

KOLSÄNKSRÄTTER MED BOKOL



Titel	KOLSÄNKSRÄTTER MED BOKOL
Version	1.9
Datum	2022-07-04
Författad av	Cecilia Hermansson (Hushållningssällskapet Sjuhärad), Filip Celandér (2050 Consulting AB), Ossian Rundquist (ZeroMission)
Kontaktuppgifter	cecilia.hermansson@hushallningssallskapet.se , filip.celandér@2050.se , ossian.rundquist@zeromission.se



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling. Europa
investerar i landsbygdsområden

INNEHÅLL

1	REFERENSMETODOLOGIER	3
2	SAMMANFATTNING AV METODOLOGIN	3
3	PROJEKTORDLISTA	4
4	GRUNDLÄGGANDE VILLKOR	5
5	SYSTEMGRÄNS	8
6	Systemgräns för REFERENSSCENARIO	8
7	ADDITIONALITET	9
8	KVANTIFIERING AV växthusgasUTSLÄPP OCH KOLINLAGRING	9
8.1	REFERENSSCENARIO (C_{Ref})	9
8.2	PROJEKTETS KOLINLAGRING OCH UTSLÄPP (C_{Proj})	10
8.3	LÄCKAGE ($U_{Läckage}$)	13
8.4	NETTOPÅVERKAN (C_{Netto})	13
9	KONTROLL	13
9.1	VERIFIERING	14
9.2	REFERENSSCENARIO	14
9.3	UTTAG OCH HANTERING AV BIOMASSA	14
9.4	PRODUKTION AV BOKOL	14
9.5	SLUTAPPLIKATION AV BOKOL	15
9.6	SÄKERSTÄLLA ATT INGEN DUBBELRÄKNING SKER	15
10	REFERENSER	16
	BILAGA A: VÄXTHUSGASER	17
	BILAGA B: KOLSTABILITET	19

1 REFERENSMETODOLOGIER

Denna metodologi är huvudsakligen baserad på följande referensmetodologier:

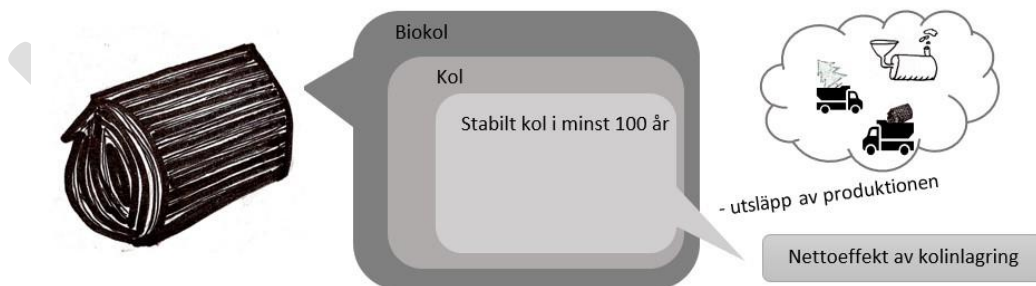
- VCS "Methodology for biochar utilization in soil and non-soil applications" (Version 4.0)
- PURO Standard Biochar methodology, 2022 edition
- Hushållningssällskapet Sjuhärads "PM Metod för beräkningar av klimatavtryck av biokol för kolsänksrätter"

2 SAMMANFATTNING AV METODOLOGIN

Denna metodologi säkerställer att kolsänksrätter som förmedlas i godkända projekt håller tillräcklig kvalitet och är tillförlitliga. Till att börja med ställs ett antal grundläggande villkor som behöver uppfyllas för att projektet ska vara godkänt, bland annat att råvaran ska utgöra en restström och att biokolet inte får förbrännas. Därefter redogörs för hur den långsiktiga kolsänkan ska beräknas. Projektets system går från uttag av biomassa till slutapplikation av producerat biokol. Kolsänkans storlek avgörs sedan av vilket referensscenario som gäller för projektet, det kan exempelvis vara att låta biomassan brytas ned naturligt eller att förbränna det som biobränsle. Hela projektets nettopåverkan för aktuellt år, inklusive både utsläpp och kolinlagring, beräknas sedan enligt ekvationen

$$C_{\text{Netto}} = C_{\text{Ref}} + C_{\text{Projekt}} - U_{\text{Läckage}}$$

och anges i ton CO_{2e}.



Figur 1. Beräkning av projektets kolsänka, som sedan jämförs mot ett projektspecifikt referensscenario.

Det är centralt att projektet är additionellt. Additionalitet påvisas genom att testa projektet mot för tillfället gällande juridiska krav samt bidrag från klimatfinansiering. Avslutningsvis innefattar metodologin en förteckning över dokumentation och andra bevis som ska hjälpa kolsänksrättproducenten att visa att villkoren efterlevs.

3 PROJEKTORDLISTA

Termer:

Additionalitet	Bevis på att klimatåtgärden inte hade ägt rum utan utökade intäkter genom kolsänksrätter
Biogent kol	Kol från det snabba, biologiska kretsloppet, till skillnad från fossilt kol
CO ₂ e/CO ₂ e	Koldioxidekvivalenter, samtliga växthusgaser omvandlade till CO ₂ utifrån GWP100
GROT	Grenar och toppar, de avverkningsrester som lämnas i skogen efter avverkning
Kolhalt	Halten av grundämnet kol (C) i en produkt eller substans
Kolsänksrätter	Krediter mätt i permanent inlagrat CO ₂ e som kvantifieras inom ramen för denna metodologi (synonymer: kolsänksrättskrediter, kolkrediter)
Molmassa	Ett ämnes molmassa är vikten av ett mol av ämnet
Organiskt markkol	Organiskt markkol avser mängden organiskt kol i jorden, till skillnad från t.ex. inorganiskt kol.
Pyrolysisprocessens uppehållstid	Den tid som biomassan uppehåller sig i pyrolyspannan
Restströmmar	Biflöden utan signifikant kommersiellt värde
Torrsubstansen av biokol	Den massa som återstår när allt vatten avgått

