”, det vill säga den skogsskötsel som historiskt har utförts av markägare i området. Både baseline och IFM aktiviteten måste följa skogsvårdslagens regelverk. Klimatprojektet dokumenteras i ett projekt design dokument (PDD) som tredjepartsgranskas innan det registreras hos VCS. Vid varje verifiering, som sker vart 5:e eller 10:e år, mäts tillväxten och klimatprojektet tredjepartsgranskas. Därefter kan krediter registreras hos VCS. Varje kredit motsvarar 1 ton CO₂. Antalet VCU från ett projekt får inte överstiga det långsiktiga genomsnittet (Long-term average GHG benefits (LA)) uttryckt som ton CO₂. LA beräknas som medelvärdet av de vid verifieringarna uppmätta skillnaderna i kolförrådet (uttryckt som CO₂) i trädbiomassan mellan projektaktiviteten och baseline under projekttiden, fram till slutavverkning. I ett T20-bestånd som gödglas tre gånger beräknas antalet krediter bli 24,8 ton CO₂ per hektar, medan den sammanlagda tillväxtökningen blir 60 m³/ha, motsvarande ca 80 ton/ha i sammanlagd ökad koldioxidbindning per hektar under projekttiden.

En andel av de krediter som skapas i projektet måste placeras i ett buffertkonto hos VCS. Buffertkontot syftar till att kompensera för risker för irreversibla minskningar av kolsänkan. Sådana minskningar kan orsakas av stormar, bränder, insektsangrepp och överavverkning som får som följd att kolsänkan i skogen minskar. Andelen krediter (15-20 %) som ska avsättas i buffertkonto bestäms vid projektets start med hjälp av VCS verktyget *AFOLU Non-Performance Risk Tool*. Riskanalysen utförs sedan vid varje verifieringstillfälle. Om risken inte ökar under projekttiden kan krediter successivt frigöras från buffertkontot och säljas som VCU.

Vid utfärdande av krediter kräver VCS ett intyg på att det inte sker någon dubbelräkning av krediterna i Sverige. Det innebär att en myndighet, antagligen Energimyndigheten, måste utfärda ett intyg på att krediterna inte redan har tillgodoräknats av staten eller någon annan. Sverige använder bara en del av koldioxidinbindningen i skogen för att möta sina åtaganden i Kyotoprotokollet. Resten av koldioxidinbindningen skulle kunna användas för att skapa frivilliga krediter.⁶

Miljöeffekter vid tillväxthöjande åtgärder

Enligt Skogsvårdslagen ska skogsbruket bedrivas så att biomassaproduktion och miljöhänsyn tillmäts samma betydelse. Skogsvårdslagens föreskrifter innebär att samma krav ställs på naturvårdshänsyn vid tillväxthöjande skogsskötselåtgärder som vid traditionellt tillämpade skogsskötselåtgärder. Det är en garanti för att oönskade negativa miljöeffekter inte ska förekomma i högre grad vid utförandet av tillväxthöjande skogsskötsel, som t ex gödning. Minst sex veckor före gödningen görs en anmälan om samråd till Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen kan då bedöma beståndets natur- och kulturvärde och anmäla eventuella hinder att utföra åtgärden. Skogsstyrelsen informerar också berörd sameby eftersom rennäringen kan påverkas genom att förekomsten av lavar minskar efter gödning. Lavbärande marker är dock inte lämpade för gödning eftersom tillväxteffekten blir för liten på dessa marker.⁷ Även om de skogsskötselåtgärder som tillämpas i projektet är i enlighet med Skogsvårdslagens bestämmelser, så innebär det förändringar i beståndsstruktur och

⁶ Voluntary carbon credits and commitments under the Kyoto Protocol (PwC, 2015-02-27) (<http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>)

⁷ Nohrstedt, H. Residual effects of N fertilization on soil- water chemistry and ground vegetation in a Swedish Scots pine forest. (Rapport) Environmental Pollution 102 (1998).

näringstillgång, i jämförelse med traditionellt tillämpade skogsskötselåtgärder. Inför en tänkbar ökad tillämpning av tillväxthöjande skogsskötselåtgärder har det därför bedömts önskvärt att göra en analys av vilka effekter på skogsekosystemets vattenkvalitet samt flora och fauna som de förändrade åtgärderna kan medföra, och hur eventuella negativa effekter kan minimeras (Bilaga 1).

Skogsgödsling sker med SkogCan (ammoniumnitrat) som innehåller kväve och bor, vilket det är brist på i skogsmark. SkogCan innehåller också kalk som motverkar försurning och magnesium. När skogen gödslas kan det ske ett visst läckage av kväve. Vid vattendrag sprids därför inte gödseln närmare än 25 meter. Traditionellt gödslas skogen ca 10 år före slutavverkning, vilket ger en förhöjd risk för kväveläckage. Sker avverkningen efter att gödslingseffekten har avklingat visar hygget inte något större kväveläckage än ett ogödslat hygge. I projektets VCS metod inkluderas gödsling i ung och medelålders (ca 20-70 år beroende på bonitet) skog, vilket minskar risken för kväveläckage jämfört med gödsling 10 år före avverkning.

Vid näringstillförsel ökar trädets stamtillväxt med ca 25-50 procent. Tillväxtökningen varar i ca 10 år och återgår till den normala efter att gödslingseffekten har avklingat. Tillväxtökningen påverkar inte kvalitén på det sågade virket vid vidareförädling.⁸ Men under tillväxtperioden löper träden en förhöjd risk att drabbas av vind och snöbrott.

Många skogsväxter, som blåbär, lingon och kråkbär är anpassade till en låg tillgång på kväve. Om kvävetillgången ökar, kan dessa minska till följd av ökad konkurrens från mera kvävekrävande arter som t ex hallon, mjölkört och kruståtel.⁹ Gödsling kan ha en negativ påverkan på mykorrhizasvampen som lever i symbios med trädet där svampen växer in i roten på trädet. Effekterna på svampen avtar med tiden när skogen återgår till sitt ursprungliga tillstånd. En slutavverkning eller en skogsbrand innebär större förändring i mykorrhizan än vad ett par gödslingar gör i skogsmarken under en omloppstid.¹⁰ Skulle skogsgödslingen öka kraftigt i omfattning kan ogödslade områden, så som buffertzoner, fungera som spridningskällor för de mykorrhiza arter som missgynnas vid kvävetillförsel.

