

Förstudie
2020-12-16
Version 2.0

Förstudie biokolproduktion

SÅM

Gislaved, Gnosjö, Vaggeryd och Värnamo kommun

Författare

Lotta Ek och Mattias Gustafsson
EcoTopic AB

Hemsida
www.ecotopic.se

Telefon
076-2436548
073-7651448

E-mail
lotta@ecotopic.se
mattias@ecotopic.se

Postadress
Dragtorpsvägen 27
618 32 Kolmården

Innehåll

1	Inledning.....	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte.....	4
1.3	Frågeställning	4
1.4	Avgränsningar.....	4
1.5	Metod	4
2	Om biokol	5
2.1	Biokol.....	5
2.2	Förkolning.....	5
2.3	Kvalitet och certifiering	6
3	Marknaden	7
3.1	Teknikleverantörer	7
3.2	Biokolproducenter.....	7
3.3	Biokolanvändare.....	7
3.4	Prisbild för biokol.....	8
4	Biomassa.....	8
4.1	Kompostmaterial för biokolproduktion	10
4.2	Invasiva arter	10
4.3	Avloppsslam	10
4.4	Park- och trädgårdsris för biokolproduktion	11
4.4.1	Stockholm Vatten och Avfall	11
4.4.2	Telge Återvinning.....	11
5	Avsättning för biokol och kolsänka	11
5.1	Från jordproducent till privatperson.....	11
5.2	Medskick.....	12
6	Avsättning för värme	12
6.1.1	Torka biomassa.....	12
6.1.2	Uppvärmning av annan verksamhet	12
6.1.3	Elproduktion	12
7	Krav på placering	12
7.1	Placering på befintlig ÅVC	13
7.1.1	~4500 ton/år inom 80 km.....	14

7.1.2	~3500 ton/år inom 33 km från Mossarps ÅVC.....	14
7.1.3	~1100 ton/år inom 8 km från Gynnås ÅVC.....	15
7.1.4	~1000 ton/år inom 18 km från Värnamo sjukhus	15
8	Introduktion till biokolteknik.....	16
8.1	Biokolpannor	16
8.1.1	BioMaCon	16
8.1.2	Pyreg	17
8.1.3	Earth Systems	17
8.1.4	Carboner.....	18
8.1.5	Övrigt.....	19
8.2	Kringutrustning.....	20
8.2.1	Inmatningsutrustning	20
8.2.2	Tork.....	21
8.2.3	Efterbehandling.....	21
9	Kostnads kalkyl baserad på budgetpriser.....	22
9.1	Finansieringsstöd.....	22
10	Referenser	23

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Det kommunala renhållningsbolaget SÅM sköter sophämtning, slamtömning, materialbehandling och återvinningscentraler för kommunerna Gislaved, Gnosjö, Vaggeryd och Värnamo. SÅM arbetar med avfall både genom att förebygga att det uppstår och genom att hantera det avfall som skapas på ett hållbart sätt. I kommunernas gemensamma avfallsplan för 2018–2020 listas åtgärder som ska bidra till att nå lokala och nationella mål. En av åtgärderna är att utveckla ett gemensamt system för hantering av trädgårdsavfall och se över möjligheten för SÅM att producera biokol.

Biokol är förkolnat växtmaterial med syfte att användas på ett sådant sätt att det utgör en kolsänka. Biokol görs genom processen pyrolys, upphettning i syrefattig miljö. Biokol kan göras av en stor bredd av rena växtmaterial, men bör med fördel hantera avfallsströmmar och restprodukter. Biokol har flera användningsområden, men används i Sverige övervägande som växtsubstrat i urban miljö genom sina positiva egenskaper i jord. Tack vare biokolets stabila struktur binder det grundämnet kol (C) i jorden under hundratals till flera tusentals år.

1.2 Syfte

Syftet med denna förstudie är att åskådliggöra SÅMs möjligheter och förutsättningar för att starta biokolproduktion.

1.3 Frågeställning

- Vad är biokol och hur ser marknaden för biokol ut?
- Vilka förutsättningar för biokolproduktion har SÅM map biomassa, avsättning för biokol och avsättning för värme?
- Vilka krav ställs på placering för biokolproduktion?
- Vilken biokolteknik kan vara intressant för SÅM?
- Hur ser en initial budgetkalkyl ut för att investera i biokolproduktion?

1.4 Avgränsningar

Nedan listas de avgränsningar som skapar ramverket för denna förstudie.

- Förstudien tas fram i samarbete mellan SÅM och EcoTopic, där bägge parter inkommer med den information som behövs för att färdigställa förstudien.
- Biokoltekniken varierar kraftigt, varför förstudien utgår ifrån två exempelpannor när så är relevant för beräkningar och budgetkalkyl. Utvalda exempelpannor är BioMaCon C160 och Earth Systems FPP40 då de är dimensionerade för att kunna hantera tillgänglig mängd trädgårdsris och utgör bra exempel på kontinuerlig respektive batchvis biokolteknik.
- Tomma poster i budgetkalkylen kan först fyllas i när site för biokolproduktionen är vald. Därför ska budgetkalkylen i detta skede ses som en indikation.