Roller:

Biokolsproducent	Den aktör som står för omvandlingen från biomassa till biokol
Kolsänksproducent/ kolsänksrättsproducent	Den aktör som skapar kolsänkan genom att utföra slutapplikationen
Kolsänksrättsleverantör	Den aktör som utifrån metodologins ramar förmedlar krediter
Standardägare	Den aktör som förvaltar och uppdaterar metodologin samt utfärdar kolsänksrätter

4 GRUNDLÄGGANDE VILLKOR

Det finns en uppsättning grundläggande villkor för att metodologin ska kunna fullföljas. Punkterna nedan utgör en bas för beräkningarna och är nödvändiga för ett godtagbart resultat.

Geografiska villkor

1. Biokolsproduktionen ska utföras i Sverige, likaså slutapplikationen av biokol.

Administrativa villkor

2. Projektets krediter summeras på en tolv månaders period.
3. Projektet behöver följa gällande lagar m.a.p. arbetsmiljö.
4. Projektet behöver kunna styrka beräkningar med relevant dokumentation.
5. Krediter från projektet får enbart produceras under projektets krediteringsperiod, vilket är 5 år från godkänd ansökan.
6. I första hand ska projektspecifik primärdata användas för att beräkna kolsänka och utsläpp, först om denna inte är möjlig att erhålla kan schablonbaserad sekundärdata användas.
7. Projektet ska hållas uppdaterat gentemot denna metodologi. Om metodologin uppdaterats, exempelvis utifrån nya forskningsrön, ska projektet uppdateras senast vid ny krediteringsperiod. Det är standardägaren som ansvarar för uppdateringen av metodologin.
8. Biokolsproducenten behöver genomgå en kurs/kompetenshöjning om produktion och hantering av biokol, utförda av exempelvis Hushållningssällskapet.

Kravställning på biokolet

9. Biokolet måste produceras från biomassa som är restströmmar, som till exempel jordbruksavfall, GROT, biologiskt nedbrytbart avfall, urbant träavfall eller matavfall. En lista över godkända biomassatyper finns i IPCC Appendix 4 Method for Estimating the Change in Mineral Soil Organic Carbon Stocks from Biochar Amendments (tabell 4AP.1)¹ och den positiva förteckningen över biomassaråvaror i European Biochar Certificate². Eftersom vad som anses vara en restström är både subjektivt och föränderligt är det utöver dessa listor

¹ Appendix 4 Method for Estimating the Change in Mineral Soil Organic Carbon Stocks from Biochar Amendments: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch02_Ap4_Biochar.pdf

² <https://www.european-biochar.org/en/ct/2-EBC-guidelines-documentsfor-the-certification>

rekommenderat att följa Svenskt Sigills riktlinjer för biokolsproduktion³ samt de tillägg som finns i Puro Standard Biochar Methodology⁴ 2022, även listade nedan:

- i. Vid jordbruksavfall som råvara innebär hållbar insamling att minst 30% av stubbesterna lämnas på fältet för att undvika försämrad markhälsa och skördenivåer.
 - ii. Timmer är endast godtagbart som råvara om det är från skog som skadats av en naturkatastrof (t.ex. brand, skadedjur, översvämning) och inte kan ekonomiskt återvinnas eller användas som ursprungligen avsett.
 - iii. Användning av invasiva arter, det vill säga växter som inte är inhemska i aktivitetsområdet och orsakar miljöskador, är berättigad biomassa för biokolsproduktion när följande krav är uppfyllda: i) de arter som ska rensas är erkända av en lämplig stat eller nationella myndigheter och ii) förkolning av det rensade avfallet inte är obligatoriskt eller lagligen krävs av relevanta myndigheter och iii) biokolsproducenten har rutiner på plats för att skilja de invasiva arterna från andra lokala arter och för att undvika oavsiktlig röjning av befintlig inhemsk vegetation inom projektområdet.
10. Biokolet får inte användas som bränsle eller på annat sätt förbrännas.
 11. För projektredovisningsändamål är blandning av råvaror inte tillåten under produktion av biokol och endast enstaka råvaror får användas. Tillsatser som kalk, bentonit, stenspulver, lera eller jord kan finnas så länge de inte uppgår till mer än 10 % av torrsubstansen. Vidare får inga kemikalier användas.
 12. Pyrolysisprocessens övriga produkter, så som överskottsvärme och pyrolysgaser ska i möjligaste mån tas till vara. Pyrolysgaserna måste förbrännas eller användas genom en process som innebär försumbara metanutsläpp till atmosfären. Bioolja och pyrolysgaser kan lagras för senare användning som förnybar energi eller material.
 13. Produktionen av biokol får inte leda till uppenbara långsiktiga förluster av kollager utanför systemgränsen, i synnerhet nedbrytning av organiskt markkol på jordbruksmark eller för stort uttag av restströmmar.
 14. Kolhalten i biokolet behöver fastställas enligt metoden i 8.2

15. Transport av biomassan

Eventuella transporter av biomassan i referensscenariot (t.ex. från uttag till förbränning)

Förbränning av biomassan

Utsläpp från förbränning av biomassan räknas som noll då det är biogent, eventuella fossila utsläpp från förbränningen av biomassan kan dock inkluderas om en

³ (Svenskt Sigill, 2021)

