

Avfallsavdelningen  
Utredning  
Jonas Dahllöf

Styrelsen för Stockholm Avfall AB

## Redovisning av utredning avseende biokolsproduktion av trädgårdsavfall (Ägardirektiv 2024)

### FÖRSLAG TILL BESLUT

Styrelsen föreslås besluta:

att till ärendet bilagd rapport samt i ärendet redovisad plan utgör bolagets slutleverans  
avseende 2024 års ägardirektiv på området

Christian Rockberger  
Verkställande direktör

Malin Werner  
Avdelningschef  
Avfall

Bilagor: 1) Rapport Biokolsproduktion i Stockholm 2024  
1a) Budgetkalkyl

## Bakgrund

Den pilotanläggning för produktion av biokol som uppfördes i Stockholm 2016 togs under hösten 2023 ur drift eftersom den uppnått sin tekniska livslängd och blivit alltför svår och dyr att driva. Pilotanläggningen tillverkade biokol genom pyrolysning av stockholmarnas trädgårdsavfall och julgranar för användning i stadens planteringar och i hemmaplanteringar. Genom att överskottsenergin från tillverkningsprocessen nyttjades till fjärrvärmeproduktion erhöles en fjärrvärme med minusutsläpp samtidigt som biokolen i planteringarna bidrog till en grönare stad och en urban kolsänka. Under den tid som pilotanläggningen var i drift fungerade den även som en plattform för vidare teknikutveckling inom området och har genom otaliga studiebesök och internationell publicitet bidragit till en spridning av Stockholms koncept kring produktion och användande av biokol och de klimat- och miljönyttor det innebär.

I dag finns produktionsanläggningar för biokol och koncept inspirerade av Stockholms arbete såväl på andra håll i Sverige som i flera europeiska länder och även i Hong Kong.

Olika nämnder och bolagsstyrelser har i stadens budget för 2023 och 2024 fått i uppdrag att inventera behoven av biokol, arbeta för en fortsatt ökning av användningen av biokol i stadens växtbäddar, ta fram en långsiktig plan för biokolsproduktion av trädgårdsavfall samt skala upp produktionen av biokol och aktivt söka affärsmässighet i detta arbete.

Stockholm Vatten och Avfall fick i 2024 års budget i uppdrag att ta fram en långsiktig plan för biokolsproduktion av trädgårdsavfall. Stockholm Exergi fick i samma budget i uppdrag att skala upp biokolsproduktionen och att söka affärsmässighet i detta arbete.

## ÄRENDET

Med utgångspunkt i budgetuppdragen har SVOA med hjälp av konsulter från EcoTopic genomfört en inventering av stadens behov av biokol, inventerat tillgängliga mängder lämplig biomassa samt genomfört en utredning avseende förutsättningar för långsiktig produktion av biokol. Resultat och slutsatser av genomförda utredningar redovisas i den till ärendet bilagda rapporten, bilaga 1, "Biokolsproduktion i Stockholm, 2024". Rapporten syftar till att tydliggöra förutsättningarna för att på sikt möjliggöra en framtida långsiktig produktion och användning av biokol inom staden.

Rapporten belyser bland annat områden som finansiering, behov av affärsmodell, användningsområden för och behov av biokol, tillgänglig teknik på marknaden, tillgänglig lämplig biomassa i staden samt förutsättningar för tillgodoräknande av kolsänkor.

Rapporten visar att man ur stadens lämpliga tillgängliga biomassa om ca 20 000 ton/år skulle kunna producera ca 3 000 – 4 000 ton biokol årligen med en korrelerande kolsänkepotential på ca 7 000 – 10 000 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Vid liknande användning av biokol som idag bedöms stadens behov ligga på ca 1 000 ton biokol per år. Staden skulle därmed behöva öka sin egen användning eller hitta en alternativ avsättning för ca 2 000 - 3 000 ton biokol årligen vid full produktion. Alternativ avsättning skulle antingen kunna ske på andra geografiska marknader eller inom mindre etablerade applikationsområden för biokol (byggmaterial, filtermedia, användning vid sanering av markföroreningar etc). Ett alternativ är att etablera produktion från en delmängd av det tillgängliga lämpliga materialet, på en nivå som motsvarar stadens efterfrågan av biokol.

Frågan berör många av stadens nämnder och bolagsstyrelser. Efter genomförd utredning och givet erfarenheter från tidigare arbete med pilotanläggningen för biokol är bolagets bedömning

att det behövs en samordning och ett helhetsgrepp inom staden för att säkerställa hela kedjan; tillgång till råmaterial, etablering av behandlingsanläggning, avsättning av biokol inom staden och tillgodoräknande av kolsänka.

Olika nämnder och bolagsstyrelser har rådighet inom sina respektive ansvarsområden. Dessa ansvarsområden behöver överlappa varandra och samordnas för att en stadsövergripande produktion och användning av biokol ska kunna realiseras: Efterfrågan och avsättning för biokol behöver finnas för att motivera produktion av biokol ur trädgårdsavfallet. För att producera biokolet behöver tillgången till lämplig biomassa, som kan finnas tillgänglig hos olika aktörer inom staden, säkerställas. Vidare kan samordning av tillgång till mark för biokolsproduktion och materialflöden behövas, oavsett om man handlar upp en helhetslösning eller planerar för egen regi inom staden. Exempelvis bör en produktionsanläggning för biokol lämpligen ligga i anslutning till fjärrvärmenätet för att staden ska kunna tillgodogöra sig överskottsvärmen på bästa sätt.

Gemensamma stadsövergripande strategier är av vikt inte minst vid framtagande av affärsmodeller och upphandlingsstrategier så att nyttan för staden kan optimeras med avseende på cirkulära flöden, tillgodoräknande av kolsänkor, nyttjande av överskottsvärme och användningen av lokalt producerat biokol etc. Stadsövergripande strategier bedöms vidare kunna underlätta för stadens fortsatta arbete med de tre primära nyttor som framkommer vid produktion och användning av biokol – *biokolet i sig*, *överskottsvärmen* och *kolsänkan*. Listan över frågor som kräver ett samlat grepp inom staden är lång och bolagets bedömning efter genomförd utredning är att frågan skulle gynnas av en samordning under kommunstyrelsen.

Nedan föreslagen plan visar hur staden kan arbeta framåt utifrån förutsättningar redovisade i framtagen rapport.

## Plan

Föreslagen plan med bakomliggande resonemang redovisade i bilagd rapport:

- 1) Verka för att tillskapa en stadsövergripande grupp för att säkerställa framdrift och helhetsgrepp över ansvarsgränser inom stadens nämnder och bolagsstyrelser. Bolagets bedömning är att frågan skulle gynnas av en samordning under kommunstyrelsen. Bolaget bedömer att representanter från stadsledningskontoret, SVOA, Stockholm Exergi, trafikkontoret, exploateringskontoret och miljöförvaltningen lämpligen kan ingå i en sådan stadsövergripande grupp.
- 2) Genomföra en intresseanalys avseende omställning av befintlig rosterpanna i Stockholmsområdet till biokolsproduktion (avsnitt 5.6 i bilagd rapport).
- 3) Överväga möjligheten att upphandla hela biokolsproduktionen, d v s inkludera förbehandling av trädgårdsavfallet för att passa produktionsanläggningen, en robust anläggning för biokolsproduktion i sig samt även utlastningslogistik av färdigt biokol. Genom upphandlingsjuridiskt accepterad metod för marknadsanalys, exempelvis RFI (Request For Information), analysera möjlighet för aktör inom staden att handla upp hela produktionskedjan för biokolsproduktion från park- och trädgårdsavfall, d v s utreda möjligheten att på marknaden handla upp en heltäckande behandlingstjänst istället för att handla upp olika komponenter i en produktionsanläggning. Detta för att undvika diskussioner kring vem som bär ansvaret för eventuella driftproblem och dessutom ge en aktör större ekonomiskt incitament för att driften i hela produktionskedjan ska fungera (avsnitt 5.5 i bilagd rapport).

- 4) Inhämta kompletterande erfarenheter och lärdomar från andra städer, främst i Europa, som är igång med biokolsproduktion (utöver genomfört kunskapsinhämtande för bilagd rapport) genom fortsatta kontakter och studiebesök med urval av städer redovisade i avsnitt 4.1 i bilagd rapport.
- 5) Bolagets rekommendation är att, innan något skarpt upphandlingsarbete initieras, utreda inom vilken organisation en sådan upphandling bäst bedrivs. Innan punkterna 1-4 är genomförda samt beslut har fattats/förankrats i berörd nämnd eller bolagsstyrelse, är bolagets rekommendation att inte påbörja vidare arbete för att handla upp biokolproduktion.
- 6) Parallellt med ovan verka för att inom staden utreda hur man ur ett stadsövergripande perspektiv, i linje med stadens Klimathandlingsplan, kan och bör tillgodoräkna sig kolsänkan från produktion och användning av biokol inom staden samt hur man kan öka användningen av biokol.

SLUT



# Biokolproduktion i Stockholm, 2024

*Uppdaterad inventering av tillgänglig biomassa, behov av  
biokol samt förutsättningar för långsiktig biokolproduktion*

2024-12-20 version 3

## Författare

Mattias Gustafsson, Lotta Ek  
& Jacqueline Hellmann  
EcoTopic AB  
[www.ecotopic.se](http://www.ecotopic.se)





# Innehåll

1	Introduktion.....	4
1.1	Bakgrund .....	4
1.2	Syfte .....	4
1.3	Uppgifter .....	4
1.3.1	Inventering.....	4
1.3.2	Kolsänka från biokol (BCR).....	4
1.3.3	Produktion .....	5
1.4	Metod.....	5
1.5	Avgränsning.....	5
2	Inventering .....	6
2.1	Biomassa för biokolproduktion.....	6
2.1.1	Park- och trädgårdsris.....	6
2.1.2	Returträ och impregnerat trä .....	6
2.1.3	Avloppsslam.....	7
2.2	Tidigare utförda inventeringar.....	8
2.3	Park- och trädgårdsris per stadsdelsförvaltning .....	8
2.4	Park- & trädgårdsris, returträ och impregnerat trä inom SVOA.....	9
2.5	Andel tillgänglig och lämplig biomassa för biokolproduktion.....	9
2.6	Användning av biokol.....	11
2.6.1	Applikationsområden för biokol.....	11
2.6.2	Biokolbehov inom stadsdelsförvaltningar .....	12
2.6.3	Biokolbehov inom övriga organisationer .....	13
2.6.4	Totalt uppskattat biokolbehov .....	14
2.7	Efterfrågan på biokol: aktuella faktorer.....	15
2.7.1	Utökad trädplantering .....	15
2.7.2	Dagvattenrapport kan påverka biokolets efterfrågan.....	16
2.7.3	Efterfrågan på biokol – en utmaning i takt med ökad produktion.....	16
3	Kolsänka från biokol (BCR) .....	17
3.1	Certifiering av Biochar Carbon Removal (BCR) .....	17
3.1.1	Certifieringsstandarder för BCR-krediter.....	18
3.2	Beräkna storlek på BCR-kredit .....	18
3.3	Kolsänkepotential för biokolproduktion inom staden.....	19

3.4	Marknad BCR.....	20
4	Produktion.....	20
4.1	Biokolproduktion från park- & trädgårdsris samt returträ .....	20
4.1.1	Darmstadt, Tyskland .....	21
4.1.2	Sandnes, Norge.....	22
4.1.3	Södertälje, Sverige.....	23
4.1.4	Helsingborg, Sverige .....	23
4.1.5	Drammen, Norge .....	24
4.1.6	Buchen, Tyskland .....	24
4.1.7	Helsingfors, Finland .....	24
4.1.8	Förslöv, Sverige.....	25
4.1.9	Kramfors, Sverige.....	25
4.1.10	Sonnenerde, Österrike .....	25
4.2	Urvalskriterier biokolteknik .....	26
4.2.1	BioMaCon .....	26
4.2.2	VOW.....	28
4.2.3	NGE .....	29
4.2.4	Carbo-FORCE.....	30
4.3	Storskalig produktionskapacitet .....	31
4.4	Ekonomi .....	32
4.5	Affärsmodeller .....	32
4.5.1	Ansvarsområden i biokolproduktion .....	32
4.5.1.1	Bygga & installera / tillhandahålla teknik .....	33
4.5.1.2	Äga biokolteknik.....	33
4.5.1.3	Tillhandahålla biomassa.....	33
4.5.1.4	Förbehandla biomassa.....	33
4.5.1.5	Sköta drift & underhåll.....	34
4.5.1.6	Administrera kolsänka .....	34
4.5.1.7	Sälja biokol, värme & kolsänka .....	34
4.5.2	Upphandla biokolteknik/-produktion.....	34
4.5.3	Aktörer med intresse för alternativa affärsmodeller .....	36
4.5.3.1	BioVitas .....	36
4.5.3.2	EM Biovärme.....	36
4.5.3.3	GRK.....	36

4.5.3.4	L-Recycling .....	36
4.5.3.5	Novocarbo.....	37
4.5.3.6	PUHI .....	37
4.5.3.7	Wiggeby Jordbruk .....	37
4.5.3.8	Omställning av rosterpanna.....	37
4.6	Avsättning biokol .....	37
5	Slutsatser .....	38
5.1	Mängder park- och trädgårdsris är hanterbara .....	38
5.2	Park- och trädgårdsris kräver förbehandling av hög kvalitet.....	38
5.3	Ökad kunskap kan öka användning av biokol .....	39
5.4	Biokolproduktionens potential att minska klimatavtrycket .....	39
5.5	Inriktning mot upphandling av hela produktionskedjan.....	39
5.6	Gör en intressekoll för omställning av panna i Stockholm .....	39
5.7	Bygga och stärka marknaden för biokol .....	40
6	Referenser .....	41



# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Enligt ägardirektiv i Stockholms stads budget för 2023 skulle Stockholm Vatten och Avfall AB, i samarbete med exploateringsnämnden, trafiknämnden, stadsdelsnämnderna, Stockholm Stadshus AB och Stockholm Exergi inventera hur mycket biokol som staden har behov av samt ta fram en plan för att etablera en storskalig anläggning för produktion av biokol. En inventering i enlighet med direktivet genomfördes under 2023 (Wanngård & Jurdell, 2023). Vidare direktiv 2023 avsåg att trädgårdsavfall ska bli biokol som kan användas i stadens odlingar och minska stadens klimatpåverkan. Enligt direktiv i stadens budget för 2024 skulle en långsiktig plan för biokolsproduktion av trädgårdsavfall tas fram. Denna rapport syftar till att tydliggöra förutsättningarna för att på sikt säkerställa en framtida produktion och användning av biokol inom staden. Rapporten belyser områden som finansiering, behov av affärsmodell, tillstånds- och markfrågor etc. Frågan berör många av stadens förvaltningar och bolag och det behövs ett helhetsgrepp inom staden för att säkerställa hela kedjan; tillgång till råmaterial, behandlingsanläggning, avsättning av biokol inom staden och tillgodoräknande av kolsänka.

Denna rapport reflekterar över det aktuella läget sedan föregående rapport från 2023 och omfattar en rad uppdateringar, inklusive en översyn av dagens efterfrågan på biokol, utvecklingen av nya tekniker samt uppdatering av ekonomin. En förändring är att avsnittet om kolsänkeeffekten från biokol nu har tilldelats ett eget kapitel, eftersom utvecklingen inom området kräver en mer detaljerad genomgång. Rapporten inkluderar även uppdateringar från internationella och svenska biokolproducenter, analyser av affärsmodellen i ljuset av uppdaterade kostnader och intäkter, samt en plan för nästa steg och potentiella vägval för projektets framdrift. Målet är att rapporten ska utgöra underlag för stadens formulerade mål om att ta fram en långsiktig plan för affärsmässig biokolsproduktion från trädgårdsavfall (Wanngård & Jurdell, 2023).

## 1.2 Syfte

Syftet med uppdraget är att åskådliggöra förutsättningar för utökad biokolproduktion i Stockholm, inklusive affärsmodeller och förslag på tekniklösningar, genom att bland annat inventera stadens tillgång till lämplig biomassa och avsättning för biokol.

## 1.3 Uppgifter

Uppdragets uppgifter kategoriseras enligt inventering, kolsänka från biokol (BCR) respektive produktion enligt nedan.

### 1.3.1 Inventering

- Sammanställa stadens behov av biokol utifrån av stadens bolags och förvaltningars egna genomförda inventeringar
- Assistera förvaltningarna genom att vid behov ta fram enkel och lättanvänd instruktion som hjälp för hur behovsinventering enligt ovan kan genomföras
- Inventera mängden tillgänglig och lämplig biomassa för biokolproduktion i staden med utgångspunkt i tidigare inventeringar (t ex Stockholm Biochar Project och CNCA)

### 1.3.2 Kolsänka från biokol (BCR)

- Redogör för olika certifieringsstandarder för BCR
- Redogör för olika beräkningsmodeller för BCR-kreditens storlek

- Redogör för marknaden för BCR-krediter

### 1.3.3 Produktion

- Ta fram förslag på hur en robust biokolanläggning anpassad efter stadens tillgängliga biokolssubstrat och stadens behov av biokol kan se ut (leverantör, uppskattad anskaffningskostnad, ytanspråk avseende mark, grovt uppskattade driftkostnader, grovt uppskattade materialbalanser avseende inputmaterial och output av biokol och energi, krav på substrat in, övergripande ekonomi, etc.)
- Beröra möjligheten för en regional variant i storleksordning 20 000 ton enligt Stockholm Exergis tidigare planer
- Redovisa andra lösningar för att producera biokol i Stockholm, t ex upphandla tjänst med aktörer som är villiga att bygga och driva produktionsanläggning alternativt använda existerande infrastruktur för omställning av pannor
- Redovisa en grov kostnads- /nyttoanalys av presenterade alternativ som kan ligga till grund för kommande beslut om väg framåt

### 1.4 Metod

Uppdragets uppgifter inom *Inventering* utförs genom direktkontakt med Stockholms stadsdelsförvaltningar och bolag. Initialt fastställs vilken data som finns tillgänglig och som skulle kunna användas för att uppskatta tillgänglig biomassa och behovet av biokol. Saknas sådan data används beräkningsmodeller för att uppskatta behovet. I möjligaste mån kommer EcoTopic att använda material från tidigare genomförda inventeringar, som exempelvis CNCA-arbetet (EcoTopic AB, 2022), Stockholm Biochar Project, spridning av Stockholm Biochar Project genom Bloomberg Philanthropies, Stockholm Exergis arbete kring en ny 20 000 tonsanläggning och beräkning av biokolbehov av konsultbolaget 2050.