1.5 Metod

Förstudien baseras på forskning, erfarenhetsvärden samt information från samtal, e-mail och studiebesöket 2020-09-14 där Linda Henriksson, Jonatan Rosenquist, Samuel Willén och Pierre Waldmann från SÅM deltog.

2 Om biokol

2.1 Biokol

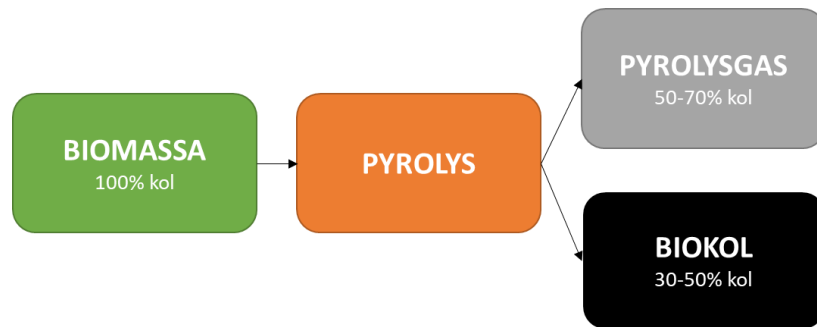
Biokol är förkolnat växtmaterial från hållbart erhållen biomassa med syfte att generera kolsänka. (Schmidt et al., 2019). Ett av de vanligaste användningsområdena är jordförbättringsmedel. På grund av sin struktur med många små håligheter håller biokol vatten, luft och näringsämnen i jorden genom både absorption och adsorption. Under sin livstid har biomassan tagit upp grundämnet kol från atmosfären genom fotosyntes. När biomassan förkolnas stabiliseras delar av biomassans kolstruktur. När biokolet t.ex. blandas i jord låser det ned grundämnet kol, som tidigare funnits som koldioxid i atmosfären, i hundratals till tusentals år. Biokol är ett av få enkla sätt att minska atmosfärens koldioxidhalt och därmed motverka klimatförändringarna. (Wilson, 2018) Biokol kan göras av en stor bredd ren och hållbart erhållen biomassa. (Schmidt et al., 2019) Exempel på biokol av hampabriketter och olivkärnor syns i bilden nedan.



FIGUR 1 FRÅN VÄNSTER: BIKOL AV HAMPABRIKETTER OCH OLIVKÄRNOR (EcoTOPIC AB, 2019)

2.2 Förkolning

Biokol görs genom en förkolningsprocess som innebär upphettning till mellan 350 och 1000°C med begränsad tillgång till syre (Schmidt et al., 2019). Biomassa stoppas in i förkolningsprocessen och ut kommer två produkter; biokol och pyrolysgas. En teknik som producerar biokol genom upphettning i syrefattig miljö kallas biokolpanna. För att starta förkolningsprocessen krävs extern startenergi, t.ex. el, biomassa eller gas, men när processen är igång drivs den av sig själv. Förkolningsprocessen är exoterm vilket innebär att den producerar energi som delvis används för att driva processen och delvis skapar ett överskott. Pyrolysgasen kan även den användas till olika applikationer, men det vanligaste är att den förbränns till värme. Under förkolningsprocessen förgasas ca 50–70 % av biomassans kol och går ut i pyrolysgasen. Resterande mängd kol stabiliseras i biokolet. Fördelningen av kol mellan syntesgas och biokol kan variera beroende på t.ex. biomassa och specifik teknik. (EcoTopic AB, 2019)