⁴ (Puro.Earth, 2022)

	tillräckligt underbyggd utsläppsfaktor för förbränningen kan presenteras
Övriga utsläpp	Övriga signifikanta och kvantifierbara utsläpp, till exempel metanutsläpp från anaerob nedbrytning om finfördelad biomassa lagras på hög

16. PROJEKTETS KOLINLAGRING OCH UTSLÄPP (CProj)

17. De aktiviteter som genererar utsläpp av klimatgaser i samband med produktionen av biokol behöver inkluderas vid kvantifiering av kolsänkan och redogöras för enligt metoden i 8.2

18. Transport av biomassan	Eventuella transporter av biomassan i referensscenariot (t.ex. från uttag till förbränning)
Förbränning av biomassan	Utsläpp från förbränning av biomassan räknas som noll då det är biogent, eventuella fossila utsläpp från förbränningen av biomassan kan dock inkluderas om en tillräckligt underbyggd utsläppsfaktor för förbränningen kan presenteras
Övriga utsläpp	Övriga signifikanta och kvantifierbara utsläpp, till exempel metanutsläpp från anaerob nedbrytning om finfördelad biomassa lagras på hög

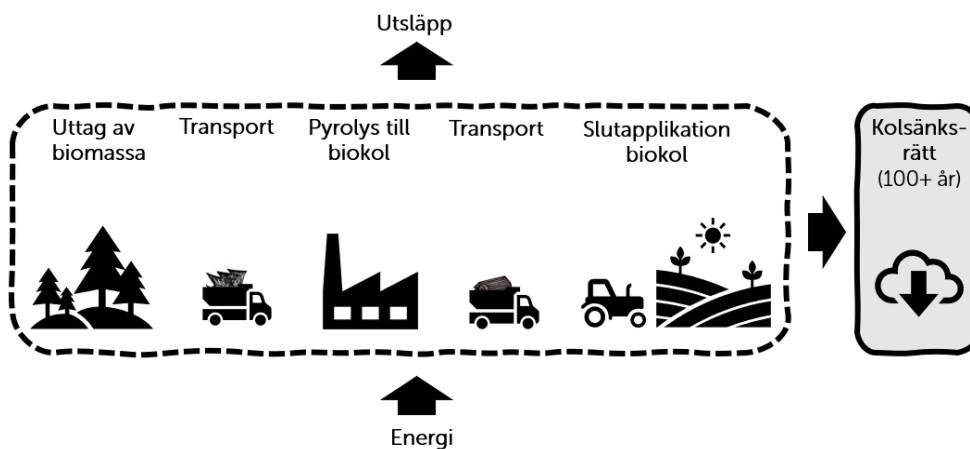
19. PROJEKTETS KOLINLAGRING OCH UTSLÄPP (CProj)

Kravställning på kolsänkan

20. Kolsänkan får inte dubbelräknas
21. Biokolet vars kolsänka inkluderas i projektet behöver användas i sin tilltänkta slutapplikation inom ett år från att det producerats.
22. Biokolets slutapplikation ska vara i jord. Slutapplikation i jord som markförbättring är berättigat på all mark med undantag för våtmarker. Detta inkluderar åkermark, gräsmark och skog. Biokol kan appliceras antingen på eller under markytan.

5 SYSTEMGRÄNS

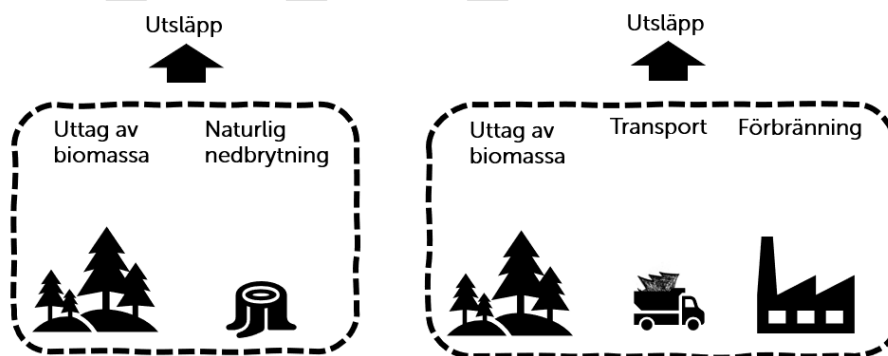
Metodologin har ett livscykelerspektiv från vaggan till grav som inkluderar utsläpp från råvaruframställning, pyrolysisprocess samt transporter fram till slutanvändaren. I dessa beräkningar inkluderas det kol som beräknas finnas kvar av biomassans initiala kol i ett hundraårsperspektiv⁵, samt de fossila utsläpp som hanteringen medför i förhållande till produktionen av biokol. Vilka växthusgaser som är inkluderade och inte redovisas i Tabell 1 (Bilaga A).



Figur 2. Systemgräns för biokolsprojekt inom denna metodologi.

6 SYSTEMGRÄNS FÖR REFERENSSCENARIO

Den hantering av biomassan som hade ägt rum utan biokolsproduktionen benämns referensscenario. Det är viktigt att identifiera ett projektspecifikt referensscenario då det utgör en referensbana som storleken av kolsänkan mäts mot. Vilket referensscenario som gäller kartläggs i varje enskilt projekt, men kan *till exempel* vara naturlig nedbrytning eller förbränning av biomassan, se Figur 3.



Figur 3. Exempel på referensscenarier: naturlig nedbrytning (t.v.) och nyttjande som biobränsle (t.h.).

⁵ (Söderqvist, 2019)

7 ADDITIONALITET

Projektet ska vara additionellt, vilket innebär att det kan visas att det sannolikt inte hade genomförts utan de incitament som tillkommer genom möjligheten till försäljning av kolsänksrätter. Huruvida projektet är additionellt kontrolleras av standardägaren vid registrering av projektet, samt i samband med förnyelse av krediteringsperiod.