Förslag på biokolteknik tas fram baserat på urvalskriterier överenskomna med SVOA. Förslag till alternativa affärsmodeller är ett resultat från speglar marknadens utveckling och diskussioner med intresserade aktörer. Ekonomiska siffror baseras på budgetofferter från relevanta teknikleverantörer.

### 1.5 Avgränsning

Inventeringen av lämplig biomassa och behov av biokol utgår från uppgifter och data som berörda organisationer och stadsdelsförvaltningar tillhandahåller. I de fall som nödvändiga uppgifter saknas diskuteras alternativa tillvägagångssätt för att få fram användbara data. Här har exempelvis beräkningsmodeller använts som EcoTopic bedömer vara trovärdiga baserat på ackumulerad erfarenhet.

## 2 Inventering

Detta kapitel sammanställer tillgängliga mängder av lämplig biomassa för biokolproduktion, samt utvärderar Stockholms stads behov och potential för användning för biokol. I denna studie kartläggs mängden park- och trädgårdsris, returträ och impregnerat trä, med en bedömning av hur stor andel av varje fraktion som anses vara lämplig för biokolproduktion.

### 2.1 Biomassa för biokolproduktion

Den europeiska certifieringen för biokol European Biochar Certificate (EBC) är utvecklad av Ithaka Institute, ägs av Carbon Standards International (CSI) (Pyreg, 2021) och verifieras av Certification of Environmental Standards (Ceres) (Certification of Environmental Standards, 2024). EBC ställer krav på såväl produktionsprocess som utgående produkter. Avseende krav på pyrolysisprocessen så utgår EBC från en lista över godkända ingående material, s.k. *positive list* (EBC, 2023). Varje godkänt material, i kombination med analys av utgående produkt, kopplas till en kategori för godkända användningsområden. Kategorierna är FeedPlus, Feed, Agro Organic, Agro, Urban, ConsumerMaterials och BasicMaterials. För varje kategori listas gränsvärden för föroreningar och biokolets stabilitet. Biokol produceras av en stor variation av biomassa runt om i världen. I Sverige baseras dock produktionen övervägande på träbaserade material såsom grenar och toppar (GROT), träflis samt park- och trädgårdsris.

Nedan beskrivs biomassatyper som är relevanta för biokolproduktion samt en inventering av dessa inom Stockholms stadsförvaltningar och SVOA. Även avloppsslam nämns, men främst som en utveckling att känna till, utan att ges något större fokus i rapporten.

#### 2.1.1 Park- och trädgårdsris

I Stockholm ligger fokus på att använda park- och trädgårdsris för biokolproduktion. Denna biomassa kan ge ett biokol som lämpar sig väl för användning i jordapplikation och det är svårt att hitta konkurrerande avsättning som genererar intäkt för materialet.



**FIGUR 1** PARK- OCH TRÄDGÅRDSRIS.

#### 2.1.2 Returträ och impregnerat trä

EBC har även öppnat upp möjligheten för certifiering av biokol från returträ, inklusive impregnerat, i material och i vissa fall urbana jordar, beroende på biokolets innehåll vilket testas genom analys (Ithaka Institute, 2023). Biokol från returträ kan således vara något mer komplicerat att få ut på marknaden.

Stockholms stad kan dock fatta lokala beslut om hur biokol från returträ kan användas beroende på biokolets sammansättning. Vidare ställs andra krav på biokolpannan gällande produktionstillstånd, om man använder impregnerat trä. Returträ flisas och rensas från bland annat metall och säljs idag som bränseflis, vilket utgör en alternativ intäkt som måste jämföras med biokolproduktion.



**FIGUR 2 RETURTRÄ.**

### 2.1.3 Avloppsslam

En annan uppdatering i EBC:s riktlinjer är att man sedan 2022 även godkänner avloppsslam och gödsel som material för biokolproduktion (EBC, 2023). Som beskrivet ovan utgår EBC från en lista över godkända material för pyrolys. Pyrolyserat avloppsslam, s.k. slamkol eller slambiol, tillåts idagsläget endast inom kategorin BasicMaterial, vilket innebär inblandning i material, t.ex. betong eller asfalt. EBC flaggar dock för att man kan ansöka om undantag från tilldelad kategori med motivering om att annan användning, som t.ex. spridning på åkermark, är tillåtet enligt nationella regelverk. Danmark har ansökt om och fått beviljat undantag för att möjliggöra användning av slamkol i jordapplikation.

På senare tid har Roslagsvatten upphandlat en teknik för att pyrolysera avloppsslam, och allt fler VA-organisationer ser till denna process och möjlighet för att avskilja föroreningar från slammet och reducera materialvolymen för att hålla nere kostnaderna för slamhantering. Det är tveksamt om slambiol kommer vara en produkt riktad mot urbana applikationer, då egenskaperna jämfört med träbaserat biokol skiljer sig påtagligt. Mer troligt är att man initialt riktar in sig mot jordbruket där slambiol utgör mer av en näringskälla och ett billigare alternativ jämfört med träbaserade biokol. Vad som kan vara relevant i det här sammanhanget är möjligheten att blanda in en viss mängd avloppsslam i annan biomassa, som park- och trädgårdsris. På så vis kan man öka tillgänglighet av material i det fall framtida förändringar kräver det, alternativt i det fall staden ser detta som en hållbar och attraktiv lösning för slamhantering. Att blanda avloppsslam med vedartad biomassa ökar värmevärdet jämfört med ren slampyrolys och därmed minskar behovet av extern stödenergi samt sänker koncentrationen av föroreningar (tungmetaller) från slammet vilket potentiellt öppnar för fler applikationsområden. Detta fastställs genom analys av biokolets kvalitet. Helsingfors motsvarighet till SVOA, HYS, har en pilotanläggning för ändamålet avloppsslam och har utfört en mängd tester med goda resultat.





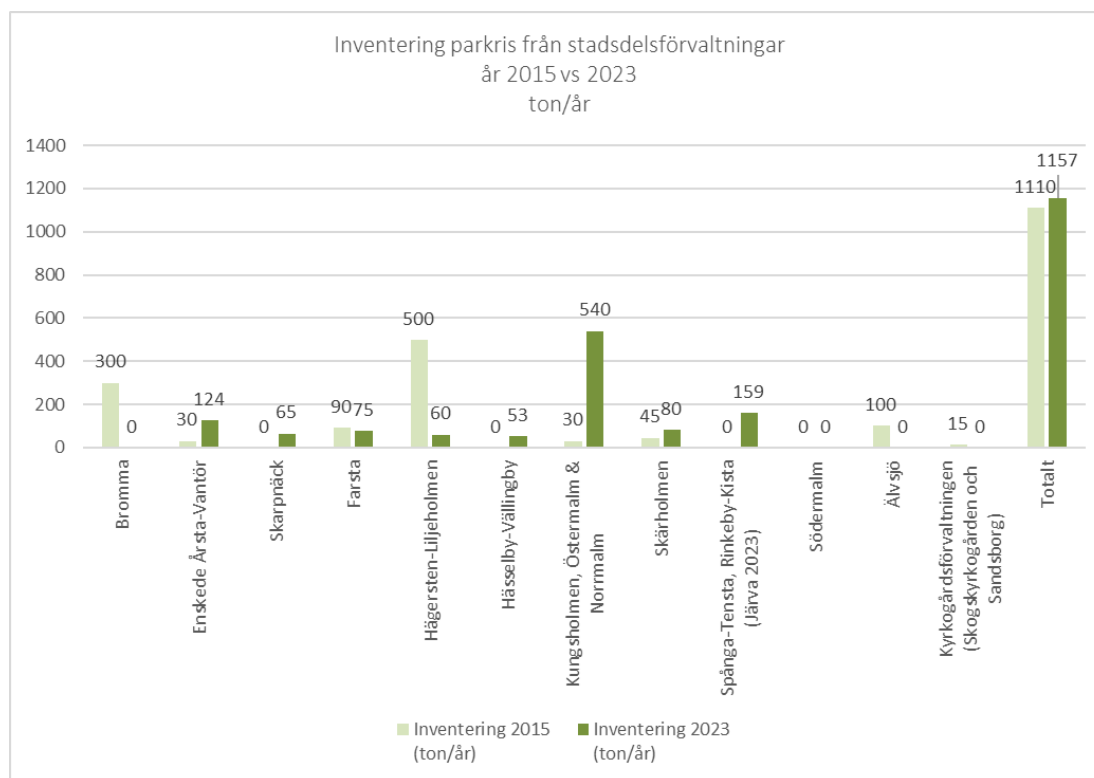
**FIGUR 3 ORÖTAT TORKAT AVLOPPSSLAM (FOTO: EcoTOPIC).**

## 2.2 Tidigare utförda inventeringar

Inventering av tillgänglig biomassa för biokolproduktion genomfördes inom projektet Stockholm Biochar Project år 2015 (EcoTopic AB, 2015) och inom den internationella marknadsanalysen för Carbon Neutral Cities Alliance, nedan förkortat CNCA, år 2022 (EcoTopic AB, 2022). Inventering av nuvarande och framtida behov av biokol gjordes både för CNCA och i utredningen Business Case - Biokol av konsultbolaget 2050 (2050 Consulting, 2022). Inom denna studie kompletteras befintliga data från tidigare utredningar med en uppdaterad inventering.

## 2.3 Park- och trädgårdsris per stadsdelsförvaltning

I figuren nedan visas stadsdelsförvaltningarnas angivna mängder genererat parkris från inventeringen utförd år 2015 inom Stockholm Biochar Project (EcoTopic AB, 2015) och uppdaterade uppgifter som tagits fram inom ramen för detta uppdrag år 2023.



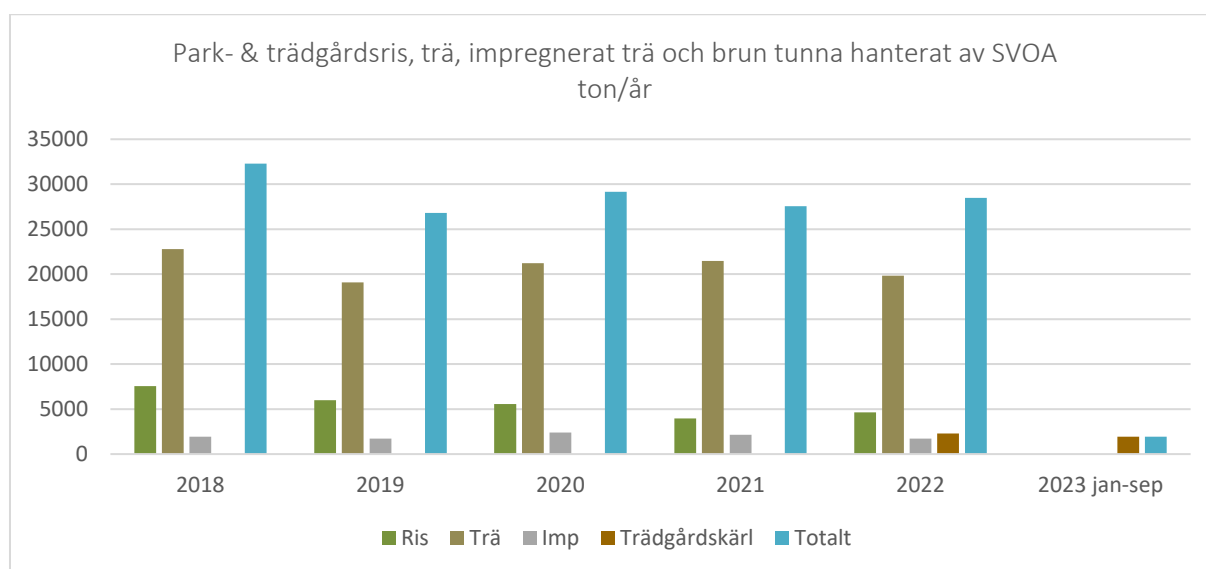
**FIGUR 4 VISAR DATA FRÅN EcoTOPICS GENOMFÖRDA INVENTERING AV STOCKHOLM STADS TILLGÄNGLIGA PARK- OCH TRÄDGÅRDRIS UPPDELAT I STADSDELSFÖRVALTNINGAR, FRÅN 2015 OCH 2023.**

Sammanställningen av vilka geografiska områden som inkluderas inom varje stadsdelsförvaltning har delvis ändrats mellan år 2015 och 2023. Detta kan vara ett skäl till stora förändringar mellan åren inom vissa stadsdelsförvaltningar. Den totala mängden genererat parkris från stadsdelsförvaltningarna kan dock ses som oförändrad mellan de två åren och ligger på drygt 1 100 ton/år.

Den data som samlats in från stadsdelsförvaltningarna baseras i många fall på uppskattningar från kontaktade representanter inom organisationerna. Flera uppgiftslämnare vittnar om att det saknas rutiner för att väga, eller på annat sätt kvantifiera, mängden biomassa som genereras av verksamheten eftersom tjänsten att hantera framför allt parkris i många fall sköts av externa entreprenörer. För att öka noggrannheten vid inventering av tillgänglig biomassa skulle verksamheterna kunna ställa krav på upphandlade entreprenörer att de levererar information om hämtade mängder biomassa.

## 2.4 Park- & trädgårdsris, returträ och impregnerat trä inom SVOA

I figuren nedan visas tillgängliga mängder biomassa från olika fraktioner som hanteras av SVOA åren 2018 till 2022 samt data för insamlat material från privatpersoner via kärlet för trädgårdsavfall för år 2022 och januari – september 2023 (Avfall Web, 2023).



**FIGUR 5 EcoTOPICS INVENTERING AV BIOMASSA SOM HANTERAS AV SVOA ÅREN 2018–2022 OCH DATA FÖR INSAMLAT MATERIAL VIA TRÄDGÅRDSKÄRLET FRÅN PRIVATPERSONER 2022-SEPTEMBER 2023.**

Mängden tillgänglig biomassa inom SVOA:s verksamheter är relativt oförändrad över de dokumenterade åren, med en total mängd på ca 30 000 ton/år (Avfall Web, 2023).

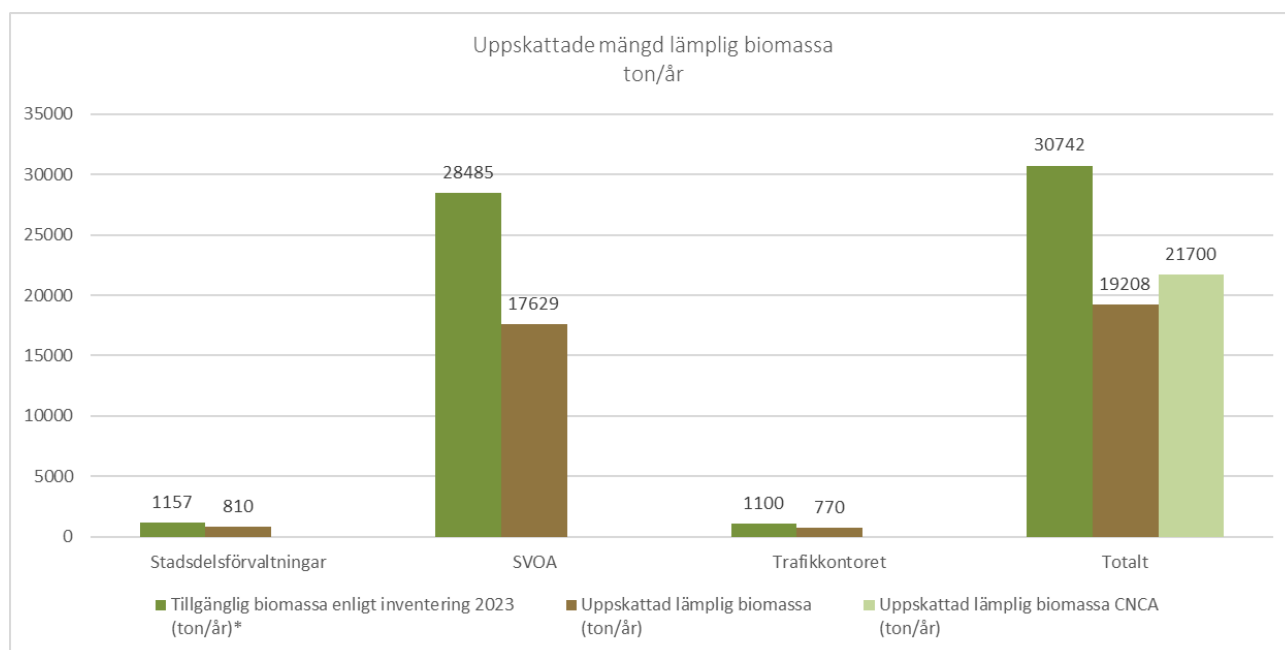
## 2.5 Andel tillgänglig och lämplig biomassa för biokolproduktion

Av den inventerade mängden tillgänglig biomassa är endast en andel, beroende på typ och således förekomst av föroreningar eller för biokolproduktion olämpliga fraktioner, lämplig för biokolproduktion. I tabellen nedan visas uppskattad mängd lämplig biomassa för biokolproduktion. Data baseras på samtal med ÅVC-personal och EcoTopics fysiska besök vid ett stort antal återvinningscentraler i Sverige. Samma uppskattning användes även i utredningen för CNCA år 2022 (EcoTopic AB, 2022).

**TABELL 1 ANDEL AV STOCKHOLMS STADS OLIKA SLAGS BIOMASSA SOM UPPSKATTNINGSVIS LÄMPAR SIG FÖR BIKOLPRODUKTION.**

Typ av biomassa	Andel lämplig för biokolproduktion
Park- & trädgårdsris	50%
Returträ	70%
Impregnerat trä	70%
Trädgårdskärlet	10%

En sammanslagning av tillgänglig biomassa (park- och trädgårdsris, returträ, impregnerat trä och material från kärlet för trädgårdsavfall) från Stockholms stadsdelsförvaltningar, SVOA, Exploateringskontoret och Trafikkontoret med avdrag för bedömd andel ej lämplig biomassa per typ visas i figuren nedan. Exploateringskontoret har avböjt på förfrågan om att inkomma med data på hur mycket biomassa som deras verksamhet genererar. Med tanke på Exploateringskontorets stora antal projekt och därmed spridda verksamhet kan de inte göra någon relevant uppskattning av mängderna. Stockholms Hamnar genererar mycket små mängder biomassa och den biomassa som Familjebostäder genererar finns inkluderad i siffrorna för SVOA. Med anledning av detta står endast Trafikkontoret representerat som egen stapel i grafen.