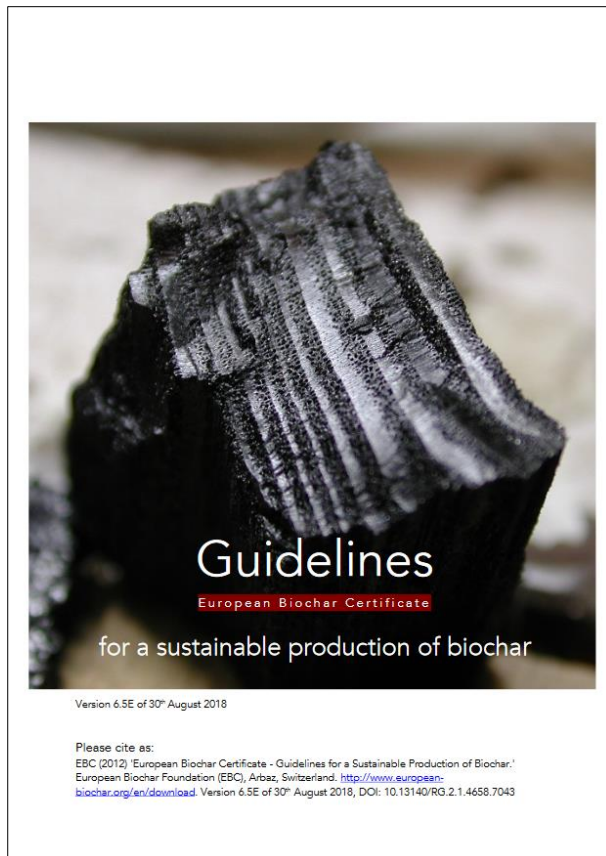


FIGUR 2 SCHEMATISK BILD ÖVER FÖRKOLNINGSPROCESSEN (EcoTOPIC AB, 2019)

Biokolpannor finns i varierande storlek och utformning samt med olika tekniska lösningar. Storleken varierar från småskalig hemmapanna till container och hela industrianläggningar.

2.3 Kvalitet och certifiering

Det finns två etablerade internationella certifieringssystem för biokol; EBC (European Biochar Certificate) och IBI Standard. EBC är bättre



anpassad till europeiskt regelverk än IBI Standard, som är en global certifiering. EBC ställer krav på ingående biomassa, förkolningsprocessen och biokolet. Redan idag finns svenska användare av biokol som ställer kravet att de endast köper EBC-certifierat biokol. Vid köp av biokol bör man alltid begära att få se analyser.

EBC listar godkända typer av biomassa, men dessa ska ses som förslag. Den generella inriktningen är att om biomassan är ren, det vill säga obehandlad av kemikalier och innehåller låga halter av tungmetaller, samt hållbart producerad så är den godkänd. Har man en biomassa som inte finns listad i certifieringen kan man göra en ansökan till EBC, som då gör en bedömning av om biomassan kan godkännas. (Schmidt et al., 2019) Inom projektet Rest till Bäst tas en svensk bilaga till EBC fram för att ta hänsyn till svenska krav och regelverk.

FIGUR 3 EUROPEAN BIOCHAR CERTIFICATE (SCHMIDT ET AL., 2019)

När det gäller användningen av biokol som jordförbättringsmedel så pågår en process för att inkludera biokol i den europeiska gödselordningen. (Eskilsson, 2019).

3 Marknaden

Marknaden för biokol och biokolteknik är ung, omogen och i full utveckling. Arbetet med att sätta standarder både för biokol och biokolpannor är påbörjat men ännu i sin linda. Marknaden kan förenklat delas upp i tre huvudaktörer; tillverkare av biokolteknik, biokolproducenter och biokolanvändare.

3.1 Teknikleverantörer

De aktörer som bygger biokolpannor är få jämfört med t.ex. förbränningspannor. En del företag har utvecklat biokoltekniken som en utökning av sin tidigare verksamhet och har då, även om de är relativt nya inom biokol, lång erfarenhet av företagande. Andra leverantörer av biokolpannor är nystartade företag, t.ex. ett resultat av tidigare forskning. Detta bör tas i beaktning vid upphandlingar och inköp av service eftersom oerfarna och mindre företag kan sakna den erfarenhet och kapacitet som krävs för att uppfylla förhållandevis vanliga krav. Gemensamt är dock att tillverkare av biokolpannor, med ett par undantag, endast har ett litet antal referenspannor. Det finns teknikleverantörer från hela världen. I Sverige finns idag teknik från Tyskland, Frankrike, Finland och snart även Australien. Dock finns det skillnader i regelverk, såsom till exempel CE-märkning, som bör betänkas vid inköp.

3.2 Biokolproducenter

I Sverige finns ett tiotal kommersiella biokolproducenter av olika storlek och ytterligare ett tiotal planeras. Biokolproduktionen är inte företagets huvudsakliga verksamhet utan bedrivs vid sidan av ett lantbruk, återvinning eller besöksverksamhet. Flera av de svenska producenterna har ursprungligen köpt en biokolpanna som alternativ till annan uppvärmningsteknik. Det nationella investeringsprogrammet Klimatklivet har varit viktigt för att få företag att våga satsa på den nya biokoltekniken. I dagsläget överstiger efterfrågan utbudet och därför importeras biokol från bl.a. Finland, Tyskland, Österrike och Baltikum.

Över hela världen finns en lång tradition av att producera kol till bränsle; grillkol. Flera grillkolsproducenter har fått upp ögonen för biokol eftersom det ger dem en möjlighet att sälja de fina fraktionerna som inte lämpar sig till grillkol. Det är dock viktigt att påpeka att produktion av grillkol och biokol kan skilja sig åt, varför det inte är säkert att grillkolresterna lämpar sig som biokol. Det kan till exempel handla om olika krav på temperatur i och utsläpp från förkolningsprocessen och renhet i biomassan.