Additionalitet ska demonstreras genom följande tester:

1. Juridiskt test: Det finns ingen lag som kräver att projektaktiviteten (applicering av biokol i jord) genomförs.

2. Test av bidrag från klimatfinansiering: Intäkterna från försäljning av kolsänksrätter ska motsvara minst 75 % av projektets totala kostnader under krediteringsperioden. Totalkostnaden avser användningsfasen och exkluderar eventuella investeringsstöd till pyrolysanläggning.

Projektutvecklare ska använda standardägarens kalkylblad för att visa hur test 2 uppfylls genom att ange förväntade kostnader och intäkter.

8 KVANTIFIERING AV VÄXTHUSGASUTSLÄPP OCH KOLINLAGRING

8.1 REFERENSSCENARIO (C_{Ref})

Referensscenariots nettopåverkan (utsläpp och kolinlagring) benämns i denna metodologi C_{Ref} . Nettopåverkan skall kvantifieras ur ett vaggan-till-graven-perspektiv, precis som projektets nettopåverkan nedan.

Referensscenariots kolinlagring och utsläppsminskningar

När det gäller kolsänkan är mängden kol med ursprung i biomassan som finns kvar efter 100 år försumbar oavsett om biomassan bryts ned naturligt eller förbränns och därför tillskrivs inget kolinlagringsvärde i referensscenariot. Allt kol som var bundet i biomassa återgår alltså till atmosfären, och eftersom detta kol är biogent är även klimatpåverkan av utsläppen att betrakta som noll.⁶

Om biomassa används till att producera bioenergi som sedan går ut i värme- eller elsystem, ersätter den annan energi som skulle kunna vara av helt eller delvis fossilt ursprung. Om denna undanträngningseffekt uppstår bidrar den till minskade utsläpp i energisystemet och bör inkluderas i vaggan-till-graven-perspektivet.

Referensscenariots utsläpp

Beroende på hur det projektspecifika referensscenariot ser ut kommer olika utsläpp att vara relevanta. Generellt ska utsläppen vara signifikanta och kvantifierbara för att inkluderas. Nedan listas förslag på utsläpp som kan tas med, men det är upp till varje projekt att kartlägga vilka utsläpp som är relevanta.

⁶ (CDM, 2006)

Transport av biomassan	Eventuella transporter av biomassan i referensscenariot (t.ex. från uttag till förbränning)
Förbränning av biomassan	Utsläpp från förbränning av biomassan räknas som noll då det är biogent, eventuella fossila utsläpp från förbränningen av biomassan kan dock inkluderas om en tillräckligt underbyggd utsläppsfaktor för förbränningen kan presenteras
Övriga utsläpp	Övriga signifikanta och kvantifierbara utsläpp, till exempel metanutsläpp från anaerob nedbrytning om finfördelad biomassa lagras på hög

8.2 PROJEKTETS KOLINLAGRING OCH UTSLÄPP (C_{Proj})

I detta avsnitt förklaras, per livscykelsteg och ovan nämnda nödvändiga villkor, vilka antaganden och avgränsningar som är gjorda. För varje steg redogörs hur data kan hanteras för ett generellt fall, eller där dataunderlag saknas. Enbart de aktiviteter som i nuläget är kvantifierbara har inkluderats. En process med uttag av biomassa och produktion av biokol med slutapplikation i jord medför flera systemeffekter som till exempel förändrad albedo, ökad resiliens mot skyfall och torka, minskat näringsläckage m.fl., Dessa effekter är inte inkluderade i metodologin i nuläget, men i takt med ökad kunskap kan de inkluderas. En vidare diskussion kring detta finns i rapporten Miljönyttomodell – kartläggning av systemeffekter av biokol i lantbruket (Hushållningssällskapet, 2021).

Projektets kolinlagring och utsläpp (CO_2) beräknas enligt följande ekvation:

$$C_{Proj} = BC_{+100} - U_{Bio} - U_{Pyr} - U_{Substitution} - U_{Appl}$$

Biokolets beständiga kolsänka: BC_{+100}

Mängden kol som är beständigt i mer än hundra år är själva grunden för projektets slutliga kolsänka. För att bedöma mängden stabilt kol utifrån ett hundraårigt perspektiv krävs en laboratorieanalys av biokolet. Det är viktigt att detta prov är representativt för produktionen och att dess giltighet för beräkningarna gäller under förutsättningen att råvara och produktion inte förändras i en utsträckning som påverkar biokolets kvalitet. Det är även viktigt att provet hanteras varsamt för att inte överskatta bulkdensiteten. Vid sidan om biokolets egenskaper bör även processtemperaturen (HTT)⁷, uppehållstiden i processen samt uppvärmningshastigheten registreras.

Nedan angivna parametrar används från laboratorieanalysen:

⁷ "Highest treatment temperature", en processbetingelse som har stor betydelse för pyrolysisprocessens resultat. Läs mer i exempelvis (Lehmann & Joseph, 2015)

- Rå bulkdensitet (kg (ts)/m³),
- Kolinnehåll (% torrs substans), samt
- Kvoten H/C_{org}.