Inom projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* har en växtkartering utförts, där man tittat på vegetationsförändringar i gödslade och ogödslade bestånd på Sveaskogs markinnehav i Östra Norrbotten. Växtkarteringen gjordes på slumpvis placerade provytor där täckningsgraden av förekommande arter uppskattades (Bilaga 2). Resultaten visade att liksom i andra liknande studier, förekomsten av kruståtel var större på ytor som gödslats än på ogödslade ytor. I övrigt visade resultaten från växtkarteringen att det inte sker några större förändringar i markvegetationen vid gödsling. Projektet har även utfört simuleringar i Heureka på tillgången till lämpliga habitat för ett antal nyckelarter (garnlav, järpe, lavskrika, mindre hackspett, violettbandad knäppare och röd ekorre) vid upprepade gödsling. Analyserna baserades på Sveaskogs markinnehav i Övertorneå kommun. Simuleringarna utfördes på bestånd i 20-70 års ålder enligt VCS metoden, med undantag för buffertzoner och bestånd som inte får gödslas enligt skogsvårdslagen och Sveaskogs egna instruktioner. Arealen som var tillgänglig för gödsling i Övertorneå kommun var 15 851 ha (31 % av den

⁸ Högbom, L. Projekt kväve 2002. Kvävegödsling och miljön. Uppsala: Skogforsk (Rapport) Resultat nr 14 (2002).

⁹ Strengbom, J., Nordin, A. Gödsling orsakar långvariga förändringar av skogsmarksvegetationen. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet (Rapport) Fakta Skog, (2008).

¹⁰ Taylor, A., Malmberg, A., Finlay, R., Högbom, L. Gödsling påverkar mykorrhizasamhället -men effekten verkar vara övergående. Umeå: Skogforsk (Rapport) Resultat nr 1 (2005).

produktiva arealen), varav 15 108 ha var talldominerade bestånd och 743 ha grandominerade. Enligt de habitatmodeller som användes i Heureka påverkas inte förekomsten av lämpliga livsmiljöer för dessa nyckelarter. Gödslingen leder inte till att skogens ålderssammansättning eller förekomsten av lövträd förändras.¹¹ Heureka simuleringarna avser bara effekter på trädslagsfördelningen, eventuella effekter på biodiversitet på grund av till exempel förändringar i markens vegetationskomposition och vattenkvalité beaktas inte i denna typ av analys.

Ekonomiska förutsättningar för koldioxidkrediter

Målsättningen med projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* har varit att under projekttiden utveckla en modell där skogens klimatnytta kan utnyttjas som en ekosystemtjänst. Syftet är att den testbädd som skapats för det ändamålet inom projektet, ska kunna övertas och drivas kommersiellt av en juridisk person efter projektets slut. I projektet har en affärsplan för testbädden tagits fram, som beskriver de ekonomiska förutsättningarna för handel med skogliga VCS certifierade koldioxidkrediter på den frivilliga marknaden. Affärsidén är att skapa förutsättningar för handel med skoglig klimatnytta skapad genom tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i den brukade skogen. Testbädden ska göra det möjligt för företag och organisationer att klimatkompensera sina utsläpp i Sverige, vilket främjar tillgången på skogsråvara och energiomställningen samt den ekonomiska utvecklingen på landsbygden.

I syfte att bedöma lönsamheten med koldioxidprojekt under VCS har nettonuvärdet (Net Present Value, NPV) beräknats. VCS metoden inkluderar gödsling (1-3 ggr) i ung och medelålders (ca 20-70 år beroende på bonitet) skog. Vid beräkningarna har tre olika diskonteringsräntor (2,4 %, 4,50 % respektive 10 %) använts eftersom olika investerare kan ha olika avkastningskrav. Beräkningarna har gjorts utifrån två scenarier. I det första scenariot har det antagits att kreditpriserna kommer att ligga kvar på dagens nivåer. Det finns en stor variation i prissättningen för kredit på den frivilliga marknaden men det har antagits att om den här typen av krediter fanns tillgängliga idag så skulle det vara möjligt att sälja dem för 90 kr/ton. I det andra scenariot har det antagits att kreditpriserna på den frivilliga marknaden kommer öka inom fem-tio år och följa den prognostiserade prisutvecklingen som finns för den reglerade marknaden. I det scenariot har kreditpriset antagits stiga till 180 kr/ton om några år. I beräkningarna ingår intäkter från krediter och avverkat virke samt kostnader för bland annat gödsling, mätning, beräkningar, validering och verifiering, inklusive tredjepartsgranskning. I beräkningarna har kostnader för att administrera systemet och exempelvis hantera försäljning och marknadsföring av koldioxidkrediterna inte inkluderats. Det enklaste sättet att sälja krediterna är sannolikt att använda sig av en återförsäljare men då tillkommer avgifter för den tjänsten vilket således inte är medräknat. Som framgår i affärsplanen så erhålls ett positivt nuvärde enbart vid ett högre kreditpris, vilket bland annat beror på de höga krav VCS ställer på validering och verifiering som är resurskrävande. Det är vidare enbart lönsamt vid det lägsta avkastningskravet på 2,4 %. Högst lönsamhet uppnås vid tre gödslingsgivor eftersom det medför fler koldioxidkrediter och högst virkesuttag. För att investeringen ska vara lönsam vid högre avkastningskrav krävs högre kreditpriser än 180 kr/ton. Kraven på placering av en viss andel av krediterna i ett buffertkonto hos VCS innebär att intäkterna för sänkkrediterna minskar i närtid, vilket kräver ännu högre kreditpriser för att samma lönsamhet ska uppnås. Värdet på kvarvarande buffertkrediter i slutet av projektperioden kan antingen vara nära noll, om samhällets nettoutsläpp då är mycket låga eller väldigt höga om kraven på

¹¹ Projected habitat suitability changes in a forest landscape under intensive forest fertilization (<http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>)

klimatkompensation fortfarande är höga. Av affärsplanen framgår att betydligt högre kreditpriser krävs för att klimatprojekt under VCS ska vara lönsamma, eller att kostnaderna för verifieringen av kolinbindningen och projektadministrationen kan sänkas.

Kostnadseffektiv metodik

Projektets slutsats är att metodiken för skapande av krediter från tillväxthöjande skogsskötselåtgärder måste bli mer kostnadseffektiv än vad VCS regelverk tillåter för att den ska vara ekonomiskt intressant för markägare. Eftersom tillväxtmodellerna i Heureka överensstämmer bra med inmätt fältdata¹² så finns det möjlighet att effektivisera metodiken för skapande av skogliga krediter genom att minska fältmätningarna. Hektarkostnaderna för projektadministration påverkas i hög grad av arealen på de bestånd som utgör projektet. Kostnaden är drygt 1500 kr/ha för storleken 20 ha. En ökning till 50 ha resulterar i en sänkning av kostnaden med ca 30 %. Kostnaden kan dessutom sänkas med ytterligare ca 30 % om omfattningen av fältmätningarna minskas (Bilaga 3). För små skogsägare med begränsad beståndsstorlek kan det vara svårt att skapa projektbestånd med så stor areal som 50 ha. Ett sätt att öka projektarealen vore att inom begränsade områden skapa projekt som består av ett kluster av mindre bestånd med liknande förutsättningar och ståndortsegenskaper och på så sätt effektivisera projektadministrationen och sänka kostnaderna för den.