3.3 Biokolanvändare

Intresset och efterfrågan på biokol växer mycket tack vare projekt som fått uppmärksamhet i media och positiva resultat på växtbäddar och i odling. Stockholm är den region som använder mest biokol, tack vare trafikkontoret som har satt som standard att växtbäddar i urban miljö ska innehålla biokol. Det har gjort att fastighetsägare och entreprenörer ställer liknande krav i sina anläggningsarbeten. Stockholms trafikkontors goda resultat inspirerar även andra europeiska städer att prova biokol.

Trädgårdsentreprenörerna Green och NCC Ballast är, som entreprenörer för Stockholms Trafikkontor två större användare. Andra betydande uppköpare av biokol är jordtillverkare som Hasselfors, Rölunda, Econova och Biokolprodukter. De erbjuder sina kunder färdigblandad biokoljord. Plantskolor, växthusodlare och lantbruk kommer bli stora användare av biokol men det kräver både en översyn av regelverk och att de kan räkna hem priset av biokol över ett längre tidsperspektiv. För urbana

applikationer är vanligen storlekskravet på biokolet 0-10mm men även 0–4 mm förekommer i andra applikationer.

3.4 Prispbild för biokol

Eftersom biokolmarknaden är omogen så varierar priserna kraftigt. Skälen är främst att beställare saknar kunskap om vad biokol är och att branschen är under snabb utveckling med nya aktörer. Prispbilden kommer fortsätta förändras beroende på hur efterfrågan utvecklas i jämförelse med produktionen. Dessutom varierar biokolets kvalitet, kolinnehåll, renhet, densitet etc. För att vara säker på vad man betalar för måste man se analysresultat över det specifika biokolet och bedöma dess värde utifrån detta och den applikation man avser.

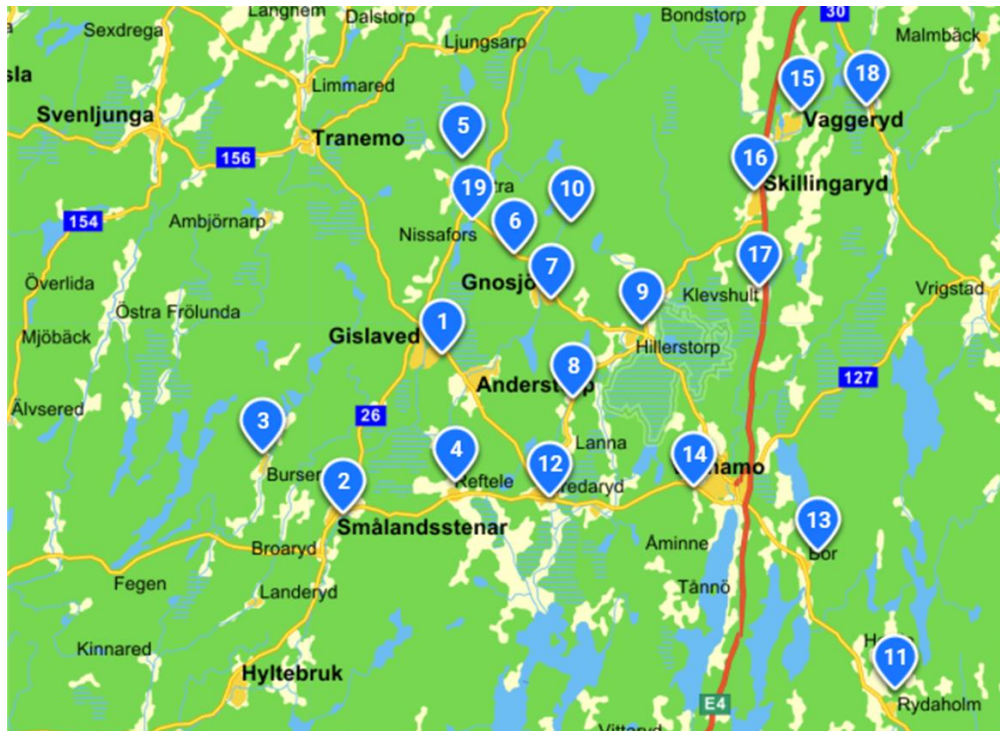
Ett genomsnittligt pris för biokol i Sverige kan sättas till 5 000 - 10 000 SEK per ton exkl. transport. Detta motsvarar cirka 1 500 – 3 000 SEK per kubik. Priset är något högre för EBC-certifierat biokol och lägre för rester från grillkolsproducenter. Prisvariationen beror bl.a. på skillnader i kvalitet och densitet då svenska marknaden idag säljer biokol i kubik medan man i många andra europeiska länder säljer per ton. Biokolprodukter som säljs i små förpackningar riktade mot privatpersoner har ett betydligt högre pris, 12 000–40 000 SEK/ton.