Som kompletterande information bör även pyrolysisprocessens temperatur, uppehållstid och uppvärmningshastighet anges. Därefter beräknas den beständiga kolmängden (BC₊₁₀₀) enligt följande:

$$(1) \text{Volym}_{\text{Biokol}} (\text{m}^3) * \text{Bulkdensitet}_{\text{Biokol}} (\text{kg (ts)/m}^3) = \text{Massa}_{\text{Biokol}} (\text{kg ts})$$

$$(2) \text{Massa}_{\text{Biokol}} (\text{kg ts}) * \text{Kolinnehåll}_{\text{Biokol}} (\%) = \text{Massa}_{\text{Kol}} (\text{kg ts})$$

$$(3) \text{BC}_{+100} = f(\text{H/C}_{\text{org}}) \text{ vilket anger andelen kol som är stabil i över hundra år (funktionen } f \text{ är definierad i Bilaga A, Figur 5)}$$

$$(4) \text{BC}_{+100} (\text{kg ts}) = \text{Massa}_{\text{Kol}} (\text{kg ts}) * \text{BC}_{+100} (\%)$$

$$(5) \text{BC}_{+100} (\text{CO}_2\text{e}) = \text{BC}_{+100} (\text{kg ts}) * (44/12).$$

Det sista steget omvandlar det beständiga kolet till koldioxidekvivalenter genom att dividera de respektive ämnens molmassor.

Uttag, hantering transport och bearbetning av biomassa: U_{Bio}

Under förutsättning att biomassan producerats hållbart och utgörs av en lokal restström, enligt GRUNDLÄGGANDE VILLKOR ovan, kan utsläppen från detta steg i processen beräknas genom att inkludera följande steg:

- bränsleförbrukning för att ta ut biomassan från källan,
- bränsleförbrukning för att transportera den från källan till platsen för pyrolysis ifall det överstiger 200 km, samt
- den energi som används för att bearbeta biomassan till exempel till lämplig storleksfraktion och fukthalt.

Utsläpp från förändrad markanvändning antas vara noll då biomassan ska utgöras av en restström enligt 4. GRUNDLÄGGANDE VILLKOR ovan.

Om biomassa istället köps in är det svårare eller rentav omöjligt att beräkna specifika utsläpp av dess produktion och hantering. Rekommenderat är att be leverantören tillhandahålla ett klimatvärde för produkten. I annat fall behöver schabloner användas för dessa beräkningar. Vanligt förekommande är att klassificera enligt primära och sekundära trädbränslen. För att sedan beräkna utsläppet används aktuella data ifrån Energiföretagen VMK⁸ i kombination med biomassans energivärde. I utsläppsfaktorer från VMK ingår bränslets produktion och

⁸ (Energiföretagen, 2021)

transportutsläpp.

Processutsläpp från pyrolysen, U_{Pyr}

Processutsläppen från pyrolyprocessen bör inkludera följande utsläppskällor:

- elanvändning,
- bränsleanvändning,
- eventuellt läckage av köldmedier
- eventuella rökgasutsläpp

För beräkningar av pyrolysens processutsläpp bör utgångspunkten vara att använda verklig uppmätt förbrukning av el och gasol eller andra bränslen för processen. Det kan vara en utmaning att särskilja användandet till pyrolyprocessen, då exempelvis den el som levereras till anläggningen även används av andra förbrukare (såsom processer, uppvärmning, belysning etc). Det kan även vara svårt att koppla samman en viss mängd el eller bränsle med en viss volym biokol, vilket är nödvändigt för att beräkna ett minusutsläpp per m^3 biokol.

För att vägleda teoretiska beräkningar av ett generellt fall av pyroly samt att ha värden att jämföra beräknade/uppskattade specifika data med kan teoretisk förbrukning utifrån de tekniska specifikationerna ifrån tillverkaren beräknas.

Ersättning av värmeförlust, $U_{Substitution}$

I det fall biomassan i projektets referensscenario tidigare har använts till uppvärmning behöver hänsyn tas till att värme går förlorad i pyrolyprocessen. Vid ökat uttag av biomassa för att tillgodose samma värmebehov sätts utsläppsfaktorn som noll om uttaget sker utan att påverka uttagsområdets kolbalans (i enlighet med GRUNDLÄGGANDE VILLKOR 13 ovan). Om värmeenergin till exempel köps in i form av el behöver påverkan på utsläpp i energisystemet inkluderas.

Efterbearbetning, transport och slutapplikation av biokol, U_{Appl}

Utsläppen från det sista ledet i projektprocessen bör inkludera följande källor:

- efterbearbetning (t.ex. dimensionering, malning, siktning)
- transport från platsen för pyroly till slutapplikation om den överstiger 200 km (medeltransportarbete för aktuellt år, bränsleförbrukning och drivmedel), samt
- utsläpp från hantering av biokol i dess slutapplikation, t.ex. nedmyllning i jord.

Eftersom kolsänksrätten inte uppstår förrän biokolet ligger i jord är en eventuell transport från pyrolysanläggningen till slutapplikationen hanterbar för kolsänksproducenten.

8.3 LÄCKAGE ($U_{\text{Läckage}}$)

Läckage avser nettoökningen av antropogena växthusgasutsläpp utanför projektets systemgräns som kan hänföras till projektets aktiviteter. Utsläpp kopplade till läckage listas av VCS⁹ som

- **förlust av biokol före slutlig applicering/användning,**
- utsläpp från transporter i olika skeden av biokolens livscykel, samt
- utsläpp pga. aktivitetsskiftande läckage och avledning av biomassa.

Utsläppen från den sista punkten anses vara noll eftersom det endast är restströmmar av biomassa som får användas i projektet (se 4. GRUNDLÄGGANDE VILLKOR). Utsläpp från transporter är i denna metodologi inom projektets systemgräns och därmed inkluderat i projektspecifika utsläpp ovan. Därmed är det endast förlust av biokol före slutlig applicering/användning som ingår i projektets eventuella utsläpp från läckage.

Om förlusten av biokol överstiger 5 % av det aktuella årets produktionsvolym av biokol bör det redovisas. I det fall bestäms läckaget enligt följande ekvation:

$$U_{\text{Läckage}} = C_{+100, \text{ läckage}} * (44/12) + U_{\text{Produktion}}$$

Där:

$C_{+100, \text{ läckage}} * (44/12)$ motsvarar mängden beständigt kol som förlorats under året, omräknat i CO_2e , och

$U_{\text{Produktion}}$ är utsläppen för att producera motsvarande volym biokol.