\*För SVOA används data för år 2022, vilket även överensstämmer väl med ett medelvärde över åren 2018–2022.

**FIGUR 6 SAMMANSTÄLLNING ÖVER TILLGÄNGLIG OCH LÄMPLIG BIOMASSA (PARK- OCH TRÄDGÅRDSRIS, RETURTRÄ, IMPREGNERAT TRÄ OCH MATERIAL FRÅN TRÄDGÅRDSKÄRLET) EFTER UPPDATERAD INVENTERING ÅR 2023, FÖR STADSDELSFÖRVALTNINGARNA, SVOA OCH TRAFIKKONTORET.**

**TABELL 2 EcoTOPICS UPPSKATTNING AV TILLGÄNGLIG OCH LÄMPLIG BIOMASSA, ÅRLIGEN, KONVERTERAT TILL MÄNGD BIKOL.**

Tillgänglig & lämplig biomassa	Möjlig produktion av biokol
20 000 ton	3 000 - 4 000 ton

## 2.6 Användning av biokol

Stockholms stad är en av de främsta användarna av biokol för urbana jordar i Sverige. Även Uppsala, Växjö, Malmö, Lund, Helsingborg och Norrköping kan nämnas som föregångare vad gäller biokol i växtbäddar. Användningen i Stockholm stad började inom Trafikkontoret och har sedan spridits till förvaltningar och bolag.

### 2.6.1 Applikationsområden för biokol

I 2023 års budget för Stockholms stad står att "trädgårdsavfallet ska bli biokol som kan användas i stadens odlingar och minska stadens klimatpåverkan" (Westerlund, 2022). Målet är att nå ett fossilfritt Stockholm år 2040. För att närma sig målet ska nämnder och bolagsstyrelser arbeta för att öka användningen av biokol som jordförbättringsmedel i stadens växtbäddar, vilket också är det främsta applikationsområdet för biokol i Stockholms stad idag. Den fysiska produkten biokol säljs separat från den relaterade kolsänkan, s.k. BCR-kredit (Biochar Carbon Removal). Det är därmed avgörande att använt biokol köps med BCR-kredit för att biokol ska kunna bidra till Stockholms klimatmål. Samtidigt utvärderar SVOA biokolets roll i de växtbäddar som man refererar till som "reningsregnbäddar", det vill säga växtbäddar som har särskild betydelse för hantering av dagvatten, vilket potentiellt kan påverka framtida efterfrågan på biokol inom staden. (Läs mer i avsnitt 2.7.2.)

Användning av biokol kräver kunskap om dess funktion som jordförbättringsmedel, erfarenhet av att hantera ett nytt material och kunskap om hur kravställning i upphandling ska utföras. Inom det Vinnovafinansierade projektet Rest till Bäst (Rest till Bäst, u.d.) svarade man bland annat i rapporten *Att beställa och analysera biokol och biokolsubstrat* på behovet om ökad kunskap kring olika typer av biokols lämplighet i olika urbana applikationsområden samt tog fram stöd kring kravställning av biokol kvalitet vid upphandlingar (Paulsson, et al., u.d.) Hur biokol används av Trafikkontoret finns beskrivet i Stockholms Växtbäddshandbok (Embrén & Alvem, 2017), vilket också kan utgöra ett bra stöd.

Det finns andra användningsområden såsom inblandning i betong, torvsubstituering, inblandning i röttkammare och som jordförbättring på gröna tak. Nordic Gray är exempel på ett nyligen uppstartat bolag som erbjuder prefabricerade biokolbetongprodukter (Nordic Gray, u.d.). VegTech är exempel på ett bolag som arbetar med utveckling och implementering av biokol i gröna tak (VegTech, u.d.). Dessa användningsområden är fortfarande inte fullt utvecklade, varför mängderna som används här idag är små. Samtidigt har dessa områden identifierats utgöra stor avsättningspotential, vilket bland annat rapporterades om i CNCA-rapporten (EcoTopic AB, 2022), men på grund av applikationernas status i dagsläget inkluderas de inte i denna studie. Dessa applikationer kan dock ha en avgörande inverkan på efterfrågan på biokol i framtiden.





**FIGUR 7 TRÄDGROPSFUNDAMENT AV BIKOLBETONG HAR ANVÄNTS AV STOCKHOLMS TRAFIKKONTOR (FOTO: EcoTOPIC).**

Ett applikationsområde som studerades vid framtagning av CNCA-rapporten var biokol i gräsytor och fotbollsplaner vilket staden skulle kunna arbeta för att utveckla vidare (EcoTopic AB, 2022). Företaget Skånefrö har tagit fram ett koncept för fotbollsplaner där biokol är en del av konceptet (Skånefrö, 2023). Biokolproducent som levererat biokol till substrat speciellt anpassat för gräset på Friends arena vittnar om att deras kund varit mycket nöjd.

Statens geotekniska institut, SGI, har gjort studier på biokolets potential att minska läckage från lätt förorenade jordar. Effekterna på PAH har visat sig mycket goda varför detta skulle kunna vara en lovande applikation i framtiden (Enell, et al., 2020). Satsningen har gått vidare i form av projekt vid namn Balance med mål att utveckla ett ramverk för resurseffektiv behandling av förorenad mark med biokol samt att tekniken framöver ska kunna tillämpas storskaligt i verkliga saneringsprojekt (SGI, 2024).

Vidare görs det försök med biokol som filter, bland annat av PFAS-förorenade dag- och grundvatten där EcoTopic varit försöksansvariga tillsammans med Linnéuniversitetet, Kalmar kommun och Växjö Småland Airport. Tesen är att biokol skulle kunna utgöra ett billigare lokalproducerat alternativ till aktiva kolfilter, exempelvis på vattenreningsverk eller för lakvatten från deponier. Fältförsök och undersökning av möjliga affärsmodeller kvarstår innan det riktigt går att bedöma potentialen för olika typer av biokolfilter.

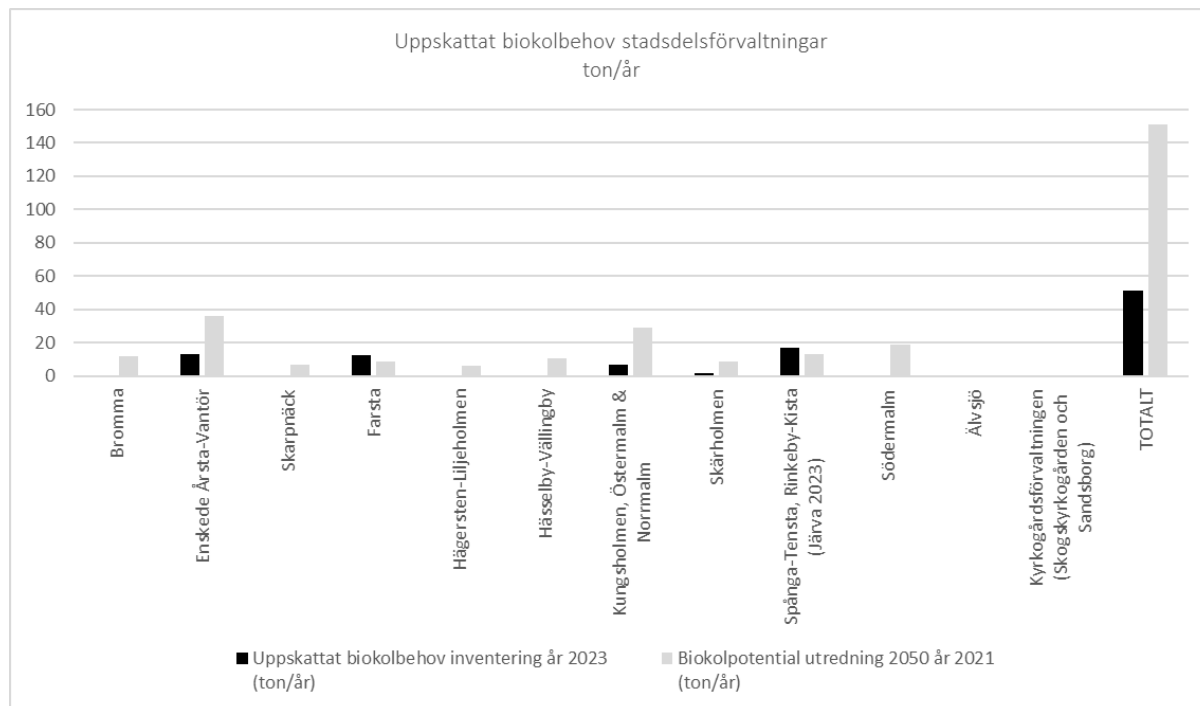
#### 2.6.2 Biokolbehov inom stadsdelsförvaltningar

Erfarenheten av biokol hos stadsdelsförvaltningarna varierar men intresset ökar, vilket bland annat märks genom att fler försök med biokol genomförs. Flera stadsdelsförvaltningar meddelar dock att de inte använder biokol i större skala idag på grund av saknad kunskap, erfarenhet och ekonomiska förutsättningar, utan inväntar resultat från försök.

Inköp av biokol görs som en del i större upphandlingar av entreprenaduppdrag varför den exakta mängden använt biokol uppskattas av stadsdelsförvaltningarna. Inom studien av 2050 (2050 Consulting, 2022) och marknadsanalysen som gjordes för CNCA år 2022 (EcoTopic AB, 2022) uppskattades det potentiella behovet av biokol genom beräkningsmodeller. Mängden beräknades av 2050 baserat på mängd biokol som används vid plantering av träd och perenner samt antal planteringar baserat på invånarantal. Inom CNCA (EcoTopic AB, 2022) beräknades det potentiella

behovet av biokol baserat på potentialen inom olika applikationer såsom urbana växtbäddar för träd och perenner, applicering i grönområden, urbana skogar, etc.

I figuren nedan visas stadsförvaltningarnas uppskattade behov av biokol vid framtagning av denna rapport, jämfört med beräknad potential i utredning från 2050 (2050 Consulting, 2022).

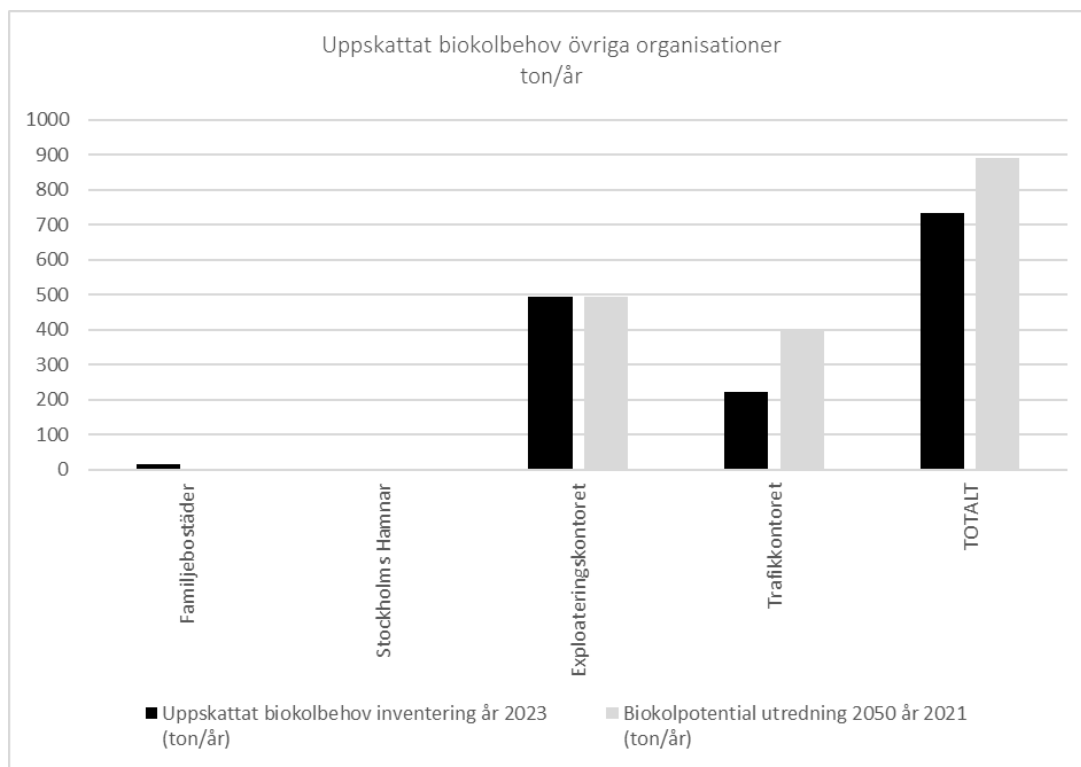


**FIGUR 8 STADSFÖRVALTNINGARNAS EGNA UPPSKATTADE BEHOV AV BIKOL ENLIGT DIALOG MED EcoTOPIC, JÄMFÖRT MED 2050:S UTREDNING (2050 CONSULTING, 2022).**

Skillnaden mellan stadsdelsförvaltningarnas nuvarande behov av biokol och den beräknade potentialen visar att biokol inte används i den utsträckning som applikationen som jordförbättringsmedel ger möjlighet till. Dock tar inte den beräknade potentialen hänsyn till hinder för att öka biokolanvändning, såsom till exempel ekonomiska aspekter vilka också kan vara en förklaring till den outnyttjade potentialen. Som tidigare nämnts kan kunskapsöverföring gällande biokolanvändning och kravställning i upphandling vara en nyckel till ökad användning inom stadsdelsförvaltningarna.

### 2.6.3 Biokolbehov inom övriga organisationer

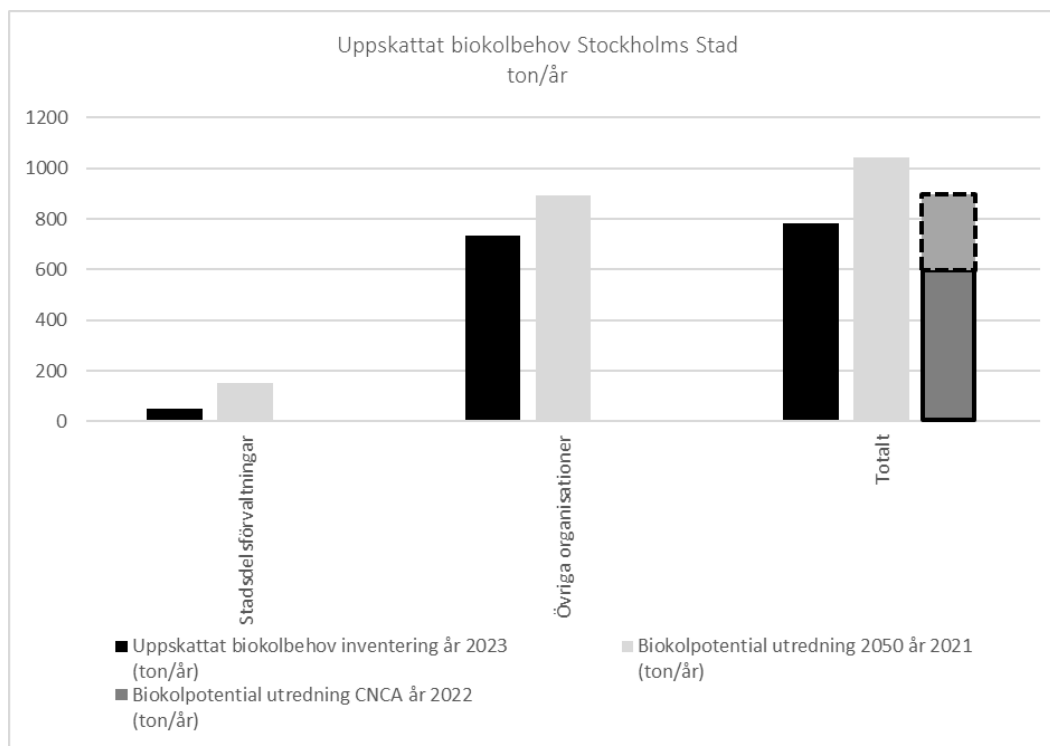
Nedan visas uppskattat biokolbehov från Familjebostäder, Stockholms Hamnar, Exploateringskontoret och Trafikkontoret. Exploateringskontoret har hänvisat till utredningen av 2050 (2050 Consulting, 2022) eftersom de inte har möjlighet att följa upp mängd inköpt biokol. Detta utgör en felkälla eftersom den beräknade potentialen för Exploateringskontoret utgör en mycket stor del av den totala mängden som används i Stockholm. Stockholms Hamnar använder i dagsläget inte biokol.



**FIGUR 9 UPPSKATTAT BIKOLBEHOV ENLIGT FAMILJEBOSTÄDER, STOCKHOLMS HAMNAR, EXPLOATERINGSKONTORET OCH TRAFIKKONTORET.**

#### 2.6.4 Totalt uppskattat biokolbehov

Nedan visas totalt uppskattat biokolbehov från samtliga stadsdelsförvaltningar och övriga organisationer, enligt inventering i samband med framtagning av denna rapport, rapporten för CNCA (EcoTopic AB, 2022) samt 2050:s utredning (2050 Consulting, 2022). Rapporten för CNCA (EcoTopic AB, 2022) redovisade uppskattad biokolpotential som ett intervall vilket illustreras i grafen som en streckad stapel.



**FIGUR 10 SAMMANSTÄLLNING AV TOTALT BIKOLBEHOV FÖR STADSDELSFÖRVALTNINGAR OCH ÖVRIGA ORGANISATIONER ENLIGT NYLIGEN GENOMFÖRD INVENTERING, CNCA-RAPPORT OCH 2050:S UTREDNING.**

Det totala uppskattade behovet av biokol inom Stockholms stad om ca 800 ton/år är ca 25 % lägre än den uppskattade potentialen i 2050:s utredning (2050 Consulting, 2022) och ligger inom intervallet för utredningen för CNCA (EcoTopic AB, 2022). Återigen påpekas att Exploateringskontorets behov av biokol inte har kunnat stödjas av data utan baseras helt på beräknad potential. Stadsdelsförvaltningarna gör bedömningen att de har potential att använda mer biokol i framtiden men att det saknas kunskap, erfarenhet och ekonomiska förutsättning.