I dagsläget växer intresset för biokol snabbt. Det intressanta är att det utöver växt- och odlingsverksamheter finns helt andra branscher som ser användningsområden för biokolet. Exempel på dessa branscher är byggmaterial och förorenad mark. En kraftigt ökad efterfrågan kan resultera i att priset på biokol höjs om produktionen inte ökar i samma takt. I dagsläget finns planer på en mångdubbling av biokolproduktionen i Sverige inom de närmaste 2–5 åren. Även utländska biokolproducenter kan bidra till att sänka priset på biokol. Utveckling av standarder och regelverk kring biokol samt större efterfrågan på EBC-certifierat biokol kan dock ha motsatt effekt. Delar av det som idag säljs som biokol kommer då inte längre uppfylla kriterierna för vad som är biokol.

4 Biomassa

Inom SÅMs verksamhet finns s.k. ristippar där privatpersoner och företag kan lämna trädgårdsris. Det delas upp i en risfraktion, som komposteras, och en flisfraktion. Komposten används för sluttäckning av deponin och flisfraktionen säljs på bränslemarknaden för 10–70 kr/ton. Trädgårdsris kan lämnas vid 19 olika utsedda platser inom de fyra kommunerna. Idag görs ingen vägning av trädgårdsriset utan vilken den volym som hanteras vid varje plats uppskattas okulärt. Det finns heller inga analyser på materialet, vilket dock inte behöver vara nödvändigt eftersom materialets innehåll borde variera kraftigt.

I kartan nedan visas placeringen för de 19 platser där man kan lämna trädgårdsris, både bemannade ÅVCer och obemannade gröntippar. Vilken mängd trädgårdsris som uppskattas hanteras årligen listas i den efterföljande tabellen. Markeringen "EJ SEPARERAT" innebär att trädgårdsriset inte är separerat från material som löv och gräs och därmed inte går att uppskatta i nuläget. Vid behov av att öka mängden tillgänglig biomassa kan det vara intressant att undersöka möjligheten att separera.



FIGUR 4 SITER MED TRÄDGÅRDSRIS HANTERADE AV SÅM (HENRIKSSON, 2020)

TABELL 1 GROVT UPPSKATTADE MÄNGDER TRÄDGÅRDSRIS HANTERADE AV SÅM (HENRIKSSON, 2020)

Insamling av trädgårdsris		Bemannad (JA/NEJ)	Uppskattad biomassa (m ³ /år)	Uppskattad biomassa (ton/år)
Gislaved	1 Mossarps återvinningscentral	JA	4500	675
	2 Smålandsstenar återvinningcentral	JA	3375	506
	3 Mobil ÅVC Burseryd	NEJ	EJ SEPARERAT	EJ SEPARERAT
	4 Mobil ÅVC Reftele	NEJ	EJ SEPARERAT	EJ SEPARERAT
	5 Mobil ÅVC Hestra	NEJ	EJ SEPARERAT	EJ SEPARERAT
Gnosjö	6 Gynnås återvinningscentral (Gnosjö)	JA	1875	281
	7 Vegetationsupplag/Gröntipp: Gnosjö	NEJ	4500	675
	8 Vegetationsupplag/Gröntipp: Kulltorp	NEJ	650	98
	9 Vegetationsupplag/Gröntipp: Hillerstorp	NEJ	2225	334
	10 Vegetationsupplag/Gröntipp: Åsenhöga	NEJ	375	56
19 Nissafors	NEJ	500	75	
Värnamo	11 Rydaholm återvinningscentral	JA	EJ SEPARERAT	EJ SEPARERAT
	12 Bredaryd återvinningscentral	JA	EJ SEPARERAT	EJ SEPARERAT
	13 Vegetationsupplag/Gröntipp: Bor	NEJ	1250	188
	14 Vegetationsupplag/Gröntipp: Lekelund	NEJ	5625	844
Vaggeryd	15 Vaggeryd återvinningscentral	JA	EJ SEPARERAT	EJ SEPARERAT
	16 Vegetationsupplag/Gröntipp: Skillingaryd	NEJ	3750	563
	17 Vegetationsupplag/Gröntipp: Klevshult	NEJ	1000	150
	18 Vegetationsupplag/Gröntipp: Hok	NEJ	825	124

4.1 Kompostmaterial för biokolproduktion

Vanligen separeras det vedartade materialet från det komposterbara materialet då kompostmaterialet vanligtvis har högre askhalt och fukthalt. Detta innebär att kompostmaterialet har ett lägre värmevärde, vilket kan utgöra en utmaning för biokolproduktion. Exempelvis kan stödenergi behöva tillföras processen utöver startenergi. Det är viktigt att ta analyser på kompostmaterialet innan man planerar att gå vidare med denna fraktion för biokolproduktion. Generellt kan dock sägas att nedbrytningsprocessen startar snabbt vilket även gör att materialet tappar ytterligare i värmevärde vid lagring och därför behöver hanteras snabbare.