8.4 NETTOPÅVERKAN (C_{Netto})

Hela projektets nettopåverkan för aktuellt år, inklusive både utsläpp och kolinlagring, beräknas enligt ekvationen nedan:

$$C_{\text{Netto}} = C_{\text{Ref}} + C_{\text{Projekt}} - U_{\text{Läckage}}$$

och anges i ton CO_2e . För ökad transparens bör den ingående datan i ekvationen och BC_{+100} helst redovisas tydligt och alltid finnas tillgänglig.

9 KONTROLL

Följande kontrollpunkter tillämpas för att säkerställa att projektet följer denna metodologi. För att uppfylla kontrollpunkterna krävs ett utbyte av information mellan biokolsproducent och kolsänksproducent.

⁹ (Verified Carbon Standard, 2021) v4.0

9.1 VERIFIERING

9.1.1. Kolsänksproducenten fastställs som berättigad till utgivning av kolsänksrätter när den har genomgått en tredjepartscertifiering. Verifieringen säkerställer att motsvarande kolinlagring har skett och att kolinlagringen kan anses vara permanent enligt definitionen i metodologin.

9.1.2 För att en verksamhet ska vara berättigad att producera kolsänksrätter, måste följande bevis (9.2–9.6) presenteras samt verifieras av tredjepart.

9.2 REFERENSSCENARIO

9.2.1 Ett referensscenario behöver fastställas, som antingen ska vara det mest trovärdiga eller det mest konservativa scenariot.

9.2.2 Valt referensscenario behöver styrkas. Det kan antingen göras genom i) intyg från biomassaleverantör på hur biomassan annars skulle hanteras, eller ii) underlag på hur det mest konservativa scenariot ser ut enligt 8.1 REFERENSSCENARIO (C_{Ref}) ovan.

9.3 UTTAG OCH HANTERING AV BIOMASSA

9.3.1 Bevis på hållbarheten hos den använda råvaran. Bevis som ska presenteras:

När det gäller skogsbiomassaråvara:

- Forest Stewardship Council (FSC) Forest Management Certification; eller
- Sustainable Forestry Initiative (SFI) skogsförvaltningscertifiering; eller
- Program för godkännande av skogscertifiering (PEFC) Sustainable Forest Management Standard; eller
- Andra välrenommerade hållbara skogscertifieringsprogram med hög vetenskaplig standard och marknadserkännande, oavsett om de är offentliga eller privata till sin natur.

Standardägaren förbehåller sig rätten att avgöra om certifieringen är från ett behörigt program.

Vid annat avfall från biomassaråvara:

- Råvaror måste anskaffas på ett hållbart sätt, se 4. GRUNDLÄGGANDE VILLKOR ovan. Intyg för att styrka detta behövs och kan till exempel komma från biomassaleverantören.

9.3.2 För att kunna beräkna detta stegs bidrag till hela processens klimatpåverkan behöver tillförlitlig data tillhandahållas.

9.4 PRODUKTION AV BIKOL

9.4.1. Biokolproducenten ska tillhandahålla dokumentation om mängden biokol som produceras. Detta inkluderar: i) kontinuerlig produktionsdokumentation för hela perioden, med hänsyn till eventuella betydande förändringar eller produktionsstopp, och ii) data och metod för att beräkna torrsubstansen av producerad biokol.

9.4.2. Biokolsproducenten måste åtminstone tillhandahålla följande uppgifter om mängden producerat biokol: i) kontinuerlig mätning av biokolproduktionen för hela perioden, samt ii) vattentillförselmätning. Torrsubstansen av mängden producerat biokol beräknas med hjälp av den uppmätta vikten av biokol reducerat med vikten av tillfört vatten. Ytterligare mätutrustning för större noggrannhet kan föreslås av operatören.

9.4.2. För att kunna beräkna biokolsproduktionens bidrag till hela processens klimatpåverkan behöver tillförlitlig data tillhandahållas.

9.4.3 Följande materialegenskaper krävs för kvantifiering av kolbindningen av biokol och ska fastställas genom laboratorieanalyser: total halt av organiskt kol, total vätehalt, och beräknat H/C_{org}-förhållande.

9.5 SLUTAPPLIKATION AV BIKOL

9.5.1. Kolsänksrättsleverantören måste bevisa att biokolet går till godkänd slutapplikation, det vill säga i jord enligt villkor 18 ovan. Beviset kan vara intyg på spridning av en specificerad mängd biokol eller annan liknande dokumentation.

9.6 SÄKERSTÄLLA ATT INGEN DUBBELRÄKNING SKER

9.6.1. Dubbelräkning av kolsänksrätter (s.k. "double-use") undviks genom att använda ett system för identifiering och bokföring av varje enskild kolsänksrätt. Det går att använda i) ett befintligt verktyg av godkänd kreditförmedlare (som t.ex. Markit), eller ii) ett eget system som kontrolleras i samband med revision av tredjepart.

9.6.2 Endast den som äger kolsänksrätten får göra anspråk på kolsänkan (för att undvika s.k. double-claim). Beviset på ägarskapet av kolsänkan kan vara ett uttagsavtal eller dokumentation av försäljningen, med angivande av procedurerna för att göra anspråk på kolsänksrätten. Varken biokolsproducenten eller kolsänksproducenten kan därför använda kolsänkan i sin marknadsföring eller annan kommunikation om den är såld till annan part. Det är dock tillåtet av alla parter att kommunicera att man medverkar i systemet med kolsänksrätter.