Enligt inventeringen av tillgänglig och lämplig biomassa skulle denna kunna ge upphov till ca 3 000–4 000 ton biokol årligen. Det täcker nuvarande behov och även uppskattad potential av biokol inom Stockholms stad. Det är dock viktigt att komma ihåg att behovsbedömningen endast inkluderar det användningsområde för biokol som är etablerat, nämligen jordförbättring i urbana växtbäddar. Om användning av biokol inom andra applikationer, såsom till exempel betong, filter och lätt förorenade jordar, tar fart är behovet vara 10 000-tals ton.

## 2.7 Efterfrågan på biokol: aktuella faktorer

Under det senaste året har aktiviteter uppstått som kan påverka förutsättningarna för biokolets användning i Stockholm. Kvantifieringar har ej gjorts utan här presenteras en översikt av hur dessa aktiviteter kan påverka efterfrågan på biokol i Stockholm stads grönytor och växtbäddar.

### 2.7.1 Utökad trädplantering

Stockholm stad har beslutat att intensifiera sitt arbete med trädplantering genom att avsätta 10 miljoner kronor i budgeten för 2025, med syfte att öka antalet urbana träd och förbättra vården av befintliga (Tottmar, 2024). Initiativet ska stötta stadens anpassning till klimatförändringarna, och stadsdelarna kan söka medel för både nyplantering och trädvård. Eftersom biokol ofta används i



stadens växtbäddar kan den ökade trädplanteringen potentiellt leda till en större efterfrågan på biokol för att förbättra markkvaliteten och stötta de nya träden.

### 2.7.2 Dagvattenrapport kan påverka biokolets efterfrågan

Under året har även rapporten *Principlösningar för dagvattenhantering allmän platsmark*, framtagen av Tyréns på uppdrag av SVOA introducerat förslag på riktlinjer för utformningen av standardiserade dagvattenanläggningar. Rapporten anges ha tagits fram efter ett konstaterande hos Länsstyrelsen att skelettjordar med kolmakadam för träd inte renar dagvatten i enlighet med behov. Syftet med rapporten från Tyréns var att utgöra underlag för intern diskussion och utveckla en typlösning som minskar föroreningsbelastningen från dagvatten. Rapporten föreslår användning av sandfilter och man är skeptisk mot biokolets roll i växtsystem som syftar till dagvattenrenande åtgärder efter att ha studerat ett fåtal fältförsök. Det finns exempel på försök där man inte specificerar vilket typ av biokol som ingår i försöket (olika biokol beter sig olika beroende på inte minst biomassa och produktionstemperatur), samt att näringsläckage från en växtbädd ej kunnat härröras till ursprung (till exempel om biokolet har näringsladdats kan det vara näringsladdningen som är problemet, snarare än biokolet). I möte med Hanna Särnefält, SVOA, och Lina Hansson, Trafikkontoret, återgavs att innehållet i rapporten från Tyréns fortfarande diskuteras och man har ej beslutat hur man ska förhålla sig till biokolets roll i de system som identifieras att primärt behöva ha en dagvattenrenande funktion (så kallade reningsregnbäddar). Däremot har man uppfattningen att trädens skelettjordar fortsatt ska ha biokol i substraten. Beroende på vilka slutsatser som dras kan efterfrågan på biokol producerat hos SVOA antingen öka eller minska.

### 2.7.3 Efterfrågan på biokol – en utmaning i takt med ökad produktion

Som biokolkonsulter som arbetar nära aktörer på biokolmarknaden har vi noterat en trend där produktionen av biokol verkar öka i snabbare takt än den faktiska efterfrågan. Detta innebär att det finns en potentiell överkapacitet på marknaden, där vissa större producenter har svårt att nyttja den produktion de har kapacitet för. Stockholm Exergi avbröt sina produktionsplaner efter en förstudie bland annat på grund av att avsättningen inte kunde säkras. Även kontakter inom Carbonfuture (spårningssystem och handelsplattform för BCR-krediter) vittnar om hur europeisk biokolproduktion vill växa men hålls tillbaka av begränsad efterfrågan. Denna obalans mellan produktion och efterfrågan är ett tecken på att marknaden behöver mer tid för att mogna och att det krävs ytterligare insatser för att stimulera användningen av biokol inom fler sektorer, som stadsplanering och grön infrastruktur. Det är också viktigt att producenter inte enbart fokuserar på att leverera biokol till marknaden, utan aktivt deltar i att utveckla och utöka den, exempelvis genom att skapa nya användningsområden och bygga långsiktiga samarbeten.

I en marknadsstudie som EcoTopic gjort för Lunds kommun uppskattas att Sverige idag har en produktionskapacitet om närmare 10 000 ton biokol per år. I relation till den siffran utgör SVOA:s produktionspotential om 3 000–4 000 ton biokol per år, enligt Tabell 2, en förhållandevis stor andel. Uppskattningsvis har Stockholm stad möjlighet att efterfråga upp till cirka 1 000 ton biokol per år, enligt Figur 10. För att möta denna efterfrågan kommer SVOA sannolikt behöva konkurrera med andra biokolproducenter på marknaden. Den återstående produktionsvolymen på cirka 2 000–3 000 ton behöver finna avsättning antingen på andra geografiska marknader eller i mindre etablerade applikationsområden såsom material, hantering av förorenade jordar eller i anläggningsprojekt för minskad klimatpåverkan.

Vidare importerats även biokol till Sverige men på grund av att biokol saknar tullkod känner man ej till den totala marknaden. Om prisnivåerna för svenskproducerat biokol kan hållas konkurrenskraftiga, finns en fördel i att svenskproducerat biokol ofta premieras, vilket kan bidra till att minska beroendet av import och stärka den inhemska marknaden.

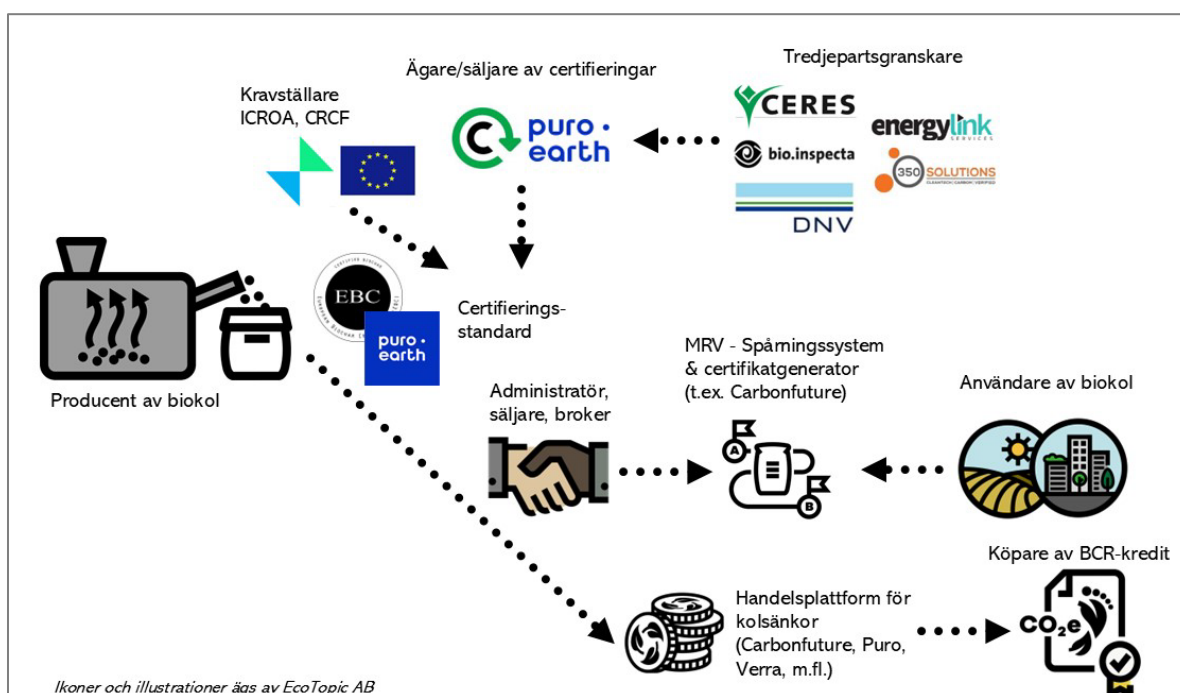
### 3 Kolsänka från biokol (BCR)

En kolsänka eller CDR (Carbon Dioxide Removal) kan beskrivas som en mänsklig åtgärd som resulterar i minskning av mängden kol i atmosfären och lagrar den varaktigt i geologiska, terrestra eller oceaniska reservoarer eller i produkter (Möller, 2022). Mer och mer fokus och värde sätts till BCR vilket ger biokolproducenter ytterligare en intäktström. Regelverk och marknad för biokolets genererade kolsänka, BCR, är under stark utveckling. Detta återspeglas inte minst i att stora delar av följande kapitel är en uppdatering från EcoTopics tidigare rapport från 2023. En huvudsaklig skillnad är att man börjar frånga beräkningsmodellen  $BC_{+100}$ . Ny forskning indikerar att biokolet är betydligt mer stabilt än man tidigare uppskattat, vilket har gjort att man skiftar fokus till längre tidsperspektiv om tusentals år.

#### 3.1 Certifiering av Biochar Carbon Removal (BCR)

BCR-krediten är den slutliga, verifierade, beräknade och säljbara kolsänka som ett specifikt biokol genererat. Marknaden för BCR-krediter från biokol har utvecklats till en etablerad handel under de senaste 5–10 åren. Även om produkterna kan säljas på helt separata marknader är BCR-krediter helt beroende av användningen av biokolet. Notera att behovet att certifiera sin kolsänka främst uppstår om dessa ska säljas vidare. Den positiva klimatpåverkan som BCR-krediterna medför kan även inkluderas i verksamhetens beräkning av sitt klimatavtryck, beroende på vilket verktyg som används.

Figuren nedan beskriver de inblandade aktörernas roller och hur de samverkar med varandra för att generera trovärdiga, spårbara och dokumenterade BCR-krediter. Notera att de logotyper som visas representerar ett urval av befintliga aktörer.



FIGUR 11 SAMVERKAN MELLAN AKTÖRER FRÅN BIKOL TILL SÄLJBAR BCR-KREDIT (EcoTOPIC).

Nedan beskrivs en rad olika certifieringsstandarder som hanterar BCR-krediter från biokol. De främsta är Global Biochar C-sink och Puro. Dessa två standarder följer riktlinjer från bland annat den globala standarden för frivillighandel, ICROA, (ICROA, 2024) och det europeiska regelverket CRFC som är under utveckling (European Commission, 2024). Standarderna utvecklas och ägs av sina respektive ägarföretag; CSI och Puro, och till sist anlitas företag som tredjepartsgranskare av själva certifieringsprocessen. De producenter som certifierar sina produkter har i huvudsak kontakt med ägaren av vald certifieringsstandard samt aktuell tredjepartsgranskare.

### 3.1.1 Certifieringsstandarder för BCR-krediter

Global Biochar C-sink är en certifiering för kolsänkan framtagen av EBC (Hans-Peter Schmidt, 2024). Biokolet måste användas inom en godkänd kategori och certifiering av kolsänkan förutsätter godkänd användning. I den senaste uppdateringen av standarden anger man att 75% av kolet är inert och därmed stabilt i flera tusen år. De 25% av kolet som anses semi-stabilt i upp till tusen år klassar man inte längre som säljbart som kolkredit (läs med under avsnitt 3.2). I standarden skriver man att en mer detaljerad beskrivning av dessa gränser kommer publiceras i kommande versioner (Schmidt, et al., 2024). Detta sätt att kvantifiera kolsänkans storlek skiljer sig från metoden när man ser på ett 100-årsperspektiv.

Global Biochar C-sink lyder även under regelverk statuerade av ICROA (International Carbon Reduction and Offset Alliance). ICROA är en branschorganisation som arbetar för att säkerställa kvalitet och trovärdighet i marknaden för frivilliga koldioxidkompensationer. En direkt effekt som anknytningen till ICROA lett till är kravet på att en PDD (Project Design Document) måste skapas för varje upphovskälla till kolkrediter. Det är ett ingående dokument som beskriver verksamheten i detalj för att skapa tillförlitlighet till kolkreditkällan.

Puro Earth (Puro) är en global marknadsplats och standard för certifiering kolsänkor och använder benämningen CORC (CO<sub>2</sub> Removal Certificate) (Puro Earth, 2024). Puro ställer endast krav på att biokolet ska användas i enlighet med nationella regelverk. Om det saknas regelverk hänvisar Puro till EBC:s krav och gränsvärden. Puro ställer kravet på att kvoten H/C<sub>org</sub> i biokolet <0,7, jämfört med EBC:s <0,4, och beräknar kolsänkans storlek över en 100-årsperiod men de ser löpande över behov av uppdateringar. Puro tar även hänsyn till i vilken klimatzon biokolet används med hänvisning till att nedbrytningshastigheten är långsammare i kallare klimat. Även Puro är anknuten till ICROA och måste därmed förhålla sig till samma regelverk som Global Biochar C-sink (Puro Earth, 2024).

Även Svenskt sigill har tagit fram en certifieringsstandard, IP Kolkrediter, som inkluderar biokol men jämfört med de andra är den fortfarande obeprövad.

### 3.2 Beräkna storlek på BCR-kredit

Olika certifieringsstandarder anammar olika metodologier för att beräkna storleken på BCR-krediter. Skillnader mellan dessa synsätt utgör en ständigt pågående diskussion mellan olika branschaktörer. Nedan beskriver vi hur Global Biochar C-sink räknar.

Den maximala kolsänkan som ett ton biokol rent teoretiskt skulle kunna utgöra är 3,67 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, då med det osannolika antagandet att biokolet innehåller 100 % kol. Denna siffra erhålls genom att beräkna förhållandet mellan molvikten för en kolatom och en CO<sub>2</sub>-molekyl.

$$\frac{\text{Molvikt } CO_2}{\text{Molvikt } C} = \frac{(12 + 16 * 2)g/mol}{12 g/mol} = \frac{44 g/mol}{12 g/mol} \approx 3,67$$

Utifrån 3,67 tar man hänsyn till biokolets faktiska kolhalt och räknar därmed bort den andel som inte utgörs av organiskt kol,  $C_{org}$ .

$$3,67 * \text{biokolets kolhalt (\%)}$$

Den nedbrytning av biokolet, och därmed minskning av storleken på kolsänkan, som uppskattas ske under en vald tidsperiod räknas sedan bort. Vilken tidsperiod som används skiljer sig åt mellan olika certifieringsstandarder. Puro beräknar kolsänkan över en 100-årsperiod och tar även hänsyn till påverkan från i vilken klimatzon som biokolet används (Puro Earth, 2024) medan EBC Global Biochar C-sink i sin senaste uppdatering gått från ett 100-årsperspektiv till ett 1 000-årsperspektiv (Schmidt, et al., 2024).

EBC Global Biochar C-sink beräknar att 75% av kolet, den permanenta fraktionen, kvarstår efter 1 000 år och att resterande 25%, den semi-permanenta fraktionen, förväntas brytas ned under den inledande 1 000-årsperioden. Global Biochar C-sink inkluderar därmed endast den permanenta fraktionen i den säljbara BCR-krediten, medan den semi-permanenta fraktionen kan räknas in som utsläppsminskning i verksamhetens LCA (Schmidt, et al., 2024).

Hur storleken på nedbrytningen ska beräknas utgör en pågående diskussion i branschen; mycket på grund av studier på inertinit utförda av ett danskt forskarlag (Sanei, et al., 2024). De menar att nedbrytningen av kolstrukturen är mycket mer begränsad än vad branschen tidigare utgått från, men ännu finns ingen generell konsensus som anammats av biokolbranschen.

Utsläpp som uppkommer på grund av hantering och bearbetning av både biomassa och biokol räknas bort som en del av certifieringen. Utsläpp från transporter av biokolet beräknas utifrån information om geografisk placering på det intyg som användaren av biokolet utfärdar. Denna beräkning görs av vald spårningstjänst, så kallad MRV (Measurement, Reporting, and Verification). Carbonfuture är exempel på plattform med utvecklat spårningssystem för biokol. Ceres och Carbonfuture verifierar att uträkningarna är riktigt genomförda.

Sammanfattningsvis kan storlek på BCR-krediter beräknas genom formeln:

$$BCR = 3,67 * \text{kolhalt} * \text{andel kvar efter vald tidsperiod} - \text{utsläpp hantering} - \text{utsläpp transport}$$

### 3.3 Kolsänkepotential för biokolproduktion inom staden

Konverteringsgraden från biomassa till biokol beror av typ av biomassa och val av teknik. Park- och trädgårdsris ger ett lägre utbyte av biokol jämfört med returträ. Grovt uppskattat skulle tillgänglig och lämplig biomassa för stadsdelsförvaltningarna, SVOA och trafikkontoret om ca 20 000 ton/år kunna producera ca 3 000 – 4 000 ton biokol årligen, vilket skulle motsvara en kolsänkepotential om ca 7 000 - 10 000 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

**TABELL 3 ÅRLIG UPPSKATTNING AV TILLGÄNGLIG OCH LÄMPLIG BIOMASSA, KONVERTERAT TILL MÄNGD BIKOL OCH KOLSÄNKEPOTENTIAL.**

Tillgänglig & lämplig biomassa	Möjlig produktion av biokol	Motsvarande kolsänkepotential (CO <sub>2</sub> -ekvivalenter)
20 000 ton	3 000 - 4 000 ton	7 000 - 10 000 ton

### 3.4 Marknad BCR

Enligt klimatstyrelsens budgetförslag är ett huvudsakligt incitament för biokolproduktion inom staden att kolsänkan och klimatnyttan med biokol ska kunna tillgodoräknas (Wanngård & Jurdell, 2023). Ett möjligt scenario är att Stockholm stad behöver köpa kolkrediterna från en intern biokolproducent, varför en kort översikt av BCR-marknaden ges i följande stycken.

World Economic Forum betonar biokolets potential genom att fokusera på dess stabilitet och fördelar bortom dess roll som en kolsänka. De lyfter även det ekonomiska värdet av kolsänkan som en viktig faktor för att påskynda utvecklingen av biokolbranschen (World Economic Forum, 2023).

Puro är den ledande handelsplattformen för BCR-krediter, följt av Carbonfuture (CDR.fyi, 2024). Eftersom marknaden för BCR-krediter är global är även konkurrensen internationell. Utbyggnaden av BCR-projekt i utvecklingsländer sker snabbt och med lägre produktionskostnader kan dessa marknader pressa ner priserna på krediter. Samtidigt finns det en efterfrågan på kolsänkor i geografisk närhet till köparen, vilket kan resultera i en vilja att betala högre priser för nordiska BCR-krediter.