Möjliga scenarier för skogliga koldioxidkrediter

Det finns idag i Europa inget utarbetat system för utsläppskrediter, som inkluderar upptag och inbindning av koldioxid (kolsänkor) i skog. Vi har därför valt att skapa en metod under VCS för klimatkompensation med hjälp av koldioxidreduktioner, i ett frivilligt system. Tyvärr är VCS regelverk inte anpassat till nordiskt skogsbruk, vilket resulterar i en metodik som är för kostnadsineffektiv. Vår åsikt är att skoglig klimatnytta istället bör inkluderas i ett formellt handelssystem. Vid utformningen av ett sådant system bör erfarenheterna från detta projekt beaktas.

Projektet har identifierat följande tänkbara scenarier för skogliga koldioxidkrediter:

1. EU ETS
2. Icke-handlande sektorn i EU
3. Joint Implementation
4. Ett nationellt system

EU ETS

Krediter från skogen ingår inte i den europeiska utsläppshandeln (EU ETS) och kommer med stor sannolikhet inte att inkluderas under perioden 2020-2030 på grund av det stora överskottet av krediter. Men länknings till andra länder kan göra att skogssektorn måste inkluderas i EU ETS. Kaliforniens och Nya Zeelands handelssystem inkluderar redan idag aktiviteter inom skogsbruket. Korea, Kina och Sydafrika har nyligen lanserat eller kommande ”carbon pricing policies” som inkluderar landanvändning. Skogliga koldioxidkrediter kan därför komma att inkluderas inom EU ETS i framtiden. Ifall det blir aktuellt är det mycket viktigt att Sverige tar en aktiv roll i utformningen så att systemet även fungerar för den brukade skogen.

¹² Fahlvik N., Elfving B., Wikström P. (2014). Evaluation of growth functions used in the Swedish Forest Planning System Heureka. *Silva Fennica* vol. 48 no. 2 article id 1013. <https://doi.org/10.14214/sf.1013>

Icke-handlande sektorn i EU

Den icke-handlande sektorn (jordbruk, transporter, avfall, m.m.) i EU inkluderar inte heller skogliga krediter i nuvarande period. Konsekvenserna och bördefördelningarna för de olika länderna av de föreslagna reduktionerna (40 % av de totala koldioxidutsläppen från 1990 års nivå fram till 2030) inom EU generellt är under utredning. De finns stora möjligheter att öka koldioxidinbindningen i skog och mark genom aktiviteter i *Land use Land use change and Forestry* (LULUCF) sektorn. Sådana aktiviteter är ett relativt kostnadseffektivt sätt att reducera koldioxidhalten i atmosfären, men behöver en ekonomisk stimulans för att utföras. För att maximera klimatnyttan inom LULUCF sektorn skulle EU kunna skapa instrument för handel inom LULUCF mellan länder. Det kan också vara intressant för EU att skapa instrument för kvittblivning mellan LULUCF och transporter eftersom flygtrafikens koldioxidutsläpp efter 2020 antagligen måste lösas med "carbon offsetting".

Joint Implementation

Om skogssektorn inkluderas i EU ETS efter 2020 kan det bli genom någon typ av Joint Implementation (JI). Det finns dock idag ett gap i policydokumentet för skapande av JI projekt i Sverige eftersom det har saknats intresse. Att kunna garantera varaktig koldioxidinbindning anses som viktigt för JI projekt. Om skogssektorn inkluderades i EU ETS genom Joint Implementation är det osäkert hur varaktigheten skulle definieras då JI krediter direkt från skog idag anses vara temporära. En strikt tolkning skulle kunna vara att kolsänkan i skogen måste bibehållas permanent för att anses varaktigt, vilket skulle skapa risk för inlåsnings effekter. Ifall det blir aktuellt att inkludera skogssektorn i EU ETS måste Sverige verka för att det även är tillämpligt i den brukade skogen.

Nationellt system

Den svenska skogen bidrar redan idag till en stor klimatnytta men det finns också en stor potential att öka klimatnyttan genom ökad tillväxt. Om vi vill arbeta för en ökad klimatnytta så är klimatkompensationssystem ett sätt att skapa ekonomiska incitament för det. En viktig slutsats från projektet är dock att befintliga internationella klimatkreditsystem inte är anpassade för den brukade skogen. Den mest effektiva vägen framåt är därför sannolikt att utveckla ett nationellt klimatkompensationssystem anpassat för brukade skogar. Sverige skulle, tillsammans med Finland och andra länder med boreal barrskog, kunna utforma ett gemensamt system för koldioxidkrediter, skapade med hjälp av tillväxthöjande skogsskötselåtgärder. På samma sätt som i detta projekt ska grunden för systemet baseras på skötselprogram som syftar till att öka tillväxten i relation till ett referensscenario. Tillämpning av systemet får inte vara förenat med höga kostnader. Att hålla samma höga krav på fältmätningar och projektadministration som VCS kräver blir inte nog kostnadseffektivt. En validering av att tillväxthöjande skogsskötselåtgärder utförts, tillsammans med datasimulering av förväntad tillväxtökning och stickprovsmätningar kunde utgöra underlag för beräkning av antalet koldioxidkrediter. Det innebär förvisso avkall på krediternas varaktighet som kolsänka i det enskilda beståndet och bygger istället på att kolförrådet i mer brukade skogar bibehålls över tid i stort. Det kräver lite flexibilitet i tanken att krediten måste finnas kvar på en enskild plats över tid. Men om det kan erhållas en allmän acceptans för att ett sådant system, som har som syfte att köpa oss tid och även öka handlingsutrymmet för nästkommande generationer, skulle det vara fullt möjligt för Sverige att skapa det. Om vi däremot lägger stor tyngdpunkt på att kolsänkan måste finnas kvar i all evinnerlig tid så blir det svårt med kreditsystem i brukade skogar.