9.6.3 Ett intyg behövs från kolsänksrättsproducenten om att samma projekt inte registreras i andra register för förmedling av krediter (s.k. "double-issuance").

10 REFERENSER

Budai, A., Zimmerman, A. R., Louise Cowie, A. & Wyatt Webber, J. B., 2013. *Biochar Carbon Stability Test Method: An Assessment of Methods to Determine Biochar Carbon Stability - Technical report*, u.o.: International Biochar Initiative.

CDM, 2006. *Annex 18 "Definition of renewable biomass"*, Bonn: UNFCCC.

Energiföretagen, 2021. *Miljövärdering av fjärrvärme*. [Online]
Available at: <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatik/miljovardering-av-fjarrvarme/>
[Använd 03 Februari 2022].

IPCC, 2019. *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhousegas Inventories. Vol 4. Appendix 4. Method for Estimating the Change in Mineral Soil Organic Carbon Stocks from Biochar Amendments: Basis for Future Methodological Development*, Genève: IPCC.

Lehmann, J. & Joseph, S., 2015. *Biochar for Environmental Management - Science, Technology and Implementation*. 2:a red. u.o.:Routledge.

Leng, L., Huang, H. L. H., Li, J. & Zhou, W., 2019. Biochar stability assessment methods: a review.. *Science of the Total Environment*, Issue 647, pp. 210-22.

Puro.earth Biochar Methodology, 2022 <https://connect.puro.earth/biochar-carbon-removal-methodology>

Svenskt Sigill, 2021. *Riktlinjer Biokolsproduktion*, Stockholm: Sigill Kvalitetssystem AB.

Söderqvist, H., 2019. *Carbon Stability of Biochar: Methods for assessment and indication*, Stockholm: Industriell ekologi vid Kungliga Tekniska Högskolan.

Verified Carbon Standard, 2021. *Methodology for biochar utilization in soil and non-soil applications v4.0*, Washington DC: Verra.

BILAGA A: VÄXTHUSGASER

Växthusgaser som inkluderas eller exkluderas i metodologin listas nedan, inklusive motivering.

Tabell 1. Växthusgaser in- eller exkluderade från metodologin (Verified Carbon Standard, 2021).

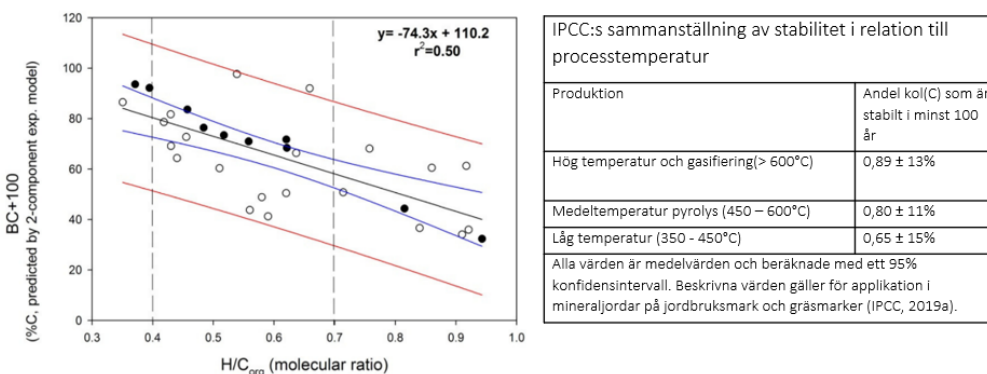
Källa	Gas	Inkluderad?	Förklaring	
Referensscenario	Framställning av råvara	CO ₂	Nej	Utesluten. Biomassa från restströmmar ses som förnybara enligt de grundläggande villkoren ovan.
		CH ₄	Nej	
		N ₂ O	Nej	
	Transport av råvara	CO ₂	Ja	Förväntas vara försumbara om mindre än 200 km mellan inköpsplatser och produktionslokal.
		CH ₄	Ja	
		N ₂ O	Ja	
	Förbränning av råvara	CO ₂	Villkorsstyr	Standard referensscenariot är noll om inte projektförespråkare tillhandahåller data för en referens-emissionsfaktor och ger krävd dokumentation (t.ex. emissionsfaktor för skogshuggning)
		CH ₄	Villkorsstyr	
		N ₂ O	Villkorsstyr	
	Aerob nedbrytning av råvara	CO ₂	Villkorsstyr	Standard referensscenariot är noll om inte projektförespråkare tillhandahåller data för referens-emissionsfaktor och ger krävd dokumentation.
		CH ₄	Villkorsstyr	
		N ₂ O	Villkorsstyr	
Anaerob nedbrytning av råvara	CO ₂	Exkluderad	Förväntas vara försumbart.	
	CH ₄	Villkorsstyr	Standard referensscenariot är noll om inte projektförespråkare tillhandahåller data för en referens-emissionsfaktor och ger krävd dokumentation.	
	N ₂ O	Villkorsstyr		
Projekt	Framställning av råvara	CO ₂	Nej	Ändamålsodlade grödor är oberättigade då det inte finns några utsläpp från råvaruproduktion. Avfallsbiomassa anses också förnybart enligt CDM och projektberättigande villkor.
		CH ₄	Nej	
		N ₂ O	Nej	
	Pyrolys eller termokemisk omvandling (högteknologiska system)	CO ₂	Nej	Högteknologiska system kräver föroreningskontroll (inklusive metanreducering och använder mer än 70 % av energioutput från pyrolysen)
		CH ₄	Nej	
		N ₂ O	Nej	
		CH ₄	Ja	
		N ₂ O	Ja	
El eller fossila bränslen som	CO ₂	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.	