Att skapa en blandning av trädgårdsris med kompostmaterialet skulle kunna vara en lösning för att få ett högre värmevärde än för enbart kompostmaterial. En utmaning kan vara att få blandningen tillräckligt homogen för att allt material ska förkolas. Olika biokolpannor kan hantera detta på olika sätt.

4.2 Invasiva arter

Förkolning i biokolpanna kan vara en metod för hantering av invasiva arter. Det viktiga att tänka på här är att utreda hur varje specifik invasiv art reagerar på vald pyrolystemperatur samt vad som krävs för att oskadliggöra den. Speciellt viktigt är att komma ihåg att det finns arter vars frön överlever brand.

Om man kan säkerställa att en invasiv art kan hanteras genom förkolning avgör artens sammansättning vilket typ av biokol som kan produceras. Det vill säga, värmevärdet för den invasiva arten beror på om den är vedartad eller inte. Nästa frågeställning är om ett biokol producerat från invasiva arter bör användas som jordförbättringsmedel eller ej med tanke på risken för fröer. Hanteringen måste säkerställa att en kontaminering inte är möjlig. Hela kedjan från skörd, förpackning, transport, ev. lagring, förkolning och hantering av biokolet måste ha riktlinjer för att minska risk för ytterligare spridning av den invasiva arten.

4.3 Avloppsslam

Enligt EBC är pyrolyserat avloppsslam inte ett biokol utan man brukar kalla det för slamkol. Denna potentiella produkt innehåller mycket mineraler såsom fosfor och lite av grundämnet kol. Dock kan detta vara ett lämpligt sätt att hantera avloppsslam då det potentiellt är en renare produkt som kommer ut än vad som kommer in i biokolpannan. Det är viktigt att göra pyrolystester på just det tänkta avloppsslammet för att se i vilka temperaturer som produkten blir så ren som möjligt. Vissa föroreningar borde hanteras relativt enkelt såsom mikroplaster i denna process. Dock behöver man vanligen en relativt hög pyrolystemperatur för att tungmetaller, såsom kadmium, ska följa med i rökgasen. Avloppsslam innehåller även en hög halt av kväve vilket kan ge NO_x-emissioner. Detta kräver att rätt typ av rökgasrening finns.

Avloppsslammet behöver förbehandlas genom torkning. Eftersom avloppsslammet har lågt värmevärde är det viktigt att få bort så mycket vatten som möjligt. I Helsingfors har man nyligen installerat en pyrolyspanna för att processa avloppsslam blandat med trädgårdsris. Resultat från denna kommer bli intressant att följa. I de tyska tekniker som författarna känner till torkas avloppsslammet med värme från biokolpannan, men även från biogasmotorer som producerar el från biogasen vilket är vanligt i Tyskland.

4.4 Park- och trädgårdsris för biokolproduktion

Som material kan park- och trädgårdsris passa bra för biokolproduktion eftersom det är en svärnyttjad resurs för energiproduktion på grund av risken för orenheter och det varierande energivärdet samt att det är en träråvara med relativt hög kolhalt. I Sverige tittar flera kommuner på att nyttja park- och trädgårdsris för biokolproduktion.

4.4.1 Stockholm Vatten och Avfall

Stockholm Vatten och Avfall använder park- och trädgårdsris till sin biokolproduktion i Bromma. Dock har det visat sig att materialet orsakat utmaningar. Stockholm Vatten och Avfall har en kontinuerlig biokolpanna från Pyreg som ställer krav på största storlek på ingående partiklar. På grund av risken för orenheter som sten i park- och trädgårdsris finns risk att flismaskiner slits hårt, varför man med fördel använder en kross istället. Varken en kross- eller flismaskin kan dock garantera att alla bitar finfördelas varför långa stickor kan förekomma. På grund av långa stickor som fastnar i inmatningen siktar Stockholm Vatten och Avfalls biomassan. Även fukthalten varierar under årstiderna och med inkommande material och därmed torkas även biomassan.

4.4.2 Telge Återvinning

Telge Återvinning i Södertälje planerar också att använda sitt park- och trädgårdsris för biokolproduktion. Dock för att minska behovet av att förbehandla materialet har de valt att köpa en batchvis biokolpanna från Earth Systems istället för en kontinuerlig process. De kommer klippa och trycka ner riset i stora korgar där maximal längd på grövre stockar får vara 1,8m.

5 Avsättning för biokol och kolsänka



Intresset och efterfrågan på biokol ökar både från kommuner, företag och privatpersoner. Beroende på kund ställs olika krav på biokolet.



5.1 Från jordproducent till privatperson

Företag som själva framställer jord och jordblandningar vill köpa rent biokol i stora kvantiteter, gärna i bulk. Deras kunder är i många fall entreprenadbolag som anlägger med biokol på beställning av deras kund. Stora användare av biokol så som kommuner och landskapsentreprenörer vill ofta köpa in färdiga jordblandningar. Flera av dessa aktörer ställer högre krav på biokolet, som t.ex. att det ska vara EBC-certifierat.