Testbädd

Projektets målsättning var att etablera en testbädd i miljöteknik med struktur för kunskap och utveckling kopplat till tillväxthöjande skogsskötsel och skapande av verifierbar klimatnytta. Tanken var att testbädden skulle baseras på försäljning av skogliga koldioxidkrediter, samt förmedling av till exempel kunskap, metoder och fältdata kopplat till tillväxthöjande skogsskötsel och verifierbar klimatnytta. Eftersom klimatprojekt under VCS inte är kommersiellt gångbara med de regelverk som finns i dagsläget så finns det inte inom testbädden möjlighet att skapa och sälja certifierade skogliga krediter från projekt i Sverige. Testbäddens fokus efter projektiden är därför att fortsätta jobba för ett kommersiellt gångbart system för ekonomiska incitament som ökar klimatnyttan i skogsbruket. Erfarenheter som byggts upp inom detta och tidigare projektet finns tillgängliga via Övertorneå kommun.¹³ Fältdata från tillväxthöjande skogsskötselåtgärder utförda inom detta och tidigare projektet i Östra Norrbotten finns tillgängliga via SLU:s registerdatabas för skogliga fältförsök Silva Boreal.¹⁴

Slutsatser

Skogen har en stor outnyttjad klimatpotential, men ekonomiska incitament saknas för att markägare ska öka koldioxidinbindningen i skogen. För att främja klimatet och samhällsutvecklingen har projektets aktörer tidigare utvecklat och testat i praktiska försök en robust metodik för skapande av koldioxidkrediter från tillväxthöjande skogsskötselåtgärder som skulle kunna fungera i EU ETS. Koldioxidkrediter från skog inkluderas dock inte i EU ETS före tidigast 2030 och det finns inget annat formellt system som idag inkluderar krediter skapade i Sverige. Klimatnytta skapade i svensk skog kan däremot säljas på den frivilliga marknaden. En VCS metod för skapande av frivilliga krediter i svensk skog har därför tagits fram inom projektet. Tyvärr är VCS regelverk för tillväxthöjande skogsskötselåtgärder inte nog kostnadseffektivt eller anpassat till nordiskt skogsbruk. Resurskrävande verifiering och få krediter per ha gör att ett högt kreditpris krävs för att klimatprojekt ska kunna genomföras kommersiellt. Dessutom har VCS rigorösa krav på additionalitet, vilket t ex innebär att tillväxthöjande åtgärder inte får vara lönsamma. Om substitutionseffekten, det vill säga klimatnyttan från skogsprodukter, inkluderades i metodiken skulle de ekonomiska förutsättningarna se bättre ut.

Målsättningen med projektet har varit att under projektiden utveckla och produktifiera klimatnytta från skogen samt skapa en testbädd kring verifierbar koldioxidinbindning i brukad skog. Slutsatsen är dock att metoden för skapande av krediter från skogsprojekt måste bli mer kostnadseffektiv än vad VCS regelverk tillåter för att den ska vara ekonomiskt intressant för markägare att skapa koldioxidkrediter. Metoden är således inte kommersiellt gångbar än, men det finns möjligheter att vidareutveckla metoden och göra den mer kostnadseffektiv, till exempel i ett nationellt handelssystem. Det finns möjlighet att sänka kostnaderna för projektadministration utan att nettoinbindningen av koldioxid överskattas genom att skapa projekt med stor areal, antingen som enstaka bestånd eller som ett kluster av bestånd, samt genom att minska på omfattningen av fältmätningarna.

En växande skog med skogsvård och avverkning är det bästa sättet att binda koldioxid från atmosfären. Med dagens metoder och kunskap kan man öka tillväxten i våra skogar med 20-40 %. I huvuddelen av Sveriges skogar är det tillgången på kväve som begränsar

¹³ <http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>

¹⁴ <http://www.silvaboreal.com/visionen.aspx>

skogstillväxten. Det har forskats på kvävegödsling i mer än 20 års tid och idag vet vi mer om gödslingens effekter än andra åtgärder som utförs i skogen. När skogen gödslas leder det till vissa förändringar på vegetationen, men dessa förändringar är övergående när gödslingseffekten börjar klinga av. Utförs gödslingen på rätt sätt enligt Skogsvårdslagens regler och rekommendationer är det en förhållandevis harmlös åtgärd.

Handel med skoglig klimatnytta från tillväxthöjande aktiviteter skapar drivkraften för markägare att öka tillväxten och upptaget av koldioxid i skogen. Till skillnad från beståndsavsättningar kan skogen brukas och ge ett allt högre uttag av biomassa, massaved och virke. För att öka upptaget av koldioxid i skogen bör Sverige verka för att kunskapen om klimatnyttan i den brukade och växande boreala skogen sprids. Vi föreslår att Sverige, tillsammans med Finland, skapar ett system för handel med skogliga koldioxidkrediter som maximerar skogens klimatnytta och på så sätt skapar möjlighet att nå våra nationella koldioxidåtaganden.

Bilaga 1. Effekter av tillväxthöjande skogsskötselåtgärder på biologisk mångfald

Även om de skogsskötselåtgärder som tillämpas i projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* är i enlighet med Skogsvårdslagens bestämmelser, så innebär det förändringar i beståndsstruktur och näringstillgång, i jämförelse med traditionellt tillämpade skogsskötselåtgärder. Inför en tänkbar ökad tillämpning av tillväxthöjande skogsskötselåtgärder har det därför bedömts önskvärt att göra en analys av vilka effekter på skogsekosystemets vattenkvalitet samt flora och fauna som de förändrade åtgärderna kan medföra, och hur eventuella negativa effekter kan minimeras.

Gödsling

Metoden som projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* har tagit fram för skapande av klimatnytta i skogen i Sverige inkluderar gödsling (1-3 ggr) av ung och medelålders (ca 20-70 år beroende på bonitet) barrskogsdominerade bestånd med ståndortsindex T16-T26 och G18. Vid gödsling används ett välbeprövat gödselmedel som heter SkogCan. Normal gödseldos är 150 kg kväve/ hektar och då är den totala gödselmängden 550 kg gödsel. Under en omloppstid är det tillåtet att använda högst 450 kg kväve per hektar, vilket innebär tre sådana gödslingar. Tiden mellan gödslingarna bör vara minst 10 år. Gödslingen sker i enlighet med Skogsvårdslagens bestämmelser och endast i produktionsskogar. SkogCan innehåller kväve i form av ammoniumnitrat samt magnesium, kalcium och bor. Magra marker i norra Sverige kan ha brist på grundämnet bor som därför har tillsatts i gödselmedlet för att förhindra skador på tall. Magnesium och kalcium kompenserar en förlust av baskatjoner i avrinnande vattnen och motverkar försurning.

Naturvårdshänsyn vid gödsling av skogsmark

Enligt Skogsvårdslagen ska skogsbruket bedrivas på ett sätt där både produktions- och miljömål väger lika så att produktion och biologisk mångfald kan garanteras. Skogsvårdslagens föreskrifter innebär att samma krav ställs på naturvårdshänsyn vid tillväxthöjande skogsskötselåtgärder som vid traditionellt tillämpade skogsskötselåtgärder. Det är en garanti för att oönskade negativa miljöeffekter inte ska förekomma i högre grad vid utförandet av tillväxthöjande skogsskötsel. Sådana tänkbara negativa miljöeffekter kan vara (Arnold von K & Samuelsson, 2007):

-) Försurning
-) Kväveutlakning
-) Förhöjda halter av oorganiskt kväve i yt- och grundvatten
-) Uppbyggnad av markens kväveförråd
-) Utslagning eller störning av flora och fauna
-) Skador på forn- och kulturlämningar

Skogsstyrelsens allmänna råd om kvävegödsling

I Skogsvårdslagens 30 § anges vilken hänsyn som ska tas till natur och kulturmiljön i samband med gödsling. Allmänna råden i lagen anger att skador som orsakas av skogsskötselåtgärder ska undvikas eller begränsas i eller intill hänsynskrävande biotoper och värdefulla naturmiljöer på mark och i vatten samt för växt och djurarter som är rödlistade. De allmänna råden syftar till att kvävegödsling ska utföras så att risken för negativa effekter minimeras. Om de allmänna råden följs i samband med kvävegödsling gör Skogsstyrelsen bedömningen att risken för att dessa negativa effekter ska uppstå är väldigt liten.