Den tekniska utvecklingen och erfarenheten av pyrolysanläggningar spelar också en roll i prisbildningen för BCR-krediter. Eftersom pyrolysis ger flera olika produkter, kan producenter kombinera dessa produkter ekonomiskt på olika sätt. Till exempel kan högre intäkter från BCR-krediter göra det möjligt att sänka priserna eller öka kostnaderna för biokolet. Detta kan i sin tur skapa nya användningsområden för biokol, vilket leder till ökad försäljning av både produkten och krediter.

## 4 Produktion

I följande kapitel redogör vi för andra producenters erfarenheter av biokolproduktion från park- och trädgårdsris och beskriver teknik som skulle kunna vara intressant vid utökad biokolproduktion i Stockholm.

I Göteborg och Lund finns planer om att starta upp biokolproduktion. De ingår dock inte i avsnittet nedan då de ej har en anläggning på plats. I Lund pågår omorganisation varför satsningen drar ut på tiden. Renovas styrelse i Göteborg har under hösten 2024 varit på besök på NSR i Helsingborg och lärt sig mer om biokol där. Man har även gjort ett pilottest i en anläggning med kvistar och genar 3–25 cm, och inväntar resultat från försöket. Styrelse skulle ha tagit beslut om fortsättningen för sitt biokolsarbete i november 2024 men det har senarelagts till februari 2025 (Edvardsson, 2024).

### 4.1 Biokolproduktion från park- & trädgårdsris samt returträ

Projektet Stockholm Biochar Project skapade ett cirkulärt system där stadens park- och trädgårdsris omvandlades till fjärrvärme och biokol i en Pyreg P500. Projektet innehöll flera utmaningar där förbehandling av park- och trädgårdsriset var den som hade störst inverkan på driften. Ur ett resursperspektiv är park- och trädgårdsris ett mycket bra material för biokolproduktion, men befintlig, kontinuerlig biokolteknik ställer krav som gör att det krävs förbehandling. Stockholm Biochar Project har replikerats till många andra städer som tagit lärdom från projektet och skapat egna kommunala system för biokolproduktion från park- och trädgårdsris. Nedan presenteras några av dessa städer och andra producenter som använder liknande biomassa som SVOA har tillgång till.





**FIGUR 12 ORTER DÄR BIKOLPRODUCENTER ANVÄNDER PARK- OCH TRÄDGÅRDSRIS.**

#### 4.1.1 Darmstadt, Tyskland

Det kommunala avfallsbolaget i Darmstadt, Tyskland, köpte år 2022 en biokolpanna från det tyska företaget CTS. Vid igångkörning och provdrift användes träflis som biomassa, men målet var att övergå till park- och trädgårdsris. Darmstadt är en av få producenter där första tiden av drift gått utan större problem, trots en relativt obeprövad teknik. Efter byte till park- och trädgårdsris uppstod dock liknande problem som i Stockholm; svårighet att transportera biomassan i förprocessen och valvning i reaktorn samt sten, metall och andra föroreningar. Leverantören är dock fast beslutsam att de kommer lyckas lösa problemen. Man har i dagsläget (2024) utmaningar med läckage i elturbinen varför produktionen är pausad i väntan på reservdelar. För att få rätt fraktion in i pannan förbehandlar man biomassan genom siktning, vattenbad samt flisning ner till 10–40 mm. Således har man löst tidigare utmaningar med valvning av biomassan. Utöver värme och biokol producerar CTS även el vilket är viktigt för Darmstadt då elen i Tyskland är dyr och därmed blir det svårt att motivera biokolproduktion om inte anläggningen själv genererar el. På mycket kort tid fick CTS stor efterfrågan på anläggningar runt om i Europa. De har valt att fokusera på att växa i hemlandet Tyskland och vill i dagsläget inte sälja till andra länder.



**FIGUR 13 BIKOLPRODUKTION I DARMSTADT (DARMSTADT, 2023).**

#### 4.1.2 Sandnes, Norge

Sandnes Kommune, Norge, installerade år 2018 en biokolpanna från BioMaCon. Den första var storlek C100-F och under 2023 beställde de även en C400-F som planeras vara i drift till mars 2025. Sandnes använder park- och trädgårdsris som biomassa och enligt dem har produktionen fungerat väl i BioMaCon C100-F. Utmaningarna som Sandnes har haft har primärt orsakats av att för stora bitar eller stickor av biomassan fastnat i inmatningen. Man anger att det hanteras genom väl genomfört förarbete i form av att flisa/krossa biomassan till flisstorlek, alternativt sikta biomassan för att avskilja de stora bitarna som annars riskerar att fastna. Dessutom har orenheter i biomassan som sten och metall skapat problem i utmatningen av biokolet. Sandnes använder magneter för att särskilja spik och annat metallskrot från biomassan på väg in, men utmaningar med sten kvarstår. Möjligen kan man använda ett vattenbad för att avskilja stenen men man saknar erfarenhet och kännedom om kostnadsaspekter som en sådan hantering innebär. Det har även uppstått driftproblem i biokolpannan men med stöd från BioMaCon har dessa lösts utan större svårigheter. Inför idrifttagningen av den större C400-F lägger Sandnes mycket fokus på att förändra inmatningen och förbehandlingen genom att förbättra sikt och magnetfälla. Sandnes nämner att det är viktigt att ha ett genomtänkt reservdelslager, framför allt till utmatningsutrustningen. När fukthalten varierar mycket, vilket ofta är fallet för park- och trädgårdsris, kan problem med driften uppstå. Därför skulle det bästa vara att ha två separata inmatningsflöden; ett för park- och trädgårdsris som används under vardagar då personal finns på plats, ett för bränsleflis som körs på helger. Sandnes rekommenderar nya aktörer som är intresserad av att pyrolysera trädgårdsris i en BioMaCon är att satsa på tidiga åtgärder för att avskilja i synnerhet sten och grus då metallavskiljning kan lösas genom magneter.



**FIGUR 14 SANDNES MINDRE ANLÄGGNING C100-F.**



**FIGUR 15 FÖRBEREDDA YTOR FÖR DEN NYA BIKOLPANNAN BioMaCon C400-F SOM BERÄKNAS VARA I DRIFT UNDER BÖRJAN AV 2025 (SANDNES, 2024).**

#### 4.1.3 Södertälje, Sverige

Det kommunala avfallsbolaget i Södertälje, Telge Återvinning, köpte år 2020 in den första större batchvisa biokolpannan i Europa. Leverantören är Earth Systems och pannan kallas MPP40. Telge använder park- och trädgårdsris samt stubbar som klipps, grovkrossas eller trycks ned i stora metallkorgar med hjälp av en grävmaskin. Korgarna ställs sedan in i en 40 fotscontainer vilket gör att problem med att mata biomassan inte förekommer. Deras utmaning är i stället att packa korgarna på rätt sätt för att uppnå ett effektivt flöde och ett tillräckligt högt biokolutbyte. För uppstart av anläggningen och drift av rökgasreningen med termiska oxidering används biodiesel/HVO, vilket utgör en betydande kostnad. Värmen som genereras används för att torka biomassa, och eftersom den genereras intermittent är den svår att nyttja till uppvärmning utan någon form av värmebatteri.



**FIGUR 16 TELGE ÅTERTVINNING BIKOLPANNA OCH TORK (FOTO: EcoTOPIC).**

#### 4.1.4 Helsingborg, Sverige

Det kommunala avfallsbolaget i Helsingborg, NSR, installerade år 2023 en skruvmatad eldriven biokolteknik från leverantören VOW. VOW har en rad olika tekniker, varav Biogreen som köptes av NSR, kräver biomassa med låg fukthalt och liten fraktionsstorlek. NSR har investerat i en omfattande förbehandling som består av tre steg med krossning, vindsiktning och torkning. NSR har upplevt



problem med förbehandlingen av materialet och därför inte kunnat ta anläggningen i full drift ännu. Små utmaningar kvarstår, vilka tar tid att lösa. Med facit i hand skulle NSR utökat sin specifikation på hur deras biomassa ser ut med avseende på varierande fukthalt och partikelstorlek i upphandlingen. De upplever att, precis som i SVOA:s pilotanläggning inom Stockholm Biochar Project, fuktig och krossad biomassa valvar sig. Samarbetet med VOW fungerar dock väldigt bra och de kommer hitta en bra lösning.



**FIGUR 17 NSR:S BIKOLPANNA FRÅN BIOGREEN (FOTO: ECOTOPIC).**

#### 4.1.5 Drammen, Norge

Återvinningsföretaget Lindum i Drammen, Norge, har en pilotanläggning från VOW med syfte att pyrolysera flis från returträ. Det finns planer på att utöka produktionen. Biokolet planeras säljas till VOW Green Metals för vidareförsäljning till den metallurgiska industrin.

#### 4.1.6 Buchen, Tyskland

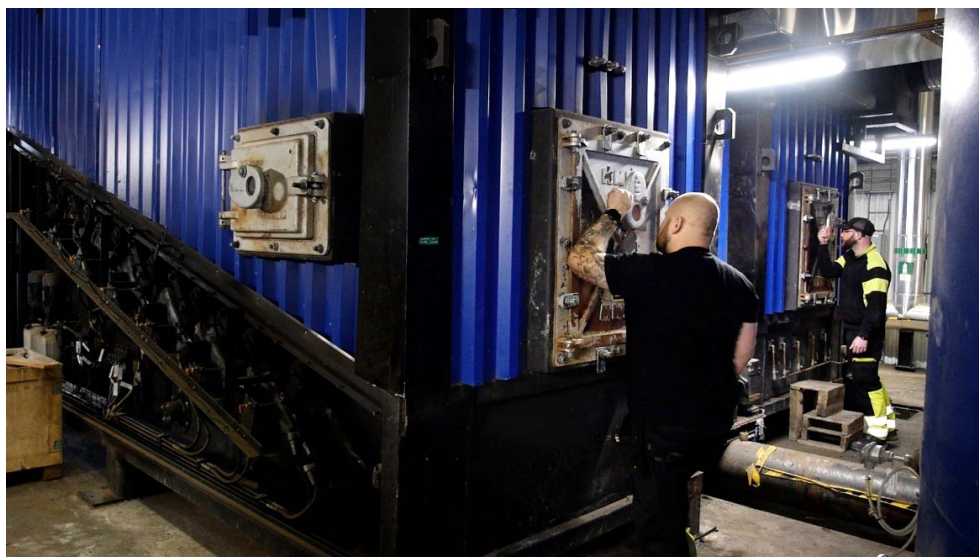
Energi- och avfallsbolaget ENO, ENERGIE Neckar-Odenwald GmbH, i Buchen i Tyskland har en biokolpanna från leverantören Pyreg. Pannan installerades år 2016 och använde initialt park- och trädgårdsris. Materialet orsakade dock problem då pannan inte klarade av för mycket finmaterial eller för stora bitar. Finmaterialet sotar igen anläggningen och de stora bitarna blir inte genomkolade. För att lösa dessa problem har de idag bytt till skogsflis som är siktat till partikelstorlek <20 mm. Anläggningen körs 7 700 h/år och matas med ca 700 ton biomassa per år. Även om de har 30 000 ton park- och trädgårdsris tillgängligt så är det billigare att köpa färdig flis än att plocka ut de stockar som finns i riset som lämpar sig för biokolpannan.

#### 4.1.7 Helsingfors, Finland

GRK är ett infrastrukturbolag verksamma i Finland, Sverige och Estland. De äger egna biokolpannor från den finska leverantören Carbonbalance och producerar biokol från återvunnen vit RT (rent returträ), park- och trädgårdsris och träflis. Från ca 20 000 ton biomassa producerar de årligen ca 3 000 ton biokol. Biokolet används i deras egna projekt och anknuten kolsänka tillfaller slutkund. GRK är även intresserade av att ingå affärsmodeller där de sköter drift av biokolteknik. Mer om detta senare i rapporten.

#### 4.1.8 Förslöv, Sverige

Tidigare hade Bussme Energy, ett familjeägt energiföretag verksamt i Skåne och Halland, ställt om flera av sina rosterpannor för att även kunna producera biokol. Bolaget Solör har nu köpt dessa omställda rosterpannor och driver biokolproduktionen vidare. En Osbypanna på 1MW värmeeffekt levererar fjärrvärme i delar av Förslöv och producerade tidigare biokol från returträ, främst pallar och träavfall från omkringliggande industrier. Men på grund av utmaningar med att det fanns kvar metall i det krossade materialet, vilket gjorde att man inte klarade tungmetallskraven för EBC Agro, producerar denna panna i dagsläget inte biokol. Mer om omställning av rosterpanna senare i rapporten.



**FIGUR 18 ROSTERPANNA FÖR FJÄRRVÄRMEPRODUKTION TILL VÄNSTER OCH OMSTÄLLD PANNA FÖR ATT ÄVEN KUNNA PRODUCERA BIKOL TILL HÖGER. FRÅN SOLÖRS ANLÄGGNING I SKURUP (FOTO: EcoTOPIC).**

#### 4.1.9 Kramfors, Sverige

Nevel har ställt om en förgasningspanna i Kramfors och tittar på fler pannor som skulle kunna ställas om.

#### 4.1.10 Sonnenerde, Österrike

Sonnenerde är ett avfallsbolag i Österrike som varit en av föregångarna inom biokolproduktion och -användning i Europa. Sonnenerde inledde med att använda en teknik från tyska Pyreg. Sonnenerde har därefter bidragit till utvecklingen av en ny pyrolysteknik från Next Generation Elements (NGE) särskilt anpassad för att hantera deras biomassa (park- och trädgårdsris), vilken syns i bilden nedan.





FIGUR 19 BIOMASSA SOM NGE:S TEKNIK SKA VARA LÄMPAD FÖR.

## 4.2 Urvalskriterier biokolteknik

Med utgångspunkt från behov och tidigare erfarenheter från Stockholm Biochar Project samt erfarenheter från de biokolproducenter som använder park- och trädgårdsris som biomassa listas urvalskriterier för biokolteknik nedan.

- Kontinuerlig eller batchvis produktion
- Produktionskapacitet anpassad för Stockholms tillgängliga biomassa och biokolbehov, vilket enligt ovan är ca 3 000 ton park- och trädgårdsris eller totalt ca 20 000 ton lämplig och tillgänglig biomassa
- Befintliga referenser i Europa av att hantera park- och trädgårdsris som biomassa

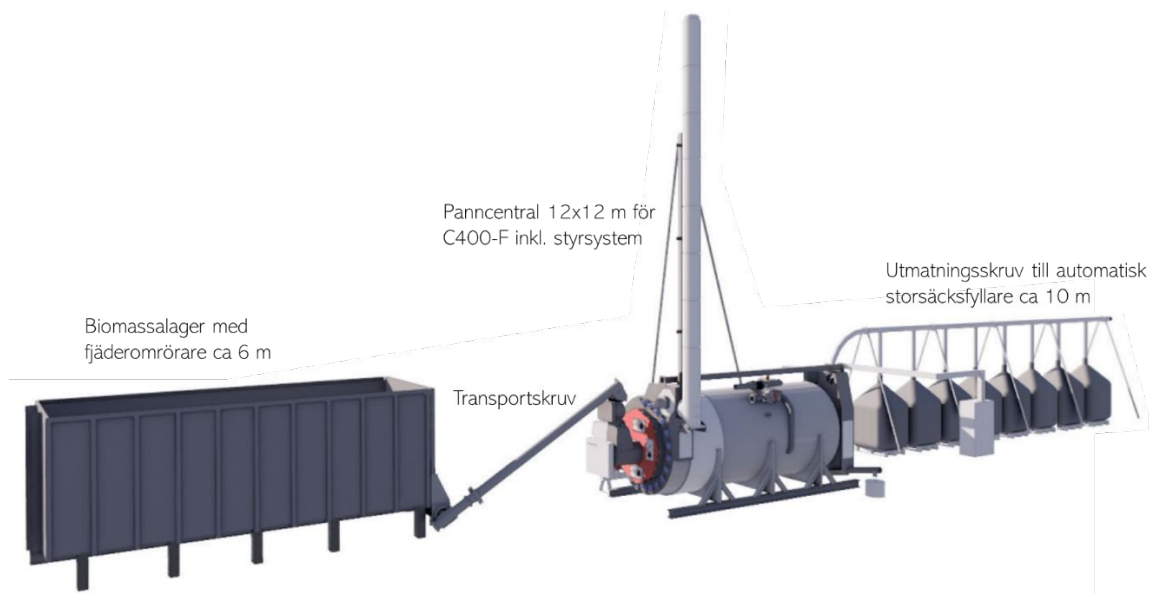
Nedan presenteras den biokolteknik som bedöms stämma överens med urvalskriterierna ovan. Dock bör det påpekas att samtliga tekniker har sina utmaningar, vilket speglas i de referensbeskrivningar som presenterats ovan. Detta är ett symptom av att branschen fortfarande är omogen.

### 4.2.1 BioMaCon

BioMaCon är en av leverantörerna med flest referenspannor i Norden. Delar av tekniken byggs i Sverige och det finns en svensk filial som utgör huvudsaklig motpart vid köp, service och underhåll.

BioMaCons största panna, C400-F, har kapacitet att hantera ca 2 500 ton biomassa med 40% fukt, vilket skulle motsvara ca 60% av allt tillgängligt park- och trädgårdsris i Stockholm. BioMaCons teknik är robust och det finns producenter som använder park- och trädgårdsris som biomassa.

EM Biovärme säljer kompletta produktionssystem med biomassalager, inmatning, panncentral (byggnad) med pyrolyspanna, BioMaCon, och automatiska storsäcksfyllare. Vid behov kan de även inkludera förbehandlingssystem för biomassan med sikt, metallavskiljare och tork.