Lantbruket kommer med stor säkerhet bli en av de största användarna av biokol, men ännu behöver priset på biokol minska och effektivare appliceringsmetoder kommuniceras.



För att sälja till privatpersoner krävs större hantering med t.ex. förpackning, marknadsföring och försäljning antingen direkt eller via återförsäljare.

Kolsänkan som skapas av biokolet kan säljas separat om man så vill. Det finns flera plattformar som förmedlar kolsänkan och ersättningen ligger idag på ca 60 euro/ton CO₂-ekv. Plattformen Carbon Future kräver att

FIGUR 5 ILLUSTRATION
AVSÄTTNING BIKOL (EcoTOPIC
AB, 2019)

Hemsida
www.ecotopic.se

Telefon
076-2436548
073-7651448

E-mail
lotta@ecotopic.se
mattias@ecotopic.se

Postadress
Dragtorpsvägen 27
618 32 Kolmården

biokolproduktionen ska vara certifierad enligt EBC Agro/AgroBio och EBC C-sink för att på ett säkert sätt kontrollera och kunna spåra varje producerad mängd biokol.

5.2 Medskick

Det är viktigt att förstå att marknaden för biokol i Sverige fortfarande är ung och under utveckling. Det innebär att varje producent har ett ansvar att bygga sin egen lokala marknad. Ett kommunalt bolag har stora möjligheter genom att både bränsle och avsättning för biokol inom urbana anläggningsprojekt finns inom den egna eller närbesläktade verksamheter. Lägga tid på att engagera byggprojektledare, politiker, anläggningsföretag, landskapsarkitekter och lantbrukare lokalt.

6 Avsättning för värme

Med hänsyn till resursanvändning och ekonomi är det viktigt att det finns avsättning för den värme som biokolpannan kommer producera. Nedan listas några alternativ för användning av värmen.

6.1.1 Torka biomassa

Oavsett vilken biokolpanna som används så ställs alltid krav på biomassans fukthalt. Biomassa med hög fukthalt gör att förkolningsprocessen tar betydligt längre tid eftersom processen först måste torka bort all fukt. Alternativ teknik för torkning av biomassan presenteras i senare i denna rapport.

6.1.2 Uppvärmning av annan verksamhet

Beroende på val av placering så kan uppvärmning av annan verksamhet vara möjlig. En kontinuerlig biokolpanna är ett alternativ till annan uppvärmningsteknik alternativt kan den kopplas till fjärrvärmenät, men det kräver en viss kapacitet för att vara ekonomiskt gångbar. Värmen produceras genom att pyrolysgasen förbränns. En batchvis biokolpanna kan också användas för uppvärmning men det kräver ett värmebatteri som t.ex. en ackumulatortank eftersom värmen produceras intermittent.

6.1.3 Elproduktion

Det kan vara lättare att hitta avsättning för el än för värme. Det finns flera biokolprojekt där man försökt producera el från syntesgasen eller värme med hjälp av olika tekniker. Dock är det endast stora biokolanläggningar där elproduktionen är mer beprövad.

Det finns några, om än unga, tekniker för att göra om lågtempererad värme till el. Againty och Climeon kan vara intressanta att kolla mer på. Earth Systems berättar också att de har kontakt med ett kinesiskt företag som har en lovande teknik för elproduktion.

7 Krav på placering

Nedan listas aspekter, utan prioritering, som är viktiga att ta hänsyn till vid val av site för biokolproduktion.

1. Logistiska förutsättningar. Siten ska ha tillräckligt med plats för både transportfordon att leverera biomassa, alternativt att den hanteras på plats, och lasta biokol och förflyttning av biomassa och biokol på siten i de olika stegen av produktionsprocessen.
2. Platsen bör beroende på typ av biokolteknik vara bemannad under hela eller delar av dagen.

3. Om närliggande verksamheter har hjullastare/grävmaskin som kan nyttjas i biokolproduktionen vid behov är det en stor fördel.
4. Omgivande verksamhet. Siten bör väljas så att omgivande verksamheter inte störs av produktionens lokala miljöpåverkan.
5. Beaktande av brandrisker. Pga. risk för brand bör siten planeras så att ev. risk för spridning minimeras.
6. Ytans beskaffenhet. En biokolpanna bör stå på vågrät mark och behovet av markarbete är kostnadsdrivande.
7. Avstånd till fjärrvärme eller byggnader. Om avsikten är att sälja värme bör biokolpannan placeras så nära avsättningen för värme som möjligt.
8. Befintliga anslutningar. Beroende på biokolpanna behövs olika anslutningar; el, dagvatten, processvatten och ev. startgas