Följande rutiner ska tillämpas för att minimera oönskade miljöeffekter efter gödning:

- J Områden som har höga natur- och kulturvärden gödning inte. Minst sex veckor före gödning görs anmälan om samråd till Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen bedömer beståndets naturvärde och anmäler eventuella hinder att utföra åtgärden. Skogsstyrelsen informerar berörd sameby.
- J Lavrika bestånd gödning inte. På dessa marker blir dessutom tillväxteffekten så liten att gödning inte är lönsamt.
- J När gödning sker intill vattendrag lämnas en ogödslad kantzon på 25 meter för att förhindra att kväve läcker ut i vattendraget.
- J Vid gödning intill känsliga områden, till exempel Natura 2000 områden, lämnas bredare ogödslad kantzon än föreskrivet om det finns risk för negativ påverkan på den art eller det habitat som skyddas.

Om gödning utförs i ung och medelålders barrträdsdominerade bestånd är förekomsten av hotade arter liten. Dessutom minskar risken för utlakning om gödning sker mer än 10 år före avverkning. För att gödningen ska ge effekt och inte hamna i yt- eller grundvatten bör gödseln inte spridas under perioder när risken är stor för att gödningssmedlet ska urlakas eller sköljas bort. Spridningen sker därför inte vintertid när marken är tjälad och träden inte kan tillgodogöra sig kvävegödseln (Arnold von & Samuelsson, 2007).

FSC certifiering

FSC har en högre ambitionsnivå än Skogsvårdslagen och reglerna är mer detaljerade än de som anges i Skogsvårdslagen. I FSC nuvarande standard står det att Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer avseende gödning ska följas. FSC krav går alltså längre, genom att både de allmänna råden och rekommendationerna måste följas. Nuvarande anvisningar för gödning i FSC nuvarande standard lyder:

6.3.21. Skogsbrukare ska bedriva skogsbruket i former som syftar till att upprätthålla markens naturliga processer och långsiktiga produktionsförmåga samt undviker att skada andra ekosystem och biologisk mångfald. Skogsbrukare som tillför/återför kväve/mineralämnen ska med stöd av övergripande dokumentation visa att åtagandena inte utförs i strid mot detta.

En revidering av nuvarande FSC standard kommer att ske och träder i kraft 2017.

Naturvärdesbedömning

För att säkerställa att känsliga habitat och områden med höga naturvärden inte gödning kan en naturvärdesbedömning utföras på tilltänkta gödningssbestånd. Naturvärdesbedömningen kan utföras enligt till exempel Sveaskogs modell för naturvärdesbedömning, vilken är framtagen av Stefan Bleckert. Metoden går ut på att bedöma ifall skogen nått fram till särskilda utvecklingsstadier, så kallade tröskelnivåer. Inventeringen bygger främst på skattningar och bedömningar av naturvärdesdata såsom trädslagsfördelning, ålder, antal naturvärdesträd, antal torrakor, beståndsstruktur, signalarter och rödlistade arter. Naturvärdena bedöms med hjälp av 16 faktorer, så kallade naturvärdesrubriker. Varje naturvärdesrubrik får ett naturvärdesbetyg från 1 till 5, där ett motsvarar höga naturvärden och fem motsvarar inga speciella naturvärden. Beståndet får sedan ett sammanvägt naturvärde, som bestämmer beståndets målklass. Om naturvärdesbetyget innehåller flera ettor finns det höga naturvärden i beståndet som då kan klassificeras som nyckelbiotop med målklassen NO. Många femmor i naturvärdesbetyg

signalerar att det inte finns höga naturvärden i beståndet, och områdets målklassas blir då PG. Sveaskog använder följande fyra målklasser:

PG Produktionsmål med generell hänsyn

PF Produktionsmål med förstärkt naturhänsyn

NS Naturvårdsmål med skötselbehov för att naturvärdena ska bibehållas/ förbättras

NO Naturvårdsmål där skogen lämnas orörd

En PG skog rymmer inga höga naturvärden, därför är det endast PG skogar som är aktuella för gödsling. I en giltig skogsbruksplan är de avdelningar som är klassade som PG bestånd tydligt markerade, vilket minimerar risken att bestånd som har höga naturvärden blir gödslade.

Miljöeffekter vid gödsling

Även om gödsling tillämpas i enlighet med Skogsvårdslagens bestämmelser, så resulterar det i förändringar i skogens struktur och näringstillgång, i jämförelse med ogödslad skog.

Vattendrag

När skogen gödslas kan det ske ett visst läckage av kväve och därför sprids inte gödslet vid vattendrag närmare än 25 meter. Sker gödslingen på rätt sätt enligt Skogsvårdslagens regler och rekommendationer så minimeras risken för kväveläckage.¹⁵ Först vid extremt höga gödselgivor, långt över vad som idag rekommenderas, förväntas betydande kväveläckage (Högberg m.fl., 2014). Ett stort kväveläckage kan leda till övergödning och påverka bottenfauna och fiskar som öringen. En ökad tillgång på kväve kan bidra till algbloomning i haven längs med kusten. Algbloomningen sker dock inte i sjöar och vattendrag där fosfor begränsar produktionen av alger (Högbom, 2002). Ett ökat läckage av nitrat till vattendrag kan bidra till att produktionen av växtplankton ökar i sjöar i norra Sverige (Nordin, m.fl., 2009). Tillväxten i boreala skogar är kvävebegränsad vilket gör att ekosystemen har väldigt hög förmåga för kväveretention. Internationella studier har visat att det är möjligt att gödsla skogsmark med mer än 1000 kg N /ha utan att förluster från ekosystemet överstiger 5 % av det tillförda kvävet (Nordin m.fl., 2009). Vid konventionell skogsgödsling räknar man med att 5-10 % av det tillsatta kvävet läcker från beståndet i samband med kvävegödslingen och kan dyka upp i de vattendrag som dränerar landskapet. Men i jämförelse med bakgrundsläckaget från skogsbruket, framförallt från gallring och avverkningar, uppskattas kvävegödsling utgöra mindre än 1 % av den potentiella exporten av kväve till haven (Högberg m.fl., 2014).