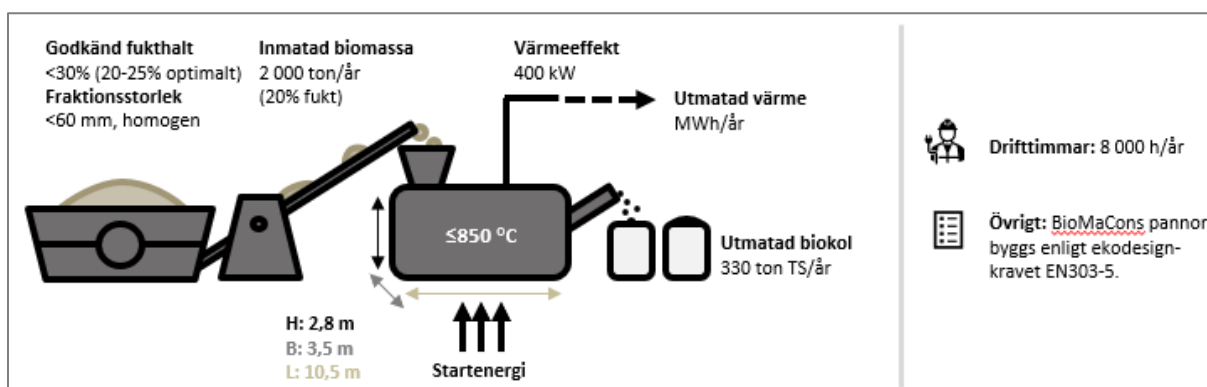


FIGUR 20 SCHEMATISK UPPSÄTTNING AV BOKOLPRODUKTION MED BioMaCon C400 (HOFFMANN, 2020).

Hur stor yta produktionssystemet tar i anspråk kan anpassas efter varje site genom att placeringen av biomassainmatning/-tork och den automatiska storsäcksfyllaren kan justeras jämfört med bilden ovan. Det är även viktigt att det finns plats för biomassa- och biokollager och fordonsrörelser.

Sandnes anger följande ytanspråk för de olika delarna av C400-F-anläggningen:

- Biokolpanna: ca 5–6 m x 13–14 m (inkl. arbetsyta runt pannan)
- Inmatning av biomassa: 10–15 m x 20 m
- Utmatning av biokol: 5 m x 14 m (5 m port)
- Lageryta: kapacitet för ca 400 m<sup>3</sup> för 10–15 dagars produktion
- Körytor: hårdgjorda ytor anpassade efter sitens förutsättningar och behov



FIGUR 21 PRODUKTIONSDATA ÖVER BOKOLPRODUKTION FRÅN BioMaCon C400-F (EcoTopic).

BioMaCon C400-F utgör ett intressant alternativ för att producera biokol från park- och trädgårdsris i Stockholm. Dess produktionskapacitet är i samma storleksordning som Stockholms tillgängliga park- och trädgårdsris och andra producenter är positiva till både tekniken och BioMaCon som företag. Genomgående för samtliga biokoltekniker så finns utmaningar relaterade till att hantera park- och trädgårdsris med avseende på varierande fukthalt, partikelstorlek och förekomst av sten och metall.

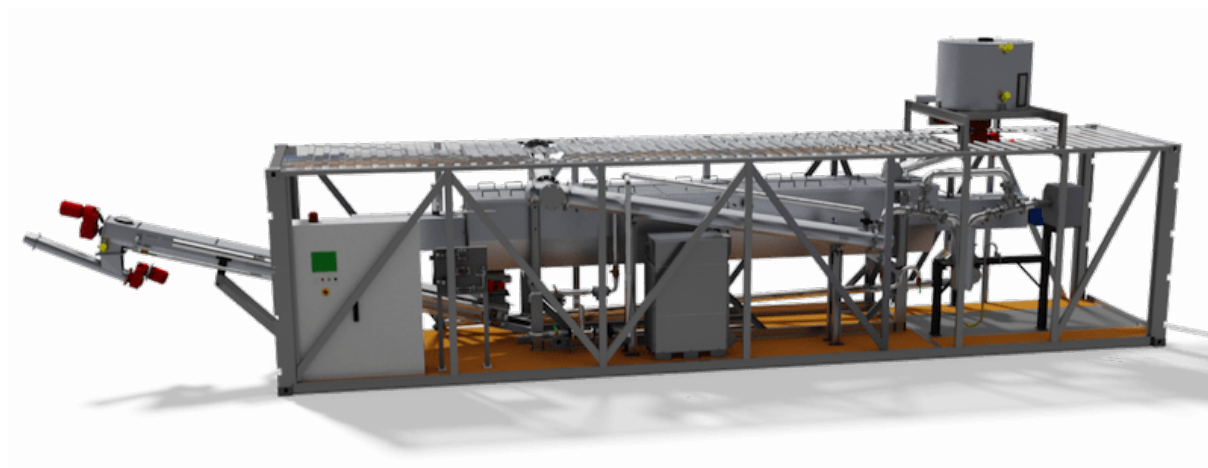
BioMaCon producerar biokol i något högre temperaturer vilket ger mer värme och mindre mängd biokol än till exempel Pyreg P500 som SVOA har erfarenhet av sedan tidigare.

#### 4.2.2 VOW

VOW är en norsk leverantör av pyrolysteknik. Tack vare uppköp av företag har VOW olika tekniker till försäljning och kan uppvisa referenser i såväl Norden som i övriga Europa. I Sverige finns en referens utöver den som ovan beskrivits hos NSR i Helsingborg. I Bureå används VOW:s teknik, ursprungligen utvecklad av franska Biogreen/ETIA, av Envigas som producerar biokol från pellets med syfte att användas i stålindustrin för att ersätta fossilt kol. Detta är samma teknik som även installerats i Helsingborg. Den ställer höga krav på fukthalt och partikelstorlek på ingående biomassa, varför behovet av förbehandlingsutrustning kan vara omfattande beroende på typ av biomassa. Processen är eldriven, vilket ger hög elförbrukning men fördelen är att processen är enkel att justera. NSR:s förbehandlingskedja tar upp ca 10x60 m och byggnaden som innesluter pyrolysteknik och pyrolysgasbrännare är ca 20x30 m. Hela produktionssystemet hos NSR inklusive byggnad, förbehandling, biokollager och körytor tar upp en yta om ca 7 000 m<sup>2</sup>.



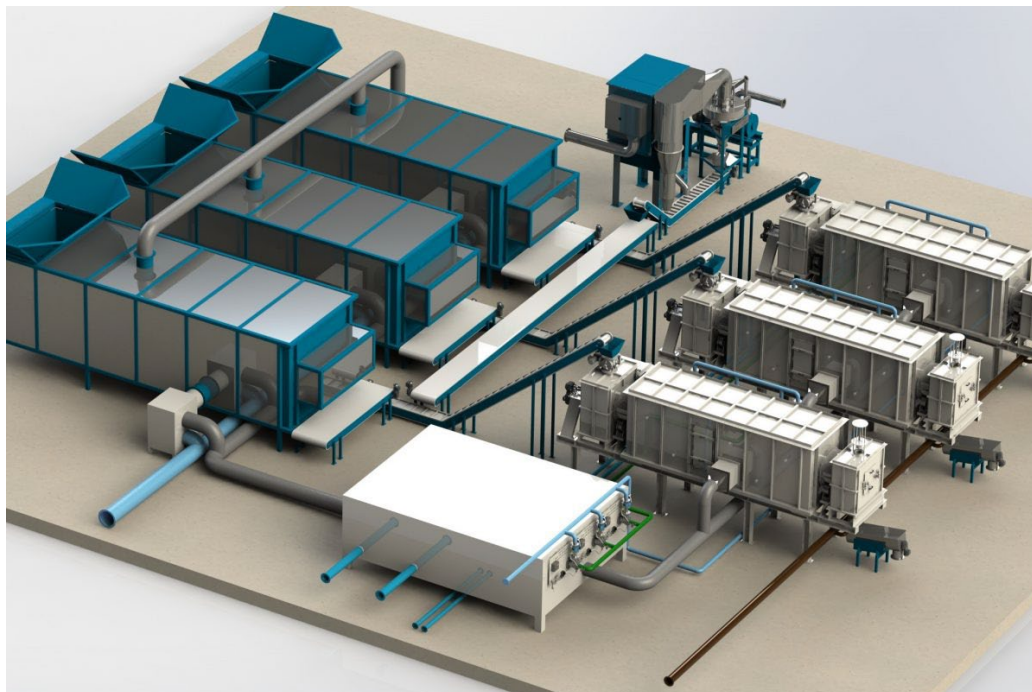
FIGUR 22 NSR:S SITE FÖR BIKOLPRODUKTION I HELSINGBORG.



FIGUR 23 VOW:S TEKNIK BIOGREEN



VOW har köpt ett norskt företag, tidigare C.H. Evensen, som utvecklat en pyrolysteknik med roterande ugn. Denna teknik har möjlighet att hantera större mängder biomassa och tack vare konstruktionen är tekniken mer robust och kan hantera större variation av biomassa. Denna teknik kan även parallellkopplas för att få ett system med större produktionskapacitet. De har dock endast en referensanläggning i Norge.



FIGUR 24 TRE PARALLELKOPPLADE BIKOLPANNOR UTVECKLADE AV C.H. EVENSEN.

VOW uppger själva att de ser en utmaning i att nå lönsamhet i att använda enbart park- och trädgårdsris som biomassa. Av detta skäl har de börjat vidareutveckla en teknik för att kunna hantera en blandning av olika träbaserade biomassor och avloppsslam. En pilot för detta planeras i Norge. Enligt VOW kan de nå bättre lönsamhet och samtidigt ökad nytta genom hantering av mikroplaster och PFAS. I tester har de påvisat att av 96% av ingående PFAS-molekyler bryts upp vid pyrolystemperaturer >600 °C och förbränning av pyrolysgas vid 1100°C. För att få en energineutral process bandar man in ca 10% TS av flis i det torkade avloppsslammet. Då är processen självförsörjande på energi. Men den inblandade mängden träflis kommer även att bero på energiinnehållet i avloppsslammet. VOW tror starkt på denna metod för att hantera både avloppsslam, park- och trädgårdsris i samma process och har visat stort intresse för att höra mer om SVOA:s ambitioner.

Gällande affärsmodell så är VOW öppna för att kunna sälja teknik inklusive driftpaket under de första 1–2 åren. På detta sätt kan de säkerställa att SVOA:s driftorganisation stegvis ökar sin kunskap.

#### 4.2.3 NGE

Next Generation Elements (NGE) är ett österrikiskt företag med sitt ursprung i teknik för återvinningsbranschen. Ur ett biokolperspektiv har tekniken flera likheter med BioMaCon.

NGE:s teknik har utvecklats för att vara särskilt anpassad att hantera utmanande material såsom park- och trädgårdsavfall. Producenten Sonnenerde, som presenterats tidigare, vittnar om att NGE-tekniken

kan hantera större variation på biomassa. Antalet referensanläggningar idag är lågt men produktionen anges ha fungerat tillfredsställande varför man avser köra i gång beställda pannor under Q1 2025.



**FIGUR 25 NGE:S TEKNIK.**

#### 4.2.4 Carbo-FORCE

Carbo-FORCE är ett tyskt företag, grundat 2017, som har utvecklat en modulär och kontinuerlig biokolanläggning. Företaget har ett tiotal referensanläggningar i Europa samt några i USA och Förenade Arabemiraten. Pyrolysreaktorn CF-250 är byggd i en container, vilket gör att ingen extra byggnad krävs. Installationen, uppstarten och personalutbildningen genomförs på cirka två veckor. Den snabba implementeringen beror på att anläggningen i stort sett levereras färdigmonterad. Dock ingår varken system för inmatning av biomassa eller utmatning av biokol.

Anläggningen erbjuds i en fast storlek men kan skalas upp genom att koppla samman flera moduler. Carbo-FORCE framhåller att systemet är enkelt att flytta, vilket kan vara en fördel, särskilt på arbetsplatser där behoven förändras. Erfarenheter från Telge Återvinning visar dessutom att en anläggning som anses vara flyttbar inom en kort tidsram i vissa fall kan slippa krav på bygglov.

Enligt Carbo-FORCE kan tekniken hantera en rad olika biomassor, exempelvis träflis och gödsel. För bästa drift bör biomassan ha en fraktionsstorlek på 3–50 mm och en fukthalt på 8–10 vikt%, men anläggningen kan även drivas med biomassa som har upp till 25 vikt% fukthalt. Företaget välkomnar besökare och erbjuder möjligheten att testa pyrolysning av specifika biomassor.

Figuren nedan visar en anläggning i Tyskland, där biomassa matas in till vänster, pyrolysreaktorn är placerad i mitten och biokolet matas ut till höger. Reaktorns dimensioner är 13,4 x 3,2 x 5,9 meter.

Anläggningen har en kapacitet på 280 kg biomassa per timme, vilket med en årlig drifttid på cirka 8 000 timmar motsvarar ungefär 2 200 ton per år. Värmekapaciteten uppgår till 600 kW, och den förväntade biokolproduktionen är cirka 450 ton per år. Den exakta mängden biokol och värme beror dock på biomassans egenskaper och sammansättning.





FIGUR 26 CARBO-FORCES PYROLYSTEKNIK.

### 4.3 Storskalig produktionskapacitet

Det finns en ökande efterfrågan efter biokolteknik med större produktionskapacitet, framför allt som kan hantera restmaterial såsom park- och trädgårdslis och returträ.

Sedan Stockholm Biochar Project har Stockholm Exergi haft ett pågående arbete med att se över möjligheten att starta biokolproduktion med större kapacitet, i storleksordning kapacitet att hantera ca 20 000 ton biomassa, vilket överensstämmer med den totala mängden tillgänglig och lämplig biomassa i Stockholm. Efter samtal med Erik Dahlén på Stockholm Exergi meddelar han att man utreder möjligheten att integrera pyrolysteknik i befintlig värmeproduktion. Initial utredningen avslutades i slutet av november 2024 och ett beslut om fortsättning återstår att fattas. Den tyska biokoltekniken Syncraft har anläggningar där man producerar el, värme och biokol med kapacitet att hantera 5 000 ton biomassa årligen, men de accepterar inte park- och trädgårdslis eller returträ som biomassa eftersom tekniken är känslig mot föroreningar. Det finns även producent som parallellkopplat flera Syncraftpannor till en produktionskapacitet om ca 5 000 ton biokol årligen. Det svenska företaget Cortus har byggt upp en produktionsprocess med integrerad tork och pyrolys som kan hantera ca 15 000 ton biomassa årligen. De använder bränsleflis men kan se över möjligheten att hitta en bredare variation av biomassa.

Det pågår arbete med att realisera storskalig biokolproduktion och utvecklingen går framåt. I dagsläget finns det få referenser och flertalet av dem är anläggningar som teknikutvecklarna själva driver. Det finns även aktörer som säger sig ha den tekniska lösningen för storskalig teknik, men för att få investeringsmedel måste de ha avtal som visar att avsättningen för biokolet är säkrad. Det är inte helt enkelt att hitta avsättning för tusentals ton biokol årligen innan man kan säkerställa karakteriseringen på biokolet. Dessutom är efterfrågan från dagens etablerade applikationsområden begränsad varför det krävs en utveckling av nya applikationsområden alternativt en betydande prissänkning för att marknaden för biokol ska växa. Utmaningen att hitta avsättning för stora mängder biokol är därmed en aspekt som motverkar utvecklingen.

#### 4.4 Ekonomi

BioMaCons teknik stämmer väl överens med gällande urvalskriterier varför den används som utgångspunkt för ekonomiska bedömningen av biokolproduktion. I tabellen nedan visas en sammanställning av lönsamhetskalkylerna för en BioMaCon C400-F som är ett möjligt alternativ till biokolteknik för att hantera Stockholms park- och trädgårdsris. Detaljerad budget finns bifogad i *Bilaga 1. Budgetkalkyl C400-F*. Teknikleverantörens budgetoffert inkluderar ett komplett biokolproduktionssystem från biomassalager med inmatning, biomassator, biokolpanna, utmatning och automatisk storsäcksfyllare med 8 platser.

**TABELL 4 SAMMANSTÄLLNING AV UPPDATERAD BUDGETKALKYL FR.O.M. DECEMBER 2024.**

	BioMaCon C400-F	Enhet
Investering biokolproduktion	14 545	tkr
Driftkostnad	2000	tkr/år
Intäkt värme	595	tkr/år
Intäkt biokol	3200	tkr/år
Intäkt BCR	960	tkr/år
Pay-backtid	5,3	år

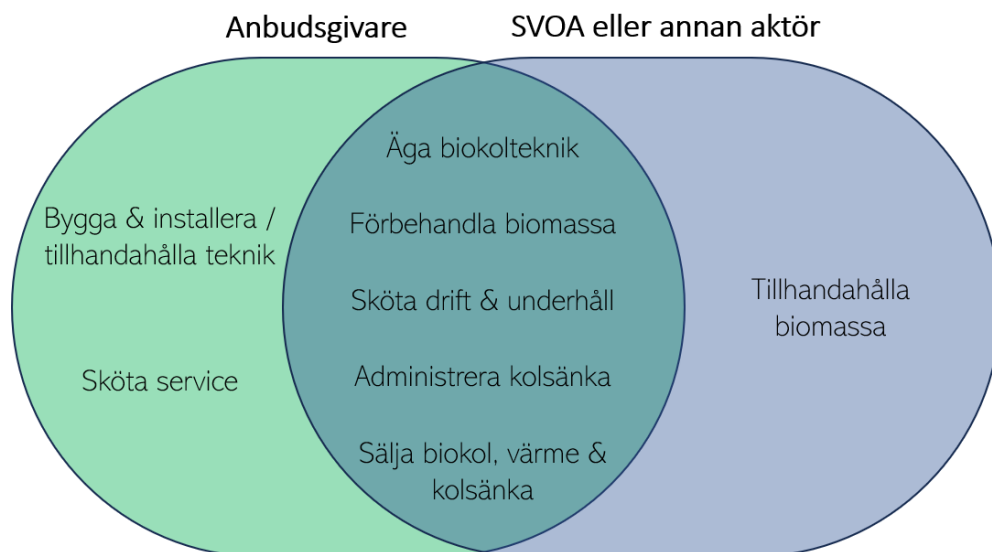
Lönsamheten och en långsiktig ekonomisk trygghet relaterad till biokolproduktion beror till stor del av att det finns intäkter från samtliga genererade produkter. Prisnivån på värme, biokol och BCR varierar kraftigt varför intäctsströmmar från tre separata marknader ger ökad resiliens. I det fall man väljer att tillgodoräkna sin verksamhet kolsänkan (BCR) uteblir den intäctsströmmen.

#### 4.5 Affärsmodeller

Flera producenter upplever problem i driften som beror av svårigheter att säkra rätt fukthalt och partikelstorlek hos park- och trädgårdsris och lösningar kräver teknisk kompetens, närvaro och engagemang för produktionen. Med ett ökat antal producenter och därmed även utökad kunskap om biokolproduktion börjar olika aktörer öppna upp för möjligheten till alternativa affärsmodeller.