Källa		Gas	Inkluderad?	Förklaring
	förbrukas under pyrolys	CH ₄	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
		N ₂ O	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
	Transport av biokol	CO ₂	Ja	Förväntas vara försumbart om mindre än 200 km mellan produktionsanläggning och slutanvändningsdestination.
		CH ₄	Ja	
		N ₂ O	Ja	
	Förbehandling av råmaterial (t.ex. malning, torkning)	CO ₂	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
		CH ₄	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
		N ₂ O	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
	Applicering av biokol (t.ex. beredning av biokol för slutlig användning)	CO ₂	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
		CH ₄	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
		N ₂ O	Ja	Inkluderad. Emissioner associerade direkt till projektaktiviteten.
	Avledning av flygaska med hög kolhalt	CO ₂	Nej	Exkluderas från metodologin då flygaska från storskaliga anläggningar som förbränner biomassa för energiändamål inte förväntas utgöra råmaterial för biokolsproducenten.
		CH ₄	Nej	Se ovan.
		N ₂ O	Nej	Se ovan.
	Energiproduktion och användning	CO ₂	Nej*	Se förklaring nedan.
		CH ₄	Nej*	Se förklaring nedan.
		N ₂ O	Nej*	Se förklaring nedan.

*Om biokolsanläggningen genererar el som säljs till nätet under ett befintligt program för förnybar energi, ska elproduktion som tränger undan fossilbränslebaserad el inte tas med i beräkningarna (för att behålla en konservativ bedömning och undvika dubbelräkning).

BILAGA B: KOLSTABILITET

Kolet (C) i biokol ingår i en mängd olika typer av föreningar, alla med olika resiliens mot nedbrytning. Generellt gäller att ju renare kolföreningarna är desto mer motståndskraftiga är de mot nedbrytning och denna grad av karbonisering har ett nära positivt samband med processtemperaturen. Eftersom biokolsproducenten inte empiriskt kan undersöka hur stabilt det producerade biokolet är genom försök som sträcker sig över hundratals år behöver man i stället använda en materialegenskap som indikerar ett visst beteende. Molförhållandet mellan väte och organiskt kol, H/C_{org} har genom tidigare forskningsförsök uppvisat samband med ett visst nedbrytningsbeteende och kan därigenom agera indikator för kolsänkans stabilitet¹⁰. Sambandet mellan H/C_{org} och andelen kol (C) som beräknas vara stabilt i minst hundra år modelleras fram med mätdata ifrån fält och inkubationsförsök. Det har utarbetats ett index¹¹ (se figur) där andelen stabilt kol (C) i minst hundra år (BC_{+100}) indikeras genom H/C_{org} . Studier¹² som har granskat olika metoder som kan indikera stabilitet av kol i biokol menar att H/C_{org} är en god indikator för stabilitet och den bästa tillgängliga indikatorn för att bekräfta kolinlagring. Det är dock en utmaning att mätvärden för H/C_{org} -halter lägre än 0.4 saknar representation, eftersom ett antaget konservativt förhållningssätt till denna forskning riskerar att underskatta kolinlagringen. IPCC, FN:s klimatpanel, har föreslagit processtemperaturen som indikator för stabilitet (se figur nedan) för att detta är en parameter som är lättillgänglig och inte kräver laboratorieanalyser av biokolet. Dock framhålls det att analyser av materialegenskaper som exempelvis H/C_{org} och ytterligare information om applikationsförhållanden är bra indikatorer¹³. Laboratorieanalyser kan dock aldrig helt representera verkligheten, vilket är allmänt erkänt.



Figur 4. TV Samband mellan hur stor andel av kolet som beräknas finnas kvar om 100 år (BC_{+100}) och H/C_{org} molkvoten. Hämtad ifrån Budai m.fl 2013. TH, IPCC:s sammanställning av sambandet mellan processtemperatur och stabilitet.

För beräkningar av inlagrat kol används H/C_{org} -metoden för att indikera stabiliteten av kolinlagringen, där H/C_{org} 0.4 och lägre indikerar en stabilitetsfaktor om 0.8 vilket betyder att 80 % av kolet (C) i biokolet

¹⁰ (Budai, et al., 2013), (Leng, et al., 2019), (Lehmann & Joseph, 2015)

¹¹ (Budai, et al., 2013)

¹² (Leng, et al., 2019), (Söderqvist, 2019)

¹³ (IPCC, 2019)

kommer vara bundet i minst 100 år. Detta är en konservativ estimering i förhållande till IPCC:s uppskattning av stabilitet för processtemperaturer över 600°C. På grund av detta är det lämpligt att även känna till processtemperaturen (HTT) och säkerställa att denna inte understiger 450 grader °C för att producera stabilt biokol.

Stabilitet kolinlagring enligt H/C_{org}	
H/C_{org}	BC_{+100} (andel kol som är inlagrad i minst 100 år)
< 0,4	80 %
0,40 - 0,45	78 %
0,45 - 0,50	73 %
0,50 - 0,55	68 %
0,55 - 0,60	63 %
0,60 - 0,65	58 %
0,66 - 0,70	53 %
> 0,7	0 %

Avrundade värden, centrerat i intervallen enligt funktionen:
 $BC_{+100}(H/C_{org}, \text{ i intervallet } 0,4-0,7) = 120 - 100(H/C_{org})$
 Baserad på de två kända punkterna (0,4, 0,8) och (0,7, 0,5)

Figur 5 Tabell som beskriver kolets stabilitet i relation till H/C_{org} i intervallet 0,4 till 0,7

Rekommendation

Kolets stabilitet i denna metodologi bör beräknas utifrån Figur 5. Denna rekommendation ska ligga i linje med senaste kunskapsläget inom branschen och uppdateras, liksom övriga delar av metodologin, om kunskapsläget väsentligt förändras.