Försurning av mark och ytvatten

För riket som helhet är 25 % av skogsmarken försurad och då speciellt i sydvästra Sverige. Svavel- och kväveutsläppen har dock minskat betydligt i Europa och Sverige senaste årtionden. När kvävenedfallet når marken tas det till största delen upp av vegetationen och blir utnyttjat som näringsämnen. Det är först när kvävet inte tas upp som det får en försurande verkan. Kvävegödsling kan alltså bidra till ökad försurning om det bildas kväveöverskott. Den

¹⁵ Skogsstyrelsen (2015) Skogsvårdslagstiftningen [online] Tillgängligt: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/svl/SVL%202014.pdf> [2014-06-01]

försurande effekten motverkas dock av den dolomitkalk som ingår i gödselmedlet. Den ökade trädutväxt som följer av skogsgödsling är i sig också försurande. När skogen tar upp näring frigörs vätejoner och trädet får ett överskott av så kallade baskatjoner (K, Ca, Mg), främst i barr, bark och grenar (Näslund m.fl., 2013).

Vegetationsförändringar

Markvegetationen påverkas vid gödsling av dels minskad ljusstillgång genom att beståndet sluter sig fortare, dels genom den ökade tillgången på kväve i marken. Många skogsväxter är anpassade till en låg tillgång på kväve, och olika växter har olika potential att öka sin tillväxt när kvävetillgången ökar. Risväxter som blåbär, lingon och kråkbär är exempel på arter med lågt kvävebehov. Om kvävetillgången ökar, ökar förekomsten av mera snabbväxande och kvävekrävande växter, såsom hallon, mjölkört och kruståtel (Strengbom & Nordin, 2008). En vanlig synlig förändring efter skogsgödsling är således ökad förekomst av gräs (Högberg m.fl., 2014).

Ett flertal studier visar att gödsling resulterar i lägre tillväxt hos marklavar, till följd av att symbiosen mellan svamp och lav störs när tillgången på kväve ökar. Gödsling påverkar även lavtillväxten negativt genom att ljuset minskar på marken. När skogsmark gödslas gynnas därför arter som konkurrerar med lavar. En minskning av marklavar har konstaterats efter gödsling med 600 kg N/ha, men inte efter gödsling med de doseringar som tillämpas i skogsbruket (högst 450 kg N/ha under en omloppstid) (Nohrstedt, 1998). De flesta rödlistade mossorna och lavarna är främst knutna till surdråg där gödsling inte ska tillämpas (Högberg, 2002).

Om effekterna på markvegetationen av skogsgödsling begränsas till en skogsgeneration och inga effekter är påvisbara i nästa skogsgeneration kan man hävda att skogsgödslingen inte har någon långsiktig påverkan på skogsekosystemets biologiska mångfald. Men om effekterna kvarstår i nästkommande skogsgeneration finns det en risk att den biologiska mångfalden blir långsiktigt påverkad. Strengbom och Nordin (2012) visade att i avverkningsmogna bestånd fanns inga eller endast små skillnader i markvegetation mellan ogödslade och gödslade bestånd ca 20 år efter senaste kvävegödslingen. Medan artsammansättningen skiljde sig avsevärt mellan unga (ca 10 år gamla) bestånd som uppkommit efter förnygringsavverkning av tidigare gödslade respektive ogödslade bestånd. I jämförelse med tidigare ogödslade lokaler var förekomsten av blåbär och lingon 40 % respektive 60 % lägre i bestånd som anlagts på tidigare gödslade lokaler (en eller två gånger med 150 kg N/ha per tillfälle). I stället dominerades markvegetationen av av gräs, framför allt kruståtel. Man har även visat att gödslingens påverkan på markvegetationen blir mindre om man gödslar skogen en gång jämfört med upprepad gödsling. Från ett biologiskt mångfaldsperspektiv är det därför bättre att gödsla vid endast ett tillfälle jämfört med två eller fler gånger. Påverkan på vegetationen beror även på andra parametrar som gödselgivans storlek, intervall på gödslingarna samt vilket typ av gödslingsmedel som används (Strengbom & Nordin, 2008).

Mykorrhiza

Mykorrhizasvampar lever i symbios med träden där svamparna växer in i trädrötterna. Trädet behöver svampen för upptagning av näringsämnen och vatten och svampen utnyttjar trädet för att få sitt behov av kol tillgodosett. Av mykorrhizasvamparna gynnas t ex riskor av ökad kvävetillgång, medan spindlingar, som har förmåga att nyttja döda växtdelar och mikroorganismer som kvävekällor, missgynnas (Taylor m.fl., 2005). Antalet fruktkroppar av mykorrhiza sjunker under de första 5 åren efter gödsling i barrskog, men ökar senare och är efter ca 15 år högre än i ogödslad skog. Effekterna av gödslingen avtar alltså med tiden när

skogen återgår till sitt ursprungliga tillstånd. Som jämförelse kan nämnas att en slutavverkning eller en skogsbrand resulterar i större förändringar av mykorrhizasammansättningen än vad ett par gödslingar gör i skogsmarken under en omloppstid (Taylor m.fl., 2005). Skulle skogsgödslingen öka kraftigt i omfattning och påverka större delar av landskapet bör vissa områden lämnas ogödslade. Dessa ogödslade områden kan då fungera som spridningskällor för mykorrhizaarter som missgynnas vid kvävetillförsel.

Fauna

Förändringar i markvegetationen vid gödsling är väl dokumenterad. Däremot finns få studier på hur gödsling av skogsmark påverkar faunan. Klövvilt så som älgen vistas gärna i områden som är gödslade. Vid gödsling ökar ofta gräset, vilket leder till en ökad fodertillgång för klövvilt och andra växtätare.

Vegetationskartering i gödslade bestånd i östra Norrbotten

Inom projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* har en växtkartering av fem gödslade bestånd på Sveaskogs markinnehav i Östra Norrbotten utförts.¹⁶ Mellan 2006 och 2008 gödslades bestånden med 150 kg N/ha (SkogCan) och tre år efter den första gödslingen gjordes en ny gödsling med samma dosering (Sahlén, 2012). I varje bestånd fanns även en ogödslad kontrolldel, som också växtkartades. Växtkarteringen gjordes på fem 1 m² stora, slumpvis placerade provtyor på det gödslade respektive ogödslade området i varje bestånd. Täckningsgraden av förekommande arter uppskattades i varje ruta. Totalt förekom 13 arter (8 mossor och 5 lavar) i bottenskiktet och 33 arter (inklusive blåbär, lingon och kruståtel) i fältskiktet (Bilaga 2). Resultaten visade att, liksom i andra liknande studier, förekomsten av kruståtel var större på ytor som gödslats än på ogödslade ytor. I övrigt visade resultaten från växtkarteringen att det inte sker några större förändringar i markvegetationen vid gödsling.