##### 4.5.1 Ansvarsområden i biokolproduktion

Illustrationen nedan visar en uppdelning och möjlig fördelning av ansvar och åtaganden som ingår i biokolproduktion. De åtaganden som EcoTopic bedömer möjliga att tilldela olika parter, beroende på hur upphandlingen av biokolproduktion genomförs, ligger inom de överlappande fälten. Exempelvis har illustrationen SVOA som utgångspunkt, men samma ansvarsfördelning kan gälla även för andra aktörer inom staden.



FIGUR 27 ANSVARSOMRÅDEN I BIOKOLPRODUKTION. EXEMPEL BASERAT PÅ SVOA, MEN TILLÄMPLIG FÖR ANDRA AKTÖRER INOM STADEN BEROENDE PÅ UPPHANDLINGENS UTFORMNING.

#### 4.5.1.1 *Bygga & installera / tillhandahålla teknik*

Ansvar för att bygga och installera biokoltekniken hör till anbudsgivarens ansvar. "Tillhandahålla teknik" pekar på möjligheten att en aktör med redan befintlig teknik har möjlighet att lämna anbud gällande biokolproduktion genom att till exempel ställa om en rosterpanna.

#### 4.5.1.2 *Äga biokolteknik*

Det kan finnas alternativ till att SVOA äger använd biokolteknik, såsom till exempel leasing eller att upphandlad aktör äger tekniken. De aspekter som behöver beaktas är till exempel långsiktighet samt respektive parts ekonomiska och juridiska förutsättningar. Vid upphandling av biokolproduktion finns även möjligheten att en aktör med en befintlig rosterpanna kan ställa om sin teknik till biokolproduktion, vilket därmed innebär att producenten äger tekniken.

#### 4.5.1.3 *Tillhandahålla biomassa*

I SVOA:s roll som återvinningsföretag med mål att nyttja befintliga resurser inom staden till biokolproduktion utgör åtagandet att tillhandahålla biomassa SVOA:s ansvar. I en upphandling är det viktigt att SVOA drar nytta av sin egen och andra producenters erfarenheter gällande hur tillhandahållen biomassa ska specificeras för att kunna nyttja en stor variation av material, inom vilket park- och trädgårdsris och returträ kan klassas.

#### 4.5.1.4 *Förbehandla biomassa*

Biomassa avsedd för biokolproduktion kan behöva förbehandlas genom flisning eller krossning, siktning och torkning för att uppfylla kraven från relevant biokolteknik. Som vi beskrivit tidigare i rapporten härrör problem med driften ofta till felaktig fukthalt och partikelstorlek hos biomassan varför det är av största vikt att förbehandlingen utförs korrekt. Av detta skäl bör förbehandlingen utföras av en aktör som känner ansvar och har ekonomiska incitament för att biomassan uppfyller kraven för att möjliggöra en effektiv drift. Detta skulle kunna vara SVOA, alternativt en upphandlad aktör.

#### **4.5.1.5 Sköta drift & underhåll**

Med erfarenhet från Stockholm Biochar Project där driften varit problematisk och från biokolproducenter med en fullt fungerande drift är det tydligt att ett stort engagemang och ekonomiska incitament är nyckeln till en lönsam biokolproduktion. Oavsett om SVOA väljer att upphandla en teknik och ansvara för driften själva eller upphandlar biokolproduktion bör driftansvariga ha ekonomiska incitament för att driften går smidigt.

#### **4.5.1.6 Administrera kolsänka**

För att kunna sälja biokolets BCR-krediter måste såväl biokol som kolsänkan certifieras. Administrationen innebär insamling av information från såväl ägaren av biokoltekniken, ansvarig producent och den aktör som använder biokolet. När all information finns på plats utfärdas ett BCR-certifikat. En rad olika certifieringsstandarder hanterar BCR-krediter från biokol. De främsta är Global Biochar C-sink och Puro. Läs mer under kapitel 3 *Kolsänka från biokol (BCR)*.

#### **4.5.1.7 Sälja biokol, värme & kolsänka**

Vilken aktör som ska ansvara för försäljning av produkterna biokol och värme varierar beroende på upplägg. Skulle en ägare av rosterpanna ställa om till biokolproduktion utgörs dennes huvudsakliga verksamhet av värmeförsäljning, vilket innebär att denne aktör redan har gällande avtal för värmen. Intäkten från försäljning av biokol och värme kommer vara avgörande för om en aktör är intresserad av att lämna anbud gällande biokolproduktion varför det i detta fall bör ligga på den upphandlade aktörens ansvar. Upphandling av biokolproduktion kan dock även inkludera ett leveransavtal för biokol för att säkra tillgång till biokol till Stockholms stad. Av samma anledning ligger det i SVOA:s intresse att säkra intäkter från genererade produkter om endast biokoltekniken upphandlas.

I det fall SVOA vill tillgodoräkna sig genererad kolsänka från biokolproduktionen görs detta genom att SVOA själva behåller de utfärdade BCR-certifikaten. Vill SVOA däremot sälja dessa till extern part kan det göras direkt genom en affärsmässig överenskommelse alternativt genom att publicera genererade certifikat på en handelsplattform för kolsänkor.

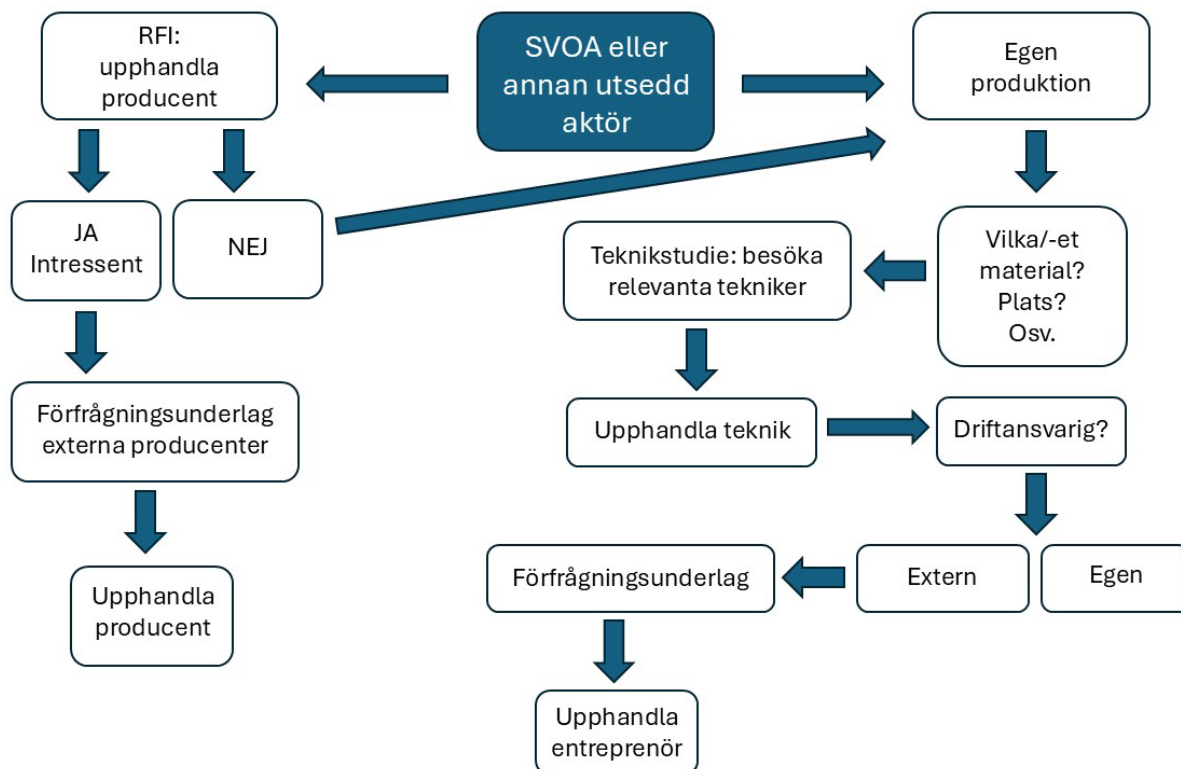
Värdet på genererad kolsänka som en del av intäkterna från biokolproduktion ökar. Därmed kan det, vid upphandling av biokolproduktion, finnas intresse från upphandlad aktör att sälja kolsänkan. Samtidigt kan det ligga i SVOA:s intresse i biokolproduktion att tillgodoräkna sig kolsänkan. Vid upphandling av biokolproduktion skulle man därmed kunna inkludera ett leveransavtal för BCR.

#### **4.5.2 Upphandla biokolteknik/-produktion**

Den vanligast förekommande utgångspunkten vid etablering av biokolproduktion är att den initiativtagande parten, exempelvis SVOA, upphandlar en specifik biokolteknik för att sedan sköta drift på egen hand alternativt upphandla driften separat. Med lärdom från bland annat Stockholm Biochar Project anser EcoTopic att man även bör se över möjligheten att upphandla hela biokolproduktionen, vilket möjliggör en annan ansvarsfördelning. Genom att upphandla biokolproduktion ges möjligheten till teknikleverantörer eller redan erfarna producenter att ta ett helhetsansvar avseende biokolproduktionen. Detta kan undvika diskussioner kring vem som bär ansvaret för eventuella driftproblem och dessutom ge en aktör ekonomiska incitament för att driften ska fungera.

Illustrationen nedan visualiserar vägval och ansvarsområden i olika affärsmodeller för biokolproduktion inom SVOA eller hos annan inom staden utsedd aktör. Valet av affärsmodell handlar

i stor utsträckning om att balansera graden av kontroll med ansvaret som stadens utsedda aktör tar på sig. Att upphandla fler ansvarsområden kan ge den upphandlade externa aktören starkare incitament för en driftsäker och effektiv produktion. Trafikkontoret och stadsdelsförvaltningarna skulle eventuellt kunna vara de som upphandlar behandling av parkavfallet, vilket SVOA i så fall skulle kunna ansluta sig till. Alternativt att SVOA eller annan utsedd aktör ansvarar för upphandlingen.



FIGUR 28 PLAN FÖR NÄSTA STEG OCH BESLUTSVÄGAR FÖR BOKOLPRODUKTION.

SVOA:s verksamhet kopplad till stadens avfallshantering är taxefinansierad, vilket innebär att den finansieras via avfallstaxan. Intäkter som överskrider kostnaderna för biokolsproduktionen skulle bidra till att minska behovet av framtida taxeökningar eller åtminstone minska nivån eller takten på sådana höjningar.

En så kallad Request for Information (RFI) rekommenderas som metod för att förstå marknaden bättre. Det skulle innebära att innan till exempel SVOA upphandlar biokolanläggning för egen produktion tillfrågas marknaden om det finns intresse från externa aktörer att producera biokol från stadens biomassa. Här kan man antingen avtala om att svaranden blir ägare av biokolet, alternativt att det tillfaller SVOA. I det senare fallet kvarstår frågan om avsättning för biokolet. Rekommendationen är att vara tydlig med förutsättningarna och informationen om biomassan som det handlar om. En förutsättning för att upplägget skulle kunna bli aktuellt bedöms vara att avtalen är långsiktiga – i synnerhet om en producent utifrån ett samarbete skulle sätta upp en ny biokolpanna. Vidare kommer exempelvis SVOA specificera hur mycket biokol som måste produceras från biomassan och producent kommer specificera kraven på biomassan.

Om en RFI genererar positiv feedback formuleras ett förfrågningsunderlag enligt LOU och skickas till marknaden. Om RFI:n inte genererar positiv respons går SVOA vidare på spåret att producera biokolet själv. Man fastställer vilket material man ska använda (exempelvis endast park- och trädgårdsris eller



även returträ) i relation till vald teknik, var pannan ska vara och om driften ska skötas i egen regi eller om driften av den egna pannan ska upphandlas (se Figur 28 ovan).

#### 4.5.3 Aktörer med intresse för alternativa affärsmodeller

Inom Stockholm Biochar Project realiserades biokolproduktionen helt av SVOA. Projektet drevs, tekniken upphandlades och ägdes av SVOA. Driften sköttes av upphandlad aktör och produkterna såldes av SVOA. Denna affärsmodell ger kontroll men lägger även allt ansvar på SVOA. Med erfarenheter från Stockholm Biochar Project och referenser beskrivna tidigare i rapporten förutsätter utmaningar med biokolproduktionen insatser från teknikleverantören. Trots tydlig kravställning om att biokoltekniken ska klara av park- och trädgårdsris som ingående material uppstod diskussioner om vem som bär ansvaret. Är det biomassan, tekniken eller handhavandefel som är orsaken till driftstörningar?

Vid upphandling av biokolproduktionen kan SVOA eller annan aktör inom staden ställa krav på att det producerade biokolet ska uppfylla vissa kvalitetskriterier. Kraven kan fokusera på de miljömässiga och fysiska egenskaperna hos det färdiga biokolet, vilket säkerställer att det uppfyller stadens krav vid upphandling. Givetvis behöver kvalitetskraven vara rimliga i relation till biomassans inneboende potential.

Nedan presenteras ett antal aktörer som EcoTopic varit i kontakt med gällande om de har intresse av ett alternativt upplägg till att enbart sälja biokolteknik.

##### 4.5.3.1 *BioVitas*

BioVitas är ett svenskt företag som bygger och drifvar bioenergianläggningar i Sverige (BioVitas, 2024). De har även planer på att producera biokol och har intresse av att diskutera olika affärsupplägg.

##### 4.5.3.2 *EM Biovärme*

EM Biovärme är en svensk återförsäljare av värmepannor där den tyska biokoltekniken BioMaCon är inkluderad (Biovärme Sverige, u.d.). BioMaCon byggs till stor del i Sverige och de har även en svensk filial (BioMaCon Sweden, 2024). EM Biovärme är öppna för att diskutera ett upplägg där de tillhandahåller teknik och sköter driften. EM Biovärme menar också att i det fall som SVOA väljer att endast upphandla biokolteknik så finns det möjlighet att upphandla driften separat, vilket görs av flera av deras kommunala och privata kunder.

Edvard Hamilton på BioMaCon Sweden menar att med rätt förbehandling så ska park- och trädgårdsris inte utgöra några problem i deras teknik. Detta stöds av erfarenheterna från referensen Sandnes i Norge.

##### 4.5.3.3 *GRK*

GRK är ett finskt infrastrukturbolag som designar, bygger och underhåller vägar, järnväg och broar (GRK, u.d.). De har ca 1 000 anställda i Finland, Sverige och Estland. Som beskrivet ovan har de egen biokolproduktion och planerar att utöka kapaciteten de kommande åren. De är inte låsta till en viss teknik och mycket intresserade av att etablera biokolproduktion i Sverige och öppna för olika upplägg. GRK är framför allt intresserade av ett upplägg där de sköter hela produktionskedjan och SVOA har rollen att tillhandahålla biomassa. GRK tog själva kontakt med SVOA för att uppvisa intresse.

##### 4.5.3.4 *L-Recycling*

L-Recycling är en del av Liechtenstein Group, Österrike, som förvaltar en portfölj av globala företag inom jordbruk och livsmedel, skogsbruk, förnybar energi och fastigheter (L-Recycling, u.d.). De bygger och driftar slampyrolysanläggningar men har i samtal beskrivit att de är intresserade av att utöka sin verksamhet till att innefatta även andra biomassor.

#### **4.5.3.5 Novocarbo**

Novocarbo är ett tyskt företag med fokus på att skapa kolsänkor (Novocarbo, u.d.). De har egen biokolproduktion i Tyskland med den tyska tekniken Pyreg, vilken är samma som upphandlades av SVOA till Stockholm Biochar Project. Novocarbo är dock inte knuten till Pyreg och kan använda annan teknik. Novocarbo är intresserade av att etablera sig i Sverige i ett upplägg där de har kontroll över hela biokolproduktionen. Detta skulle innebära att SVOA:s roll är att tillhandahålla biomassa.

#### **4.5.3.6 PUHI**

Puhi är ett nystartat finskt företag som håller på att etablera produktion i Finland (PUHI, u.d.). PUHI är intresserad av att etablera sig i Sverige, men för att det ska vara intressant att sköta hela produktionskedjan vill de ha minst 8 000 ton biomassa. För SVOA:s del gäller att i ett eventuellt samarbete få fram tillräckligt bra fliskvalitet från befintliga restmaterial.

PUHI anger att produktionen inom verksamheten går framåt dock inte i den takt man önskat. De har varit tvungna att omprioritera och frångått kondensaten för att kunna fokusera på biokolproduktionen. PUHI ser att det finns en tillfredsställande efterfrågan på deras biokol.

#### **4.5.3.7 Wiggeby Jordbruk**

Wiggeby Jordbruk är en entreprenör på Ekerö som idag flisar park- och trädgårdsris till bränsleflis och för kompostering (Wiggeby Jordbruk, 2024). Wiggeby Jordbruk producerar även urbana jordar och substrat såsom kolmakadam. De har visat intresse för att ansvara för drift av en biokolpanna på deras site på Ekerö. Fördelen med detta är erfarenheten av SVOA:s park- och trädgårdsris och närheten till användningen av biokolet.

#### **4.5.3.8 Omställning av rosterpanna**

Det finns flera aktörer som ställt om befintliga rosterpannor till biokolproduktion i Sverige. Investeringen är betydligt mindre än en separat biokolteknik samtidigt som kraven på ingående biomassa fortsatt är hårda eftersom man inte vill äventyra den huvudsakliga verksamheten med värmeproduktion. Omställning av rosterpanna tar kortare tid än etablering av ny biokolteknik varför det skulle vara ett bra alternativ att se över intresset hos lokala ägare av rosterpannor i Stockholmsområdet. Ett sådant upplägg skulle innebära att SVOA:s roll var inriktad på att tillhandahålla förbehandlad biomassa. De rosterpannor som är omställda i Sverige är i storleksordning 1–7 MW.

## **4.6 Avsättning biokol**

En säkrad efterfrågan på producerat biokol möjliggör lägre ekonomiska och operativa risker. Det är nödvändigt att identifiera strategier som säkerställer en stabil avsättning för biokolet och att bidra till uppbyggandet av en marknad. Även om det finns en såväl svensk som europeisk marknad för biokol finns fördelar med att säkra avsättning för biokol så lokalt som möjligt. Nedan ser vi över möjligheterna och utmaningarna med att avsättning för biokolet säkras inom Stockholms stads förvaltningar.