Förändringar av livsmiljöer för några nyckelarter

Inom projektet *Testbädd för koldioxidkrediter från skogen* har simuleringar utförts i Heureka på tillgången till lämpliga habitat för ett antal nyckelarter (garnlav, järpe, lavskrika, mindre hackspett, violettbandad knäppare och röd ekorre) vid tre upprepade gödslingar. Analyserna baserades på Sveaskogs markinnehav i Övertorneå kommun. Simuleringarna utfördes på barrskogsdominerade bestånd (T16-T26 och G18) i 20-70 års ålder enligt projektets VCS metod¹⁷, med undantag för buffertzoner och bestånd som inte får gödslas enligt skogsvårdslagen och Sveaskogs egna instruktioner. Arealen som var tillgänglig för gödsling var 15 851 ha (31 % av den produktiva arealen), varav 15 108 ha var talldominerade bestånd och 743 ha grandominerade.¹⁸ Enligt de habitatmodeller som användes i Heureka påverkas inte förekomsten av lämpliga livsmiljöer för dessa nyckelarter. Gödslingen leder inte till att skogens ålderssammansättning eller förekomsten av lövträd förändras. Heureka simuleringarna avser bara effekter på trädslagsfördelningen, eventuella effekter på biodiversitet på grund av till exempel förändringar i markens vegetationskomposition och vattenkvalité beaktas inte i denna typ av analys.

¹⁶ Vegetationsförändringar efter gödsling – Vegetationskartering av gödslade bestånd i östra Norrbotten 2014 (<http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>)

¹⁷ Methodology for improved forest management in boreal production forests (<http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>)

¹⁸ Projected habitat suitability changes in a forest landscape under intensive forest fertilization (<http://www.overtornea.se/sv/Naringsliv/>)

Diskussion och slutsatser

Skogsgödsling är omgärdad med flera regler och förordningar, som syftar till att begränsa de eventuella negativa effekterna på mark, vatten, växter och djur av åtgärden. Om dessa riktlinjer följs, bedöms sannolikheten vara liten att oacceptabelt negativa effekter uppstår i ett bestånd efter gödsling. Trots det kan miljön för växter och djur i skogsekosystemet förändras av gödslingen så att artsammansättningen av främst ris, gräs och örter blir annorlunda. Enligt de studier som finns, är dessa artförändringar endast temporära. När gödslingseffekten har avtagit efter 10-15 år, återgår växtsamhället till den ursprungliga sammansättningen av arter, vilket innebär att den biologiska mångfalden återställs. Inte ens en kraftig ökning av gödslingsarealen i Norrbotten skulle innebära att arealen lämpliga habitat för flera nyckelarter skulle nämnvärt förändras. Slutsatserna är därför att en ökad tillämpning av gödsling enligt den metodik för klimatkompensation som föreslås i detta projekt i avsnittet ”Verified Carbon Standard”, inte skulle påverka habitattillgången på landskapsnivå för de flesta organismerna i skogsekosystemet.

Referenser

- Arnold von, K., Samuelsson, Hans (2007) Kvävegödsling av skogsmark. Svenska miljöinstitutet (Rapport) 2007.
- Högbom, Lars (2002) Projekt kväve 2002, Kvävegödsling och miljön. Uppsala: Skogforsk (Rapport) Resultat nr 14 (2002) .
- Högberg, P., Larsson, S., Lundmark, T., Moen, J., Nilsson, U., Nordin, A., (2014) Effekter av kvävegödsling på skogsmark. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport) 1: 2014
- Lundmark, T., Bergh, J., Hofer P, Lundström, A., Annika Nordin. A., Chandra Poudel, B., Sathre, R., Taverna, R., Werner F. 2014. Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation. *Forests* 2014, 5, 557-578
- Mörling, T. 1999. Effects of Nitrogen Fertilization and Thinning on Growth and Clear Wood Properties in Scots Pine. Swedish University of Agricultural Sciences. Doctoral Dissertation
- Nohrstedt, H (1998) Residual effects of N fertilization on soil- water chemistry and ground vegetation in a Swedish Scots pine forest. (Rapport) Environmental Pollution 102 (1998).
- Nordin, A., Bergström, A-K., Granberg, G., Grip, H., Gustafsson, D., Gärdenäs, A., Hyvönen-Olsson, R., Jansson, P-E., Laudon, H., Nilsson, M., Svensson M., & Öquist, M. (2009) Effekter av ett intensivare skogsbruk på skogslandskapet, mark, vatten och växthusgaser. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet (Rapport) 2009.
- Näslund, B-Å., Stendahl, J., Samuelsson, H., Karlsson, L., Hansson Kock, G., Svensson, H., Engvall, C. (2013) Kvävegödsling av skogsmark, underlag för Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling. (Rapport) 2013.
- Sahlén, K (2012) Beskrivning av en försöksserie med skogsgödsling för ökad koldioxidinbindning hos Sveaskog i Norrbotten, anlagd 2006-2008 och reviderad 2009-2011 Umeå: Institutionen för skogens ekologi och skötsel (Rapport/ SLU, 2012).
- Strengbom, J., Nordin, A (2008) Gödsling orsakar långvariga förändringar av skogsmarksvegetationen. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet (Rapport) Fakta Skog, (2008).

Strengbom J, Nordin A. (2012). Physical disturbance determines effects from nitrogen addition on ground vegetation in boreal coniferous forests. *Journal of vegetation Science*, 23: 361-371.

Taylor, A., Malmberg, A., Finlay, R., Högbom, L (2005) Gödsling påverkar mykorrhizasamhället -men effekten verkar vara övergående. Umeå: Skogforsk (Rapport) Resultat nr 1 (2005).

Bilaga 3. Effektivisering av projektmetodik och sänkning av projektkostnader.

Utvecklingen och genomförandet av ett Projekt, där koldioxidkrediter skapas med hjälp av tillväxthöjande skogsskötselåtgärder, kan indelas i olika faser och aktiviteter:

Uppstart

Under uppstartsfasen skapas ett Projekt Design Dokument (PDD), som beskriver den föreslagna skogsskötselaktiviteten och tillvägagångssätt för kvantifiering av nettoinbindningen av koldioxid under genomförandet av projektet. PDD skall valideras av tredje part, samt godkännas och registreras av programmyndighet eller organisationer (t ex VCS) som kan utfärda koldioxidkrediter.

Genomförande

Under genomförandefasen utförs vid projektstarten mätningar och dokumentation av utgångsläget beträffande skogens kolförråd samt planerade skogsskötselaktiviteter utförs och valideras. Under hela genomförandefasen fram till projektets slut görs vid upprepade tillfällen beräkningar/kontroller/verifiering av kolinbindningen i skogen med hjälp av tillväxtsimuleringar (Heureka) och/eller fältmätningar. Även dessa åtgärder valideras av tredje part. Grundläggande krav på dessa mätningar och beräkningar är att klimatnyttan av skogsskötselåtgärden, uttryckt som nettoinbindningen av koldioxid, inte får överskattas. Dessutom görs årliga okulärbesiktningar av projektbestånden för att säkerställa att skogen är intakt och inte avverkats eller utsatts för t ex stormfällningar eller bränder.

Sammanfattningsvis innebär genomförandet av ett projekt enligt VCS projektkostnader för följande åtgärder/aktiviteter:

Uppstart

- A. Utformning av PDD
- B. Validering av PDD av tredje part
- C. Godkännande och registrering av projektet av myndighet/organisation

Genomförande

- D. Genomförande av skogsskötselaktiviteten = projektstart
- E. Utläggning av provtytor och inmätning av träddata
- F. Validering av utförda åtgärder och insamlade mätdata vid projektstart av tredje part
- G. Upprepade mätningar och verifieringar och beräkningar av kolbindning under projekttiden
- H. Upprepad modellering av förväntad kolbindning under återstående projektid för baseline och projektaktivitet
- I. Validering av utförda skogsskötselåtgärder, samt av mätningar och beräknad kolbindning
- J. Årliga okulära kontroller av de skogsbestånd som ingår i projektet för att säkerställa att de är intakta och inte av misstag avverkats eller drabbats av stormfällning, brand etc

Projektkostnader

Kostnaderna för de olika projektadministrativa åtgärderna har uppskattats, och baserats på ett tänkt scenario med en total projektareal på 1000 ha, uppdelat på 50 bestånd om 20 ha och en projektid på 30 år (Tabell 1). Därefter har nuvärdet av alla kostnader för A-J under

projekttiden beräknats med 4 % ränta, och även för beståndsarealerna 10 och 50 ha, samt för två alternativa scenarier med olika omfattning av mätning/verifiering, som redovisas i tabell 2. I alternativ 1 görs fullständig inmätning, beräkning, verifiering och validering av nettoinbindning av koldioxid år 5, 10, 20 och 30. Koldioxidkrediter kan utfärdas fr o m år 5. I alternativ 2 görs fullständiga inmätningar bara år 10 och 30. År 20 görs en begränsad stickprovskontroll. Koldioxidkrediter kan tidigast utfärdas fr o m år 10. Alternativen är likvärdiga i sannolikhet för att nettoinbindningen av koldioxid för projektaktiviteten överskattas fram till dess att koldioxidkrediterna utfärdas. Skillnaden mellan alternativen är att den verifierade kolbindningen efter det att krediterna utfärdats, mäts som stickprovskontroll år 20 för alternativ 2.

Tabell 1. Uppskattade kostnader för olika åtgärder vid 20 ha projektbeståndareal.

Åtgärd	Kostnad kr per ha
A	100
B	100
C	?
D	ej projektkostnad
E	250
F	75
G+H	250
I	75
J	2

Tabell 2. Åtgärder som utförs under projekttiden markerade med x för två alternativa scenarier

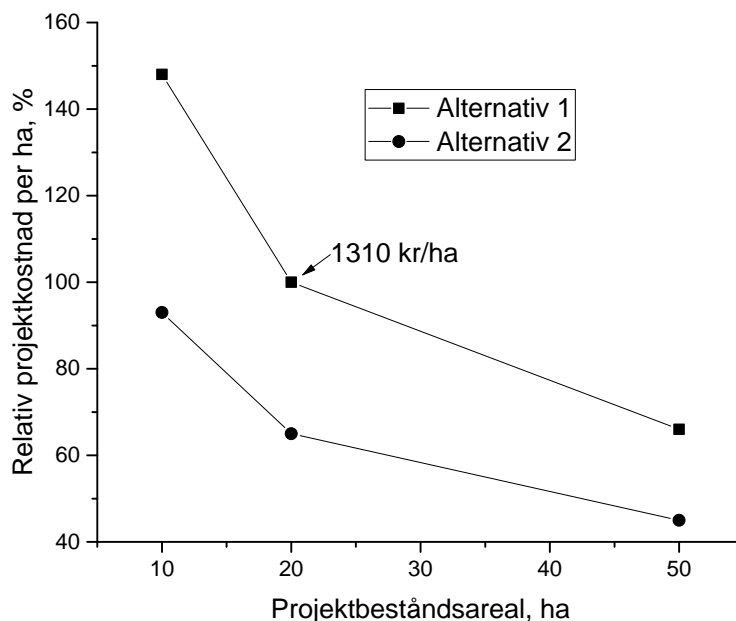
Alternativ 1											Alternativ 2											
År	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	År	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
0	x ¹⁹	x	x	x	x	X	x	x			0	x	x	x	x	x	x	x	x			
1										x	1											x
2										x	2											x
3										x	3											x
4										x	4											x
5							x	x	x	x	5											x
6										x	6											x
7										x	7											x
8										x	8											x
9										x	9											x
10							x	x	x	x	10							x	x	x	x	
11										x	11											x
12										x	12											x
13										x	13											x
14										x	14											x
15									x	x	15									x	x	
16										x	16											x
17										x	17											x
18										x	18											x
19										x	19											x
20							x	x	x	x	20							(x) ¹	(x) ¹	x	x	
21										x	21											x
22										x	22											x
23										x	23											x
24										x	24											x
25										x	25											x
26										x	26											x
27										x	27											x
28										x	28											x
29										x	29											x
30							x		x	x	30							x		x	x	

¹ Enbart stickprovskontroll

Kostnadsjämförelse mellan beståndsarealer och alternativa scenarier

Hektarkostnaderna för projektadministration påverkas i hög grad av arealen på de bestånd som utgör projekt. Kostnaden är drygt 1300 kr/ha för storleken 20 ha (Figur 1). En ökning till 50 ha resulterar i en sänkning av kostnaden med ca 30 %. Kostnaden kan dessutom sänkas med ytterligare ca 30 % om omfattningen av fältmätningarna minskas som i alternativ 2.

För små skogsägare med begränsad beståndsstorlek kan det vara svårt att skapa projektbestånd med så stor areal som 50 ha. Ett sätt att öka projektarealen vore att inom begränsade områden skapa projekt som består av ett kluster av mindre bestånd med liknande förutsättningar och ståndortsegenskaper och på så sätt effektivisera projektadministrationen och sänka kostnaderna för den.



Figur 1. Nuvärdet (4 % ränta) av projektkostnader avseende dokumentation av metodik, modellering, fältkontroll och mätning, verifiering och beräkning av kolinbindning för två alternativa scenarier och projektareal.

Slutsats

Det finns möjligheter att sänka kostnaderna för projektadministrationen avsevärt utan att nettoinbindningen av koldioxid överskattas, genom att skapa projekt med stor areal, antingen som enstaka bestånd eller som ett kluster av bestånd, samt genom att minska på omfattningen av fältmätningarna. Det förutsätter att de statistiska konsekvenserna utreds och att förfarandet godkänns av den myndighet eller organisation som utfärdar krediterna.