Om Stockholms stad gör en stadsövergripande upphandling av biokol via Serviceförvaltningen blir de som är anslutna till avtalet avropsberättigade. Upphandlingen riktas till marknaden och man måste välja alternativ som "vinner" baserat på utvärderingskriterier, vilket gör att exempelvis SVOA

konkurrerar med övriga biokolleverantörer. I dialog med upphandlare på SVOA ansågs därmed direktupphandling av biokol från SVOA inte vara ett troligt scenario (Gran, 2024).

Det så kallade in-house-undantaget, som skulle innebära att kommunala bolag kan köpa biokolet internt, kan teoretiskt sett vara en lösning för att säkra användning av SVOA:s producerade biokol inom den egna staden men priset måste vara konkurrenskraftigt och marknadsanpassat. Det finns oklarheter om hur begreppet ska användas och juridiska rättsprocesser pågår för att klargöra detta.

Det biokol som används av förvaltningar inom Stockholms stad i växtbäddar köps in av upphandlade entreprenörer som etablerar växtbäddar. Merparten av biokolet är i dessa fall inblandat i färdiga substrat som i sin tur är framtagna av substratleverantörer. Skulle förvaltningarna upphandla biokol från SVOA skulle det därmed påverka även upphandlingen av entreprenörer och i sin tur deras underleverantörer.

För att ge ett säkert besked om hur avsättning för biokol skulle kunna säkras inom staden krävs att upphandlingsenheten ser över möjligheterna i detalj.

## 5 Slutsatser

Nedan sammanställs de slutsatser och rekommendationer som denna rapport resulterat i.

### 5.1 Mängder park- och trädgårdsris är hanterbara

Som beskrivet i rapporten saknas fortfarande beprövad biokolteknik med kapacitet att hantera all tillgänglig och lämplig biomassa i Stockholm. Mängderna park- och trädgårdsris, vilket är den biomassa som utpekats som mest intressant att hantera är dock i storleksordning med vad mer beprövad teknik kan ta emot. Med tanke på de utmaningar som finns med park- och trädgårdsris skulle det dock vara lämpligt att ge den aktör som ansvarar för biokolproduktionen möjlighet att överväga en blandning av andra fraktioner, såsom till exempel returträ.

Med hänvisning till de uppskattningar och beräkningar som ligger till grund för inventeringen av tillgänglig biomassa skulle tillförlitligheten till denna data kunna förbättras genom att ställa krav på externa aktörer som hanterar biomassan att dokumentera och leverera data på upphämtad mängd.

### 5.2 Park- och trädgårdsris kräver förbehandling av hög kvalitet

De utmaningar och driftstörningar som upplevdes inom Stockholm Biochar Project var kopplade till att förbehandlingen av park- och trädgårdsavfallet inte klarade av att ta fram en biomassa som uppfyllde teknikens krav. Trots omfattande erfarenhetsöverföring vittnar andra producenter om att de upplever samma problem. För små partiklar sotar igen pannan, för stora bitar fastnar i inmatningen eller blir inte helt genomkolade och för fuktigt material valvar sig i inmatningen. Ska man använda park- och trädgårdsris, som i övrigt är ett mycket lämpligt material ur flera hänseenden, är det avgörande att förbehandlingen är av mycket hög kvalitet och därmed kan säkra korrekt fukthalt och partikelstorlek. I en upphandling kan det därför vara befogat att anbudsgivare ska uppvisa att en eventuellt inkluderad förbehandling klarar av att producera ett korrekt material.

NGE är en teknik utvecklad för att klara av att hantera park- och trädgårdsris av typen som syns i Figur 19. Potentiellt har denna bättre förutsättningar att klara biomassan i fråga. (Läs mer i avsnitt 4.1.10.)

### 5.3 Ökad kunskap kan öka användning av biokol

Flera representanter från stadsdelsförvaltningarna vittnar om att deras organisationer har intresse för biokol men att bristande kunskap om hur det används och hur det ska upphandlas utgör hinder. Stockholms Trafikkontor har omfattande och långsiktig kunskap om hur biokol upphandlas och används, vilket skulle kunna utgöra ett stöd för övriga organisationer och stadsdelsförvaltningar.

Allt eftersom biokolbranschen utvecklas ökar kunskapen om specialiserade biokol beroende på applikation. Specialiserad kravställning på biokolet och uppdateringar av certifieringar i kombination med det faktum att biokolets genererade kolsänka, BCR, säljs separat från den fysiska produkten ställer krav på ökad kunskap hos upphandlare och övrig inköpsorganisation. En riktad satsning på ökad kunskapsöverföring kan öka Stockholms stadsdelsförvaltningars användning av biokol som idag utgör ca 30 % av den beräknade potentialen. Samtidigt kan långt från hela den outnyttjade potentialen förklaras med bristande kunskap. Det ser man eftersom även Trafikkontoret använder ca 56% av beräknad potential och där är kunskapsnivån mycket god. Trafikkontoret meddelar att de idag använder biokol i ca 80% av alla växtbäddar, vilket skulle kunna indikera att den beräknade potentialen är för hög. Med tanke på att Exploateringskontoret saknar möjlighet att sammanställa mängd använd biokol är det svårt att dra några slutsatser gällande deras situation. Det skulle dock vara mycket värdefullt.

### 5.4 Biokolproduktionens potential att minska klimatavtrycket

Enligt uppskattning finns möjlighet att tillgodoräkna en kolsänka i storleksordning 7 000 - 10 000 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter årligen genom biokolproduktion från lämplig och tillgänglig biomassa. Som jämförelse uppgick SVOA:s direkta utsläpp från fossila bränslen till 1 033 ton CO<sub>2</sub> under 2022, de indirekta utsläppen från tillförd energi till 2 200 CO<sub>2</sub> och de direkta utsläppen från biogena läckage till 66 200 ton CO<sub>2</sub> under samma år (Stockholm Vatten och Avfall, 2022).

### 5.5 Inriktning mot upphandling av hela produktionskedjan

Genom att upphandla biokolproduktion där samma aktör ansvarar för förbehandling av biomassa, drift och underhåll undviker man scenarier där problem i driften kan beskyllas på andra parter. Genom att låta en part ha full kontroll över biomassans beskaffenhet, produktionstekniken och driftpersonal minskar risken för diskussioner om ansvarsfrågan, vilket var återkommande under Stockholm Biochar Project. SVOA eller annan aktör inom staden bör överväga möjligheten att upphandla biokolproduktion i stället för enbart biokolteknik. Om det föreligger några juridiska hinder på grund av detta är dock inte utrett inom ramen denna rapport.

Genom att låta en upphandlad aktör ta ett helhetsansvar kan staden koncentrera sig på att ställa krav på vilken biomassa som ska hanteras och lämna det till aktören att säkerställa att den uppfyller kraven för biokolproduktion. Upphandling av biokolproduktion öppnar även för aktörer som kan ställa om befintliga rosterpannor, vilket skulle ge potential för en snabbare etablering av biokolproduktion.

### 5.6 Gör en intressekoll för omställning av panna i Stockholm

Leveranstiden för biokolteknik från de teknikleverantörer som EcoTopic varit i kontakt med överstiger i regel 1 år. Att däremot upphandla biokolproduktion från en aktör som äger en rosterpanna och är villig att ställa om denna till biokolproduktion är möjligt, om än med en snäv tidsram, framför allt med avseende på tid för upphandling. EcoTopic föreslår därför att SVOA, eller annan aktör inom staden, parallellt med fortsatt arbete mot att upphandla biokolproduktion, ser över intresset för omställning

till biokolproduktion hos ägare av rosterpannor i Stockholmsområdet. Detta kan till exempel göras genom att bjuda in dessa aktörer till en föreläsning och efterföljande diskussion om omställning av rosterpannor till biokolproduktion. Finns inget intresse kan man utesluta detta alternativ, men finns ett intresse öppnas möjligheten upp för en relativt snabb etablering av biokolproduktion. Förutom Stockholm Exergi, som redan utreder möjligheten till biokolproduktion i Stockholm, finns även Solör Bioenergi, vilka redan ställt om pannor på andra orter.

### 5.7 Bygga och stärka marknaden för biokol

En möjlighet som har undersökts är att staden direktupphandlar biokol från en aktör inom staden, i detta fall till exempel SVOA, för att använda biokolet i sina växtbäddar. Dock har studien visat att detta tillvägagångssätt är förenat med utmaningar. Det mest sannolika scenariot är att en sådan aktör i stället behöver delta i en offentlig upphandling som riktar sig till hela marknaden. För att tydligt utröna huruvida avsättning för biokol kan säkras inom Stockholms stads förvaltningar krävs en djupare översyn av regelverket för koncernintern upphandling.



## 6 Referenser

2050 Consulting, 2022. *Business Case - Biokol*, Stockholm: u.n.

Avfall Web, 2023. *Mängd trä, ris och Imp per Åvc 2018-2022 i ton.* u.o.:u.n.

BioMaCon Sweden, 2024. *Biokolpannor / Pyrolyspannor.* [Online]

Available at: <https://www.biokol.se/biokolpannor/>

BioVitas, 2024. *Vi hjälper industribolag att nå netto-noll i koldioxidutsläpp.* [Online]

Available at: <https://biovitas.se/>

BioVärme Sverige, u.d. *Din värme. Vår passion..* [Online]

Available at: <https://biovarmesverige.se/>

CDR.fyi, 2024. *We bring transparency and accountability to the carbon removal market.* [Online]

Available at: <https://www.cdr.fyi/>

[Använd 11 09 2024].

Certification of Environmental Standards, 2024. *www.ceres-cert.de.* [Online]

Available at: <https://www.ceres-cert.de/en/services/service-623~ebc.html>

[Använd 11 09 2024].

Darmstadt, 2023. *Pflanzkohle Darmstadt.* [Online]

Available at: <https://pflanzenkohle-darmstadt.de/>

[Använd 23 11 2023].

EBC, 2023. *European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar*, Frick, Switzerland: Carbon Standards International.

EBC, 2023. *European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar, Version 10.3*, Frick, Switzerland: Carbon Standards International (CSI).

EcoTopic AB, 2015. *Förstudie Stockholm Biochar Project.* Stockholm: u.n.

EcoTopic AB, 2022. *Biochar-Urban Forestry Strategy*, u.o.: u.n.

Edvardsson, V., 2024. *Miljöutredare* [Intervju] (03 12 2024).

Embrén, B. & Alvem, B.-M., 2017. *Växtbäddar i Stockholms stad - en handbok.* u.o.:Stockholm stad.

Enell, A. o.a., 2020. *Biokol - från organiskt avfall till resurs för nyttiggörande av jordavfall*, Lindköping: Statens geotekniska institut.

European Commission, 2024. *Carbon Removals and Carbon Farming.* [Online]

Available at: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming_en)

[Använd 29 08 2024].

Gran, P., 2024. *Entreprenadupphandlare* [Intervju] (11 12 2024).

GRK, u.d. *GRK Sverige*. [Online]

Available at: <https://www.grk.fi/se/grk-sverige-ab/>

Hans-Peter Schmidt, C. K. N. H., 2024. *Global Biochar C-Sink 3.0*, u.o.: Ithaka Institute for Carbon Strategies.

Hoffmann, T., 2020. *BioMaCon Decarbon Energy Systems - heat that saves the climate*, u.o.: Norsk Biokullnettverk.

ICROA, 2024. *About*. [Online]

Available at: <https://icroa.org/about/>

[Använd 09 09 2024].

Ithaka Institute, 2023. *EBC Positive list 10.3*. u.o.:u.n.

L-Recycling, u.d. *About us*. [Online]

Available at: <https://www.l-recycling.com/en/startseite.html>

Möller, V. R. v. D. J. M. C. M. S. S. J. F. A. R. (., 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Annex II: Glossary*, Cambridge: IPCC.

Nordic Gray, u.d. *Gray Concrete Design*. [Online]

Available at: <https://nordicgray.com/>

Novocarbo, u.d. *We remove carbon from the atmosphere. Right here. Right now..* [Online]

Available at: <https://www.novocarbo.com/>

Paulsson, M. o.a., u.d. *Att beställa och analysera biokol och biokolssubstrat*. [Online]

Available at: <https://biokol.org/rapporter/pdf/att-bestaella-och-analysera-biokol-och-biokolssubstrat>

PUHI, u.d. *Down to Earth Climate Tech*. [Online]

Available at: <https://www.puhi.fi/>

Puro Earth, 2024. *Certify your carbon removal*. [Online]

Available at: <https://puro.earth/>

[Använd 29 08 2024].

Puro Earth, 2024. *Puro Standard*. [Online]

Available at: <https://puro.earth/puro-standard-carbon-removal-credits>

[Använd 11 09 2024].

Puro Earth, 2024. *Puro Standard Biochar Methodology*. [Online]

Available at: <https://puro.earth/>

[Använd 23 04 2024].

Pyreg, 2021. *SEWAGE SLUDGE*. [Online]

Available at: [https://pyreg.com/wp-content/uploads/210423\\_broschuere\\_sludge\\_EN.pdf](https://pyreg.com/wp-content/uploads/210423_broschuere_sludge_EN.pdf)

[Använd 23 10 2024].

Rest till Bäst, u.d. *Biokol som lösning och produkt i det cirkulära och klimatpositiva samhället*. [Online]

Available at: <https://biokol.org/>

Sanei, H. o.a., 2024. *Assessing biochars' permanence: An inertinite benchmark*, Aarhus, Danmark: International Journal of Coal Geology.

Schmidt, H.-P., Kammann, C. & Hagermann, N., 2024. *Global Biochar C-sink standard*, Arbaz, Switzerland: Ithaka Institute.

Schmidt, H.-P., Kammann, C. & Hagermann, N., 2024. *Global Biochar C-Sink, Certification of the carbon sink potential of biochar, Version b3.0 of 25th January 2023*, Arbaz, Switzerland: Ithaka Institute.

SGI, 2024. *Behandling av lågförorenad jord med biokol (BALANCE)*. [Online]

Available at: <https://www.sgi.se/sv/Forskning--larande/var-forskning/renare-mark/balance/#contentfoot>

[Använd 11 12 2024].

Skånefrö, 2023. *Skånefrö*. [Online]

Available at: <https://skanefro.se/proffs-anlaggare/fotbollsplaner/>

[Använd 17 11 2023].

Stockholm Vatten och Avfall, 2022. *Årsredovisning och hållbarhetsredovisning*, Stockholm: Stockholm Vatten och Avfall.

Tottmar, M., 2024. Storsatsning på Stockholms träd - rustar mot värmeböljor. *DN*, 08 10.

VegTech, u.d. *VegTech*. [Online]

Available at: <https://vegtech.se/>

Wanngård, K. & Jurdell, F., 2023. *Stockholm stads budget 2024*, u.o.: Stockholm stad.

Westerlund, M., 2022. *Budget 2023 för Stockholms stad*, u.o.: Stockholm Science City Foundation.

Wiggeby Jordbruk, 2024. *Välkommen till Wiggeby Jordbruk AB*. [Online]

Available at: <https://www.wjab.se/>

World Economic Forum, 2023. *Biochar is carbon removal's jack of all trades. Here's why*. [Online]

Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2023/11/biochar-carbon-removals-jack-of-all-trades-for-immediate-climate-action/>

[Använd 10 09 2024].

## Bilaga 1. Kostnadskalkyl baserad på budgetpris

BioMaCon C400-F har en uppskattad drifttid om 8000 timmar/år.

INVESTERING

Kostnadspost	C400-F (SEK)	Kommentar
Biokolpanna	5 775 000	Inkl. utmatning, fjäderomrörare för flisförråd, mellanskrub till omrörare panna. Källa EM Biovärme AB
Transport från leverantör till site	165 000	Källa: EM Biovärme AB
Skorsten	115 000	Källa: EM Biovärme AB
Accumulatortank och inkoppling	725 000	Källa: EM Biovärme AB
Torkutrustning	2 300 000	Källa: EM Biovärme AB
Byggnad/pannrum och biomassalager (12x12m)	2 300 000	Källa: EM Biovärme AB
Bränsleförråd (6x6m)	650 000	Källa: EM Biovärme AB
Markarbeten och platta byggnader	975 000	Källa: EM Biovärme AB. Beror på val av site.
Fjärrvärmekulvert	X	Beror av val av site
Anslutningar el och vatten	X	Beror av val av site
Driftsättning av teknik, inkoppling/montering av skorsten, storsäckställning, torkar	1 465 000	Källa: EM Biovärme AB
Tredjepartsbesiktning, bygglov, sotarintyg mm	75 000	Källa: EM Biovärme AB
<b>Delsumma</b>	<b>14 545 000</b>	

DRIFT

Kostnadspost	C400 (SEK/år)	Kommentar
Operatör	150 000	Personalkostnad baserad på 600 000 SEK/år. Källa: EM Biovärme AB och EcoTopic
Maskintid utan operatör	100 000	Källa: EM Biovärme AB
Underhåll, reservdelar	454 000	Källa: 5% av investering teknik. BC HEATING AB
Krossning/flisning och siktning av biomassa	770 000	Krossning och siktning (55 kr + 55 kr = 110 kr/m <sup>3</sup> ). C400 Källa: EM Biovärme AB & SVOA
Startenergi	NA	Använder minimal startenergi. Källa: BioMaCon Sweden
Storsäck	160 000	200 kr/st à 2 m <sup>3</sup> densitet 200 kg/m <sup>3</sup> . Bör överväga bulk. Källa: EcoTopic AB
El	315 000	210 MWh/år à 1500 SEK. Källa: BioMaCon Sweden
EBC-certifiering	60 000	Källa: Carbon Standard International och Ceres-Cert
<b>Summa</b>	<b>2 009 000</b>	

INTÄKT

Intäktspost	C400 (SEK/år)	Kommentar
Biokol	3 200 000	1600 m <sup>3</sup> à 2000 SEK. Källa: BioMaCon & EcoTopic
Kolsänka	960 000	Koldioxidkvot BC <sub>+100</sub> ca 2,0 koldioxidekv/ton biokol. 1500 SEK/ton CO <sub>2</sub> -ekv. Källa: Carbon Future & EcoTopic
Värmeförsäljning	595 200	3200 MWh à 186 SEK med en medeltemperatur i Stockholm på ca 8 °C per år. Källa: BioMaCon & Stockholm Exergi samt www.miljobarometern.se
<b>Summa</b>	<b>4 755 200</b>	