För att välja placering för sin biokolproduktion bör man även bestämma hur offentlig man vill att den ska vara. Vill man använda biokolproduktionen som ett verktyg för att kommunicera utmaningar och lösningar kring klimat och miljö, för att engagera invånare att lämna in mer trädgårdsris, för att inspirera andra kommuner och företag till att se över biokolproduktion? I dessa fall finns en fördel att placera biokolproduktionen på en plats där det rör sig mycket människor och där det är enkelt att bygga en kommunikativ miljö med skyltar och där studiebesökare kan röra sig på ett säkert sätt. En mer central placering ökar dessutom chansen att det finns avsättning för producerad värme. Vill man däremot sköta biokolproduktionen mer avskilt ökar chansen att hitta en för produktionen lämplig placering om man inte tar hänsyn till besökare. En mindre central placering längre från annan verksamhet underlättar tunga transporter och minskar risken för att störa grannar med lukt från biomassalager eller buller från fordonsrörelser.

7.1 Placering på befintlig ÅVC

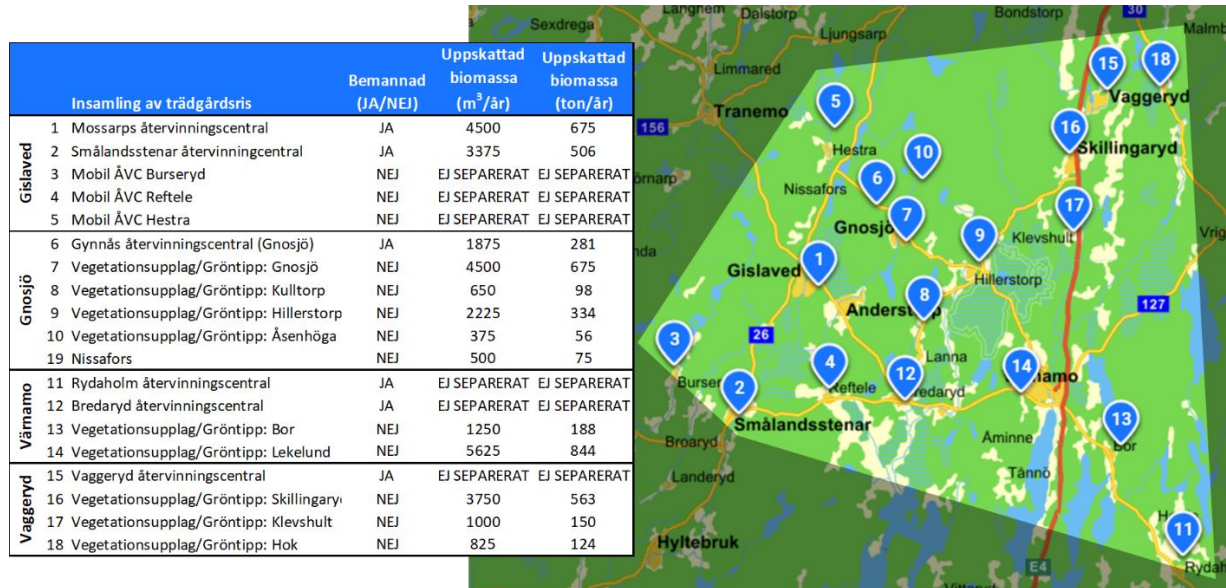
Framförallt med tanke på ovanstående urvalskriterier 1–6 så bör SÅMs egna bemannade ÅVCer undersökas för möjligheten att etablera biokolproduktion. I dagsläget hanterar dock ingen av de nämnda ÅVCerna tillräcklig mängd biomassa för att förse en biokolpanna, varför det finns behov av att samla ihop trädgårdsris från flera platser.

Det finns också möjlighet av att undersöka möjligheten att koppla på en biokolpanna för värmeproduktion vid Värnamo sjukhus, rötkammare i Värnamo eller något av de kommunala värmeverken. Värnamo sjukhus värms idag upp med en gaspanna som förbränner deponigas från närliggande deponi. En utredning skulle kunna svara på frågan om denna ledning är byggd så att den även skulle kunna transportera syntesgas. Detta skulle isf innebära att biokolpannan skulle kunna placeras vid deponin för att producera syntesgas. Det förutsätter en biokolpanna som inte förbränner pyrolysgasen direkt samt att bio-oljan separeras från syntesgasen. Bio-olja som kyls av kondenserar och riskerar att sätta igen rören.

De kommande illustrationerna visar alternativ för kluster av siter med biomassa inom SÅMs område. De siter där vedfraktionen i biomassan inte är separerad är markerade med ett svart kryss. Vid behov av utökad mängd trädgårdsris är det klokt att se över möjligheten att separera. Illustrationerna syftar till att ge en förståelse för hur olika storlekar på biokolpannor påverkar upptagningsområdet för

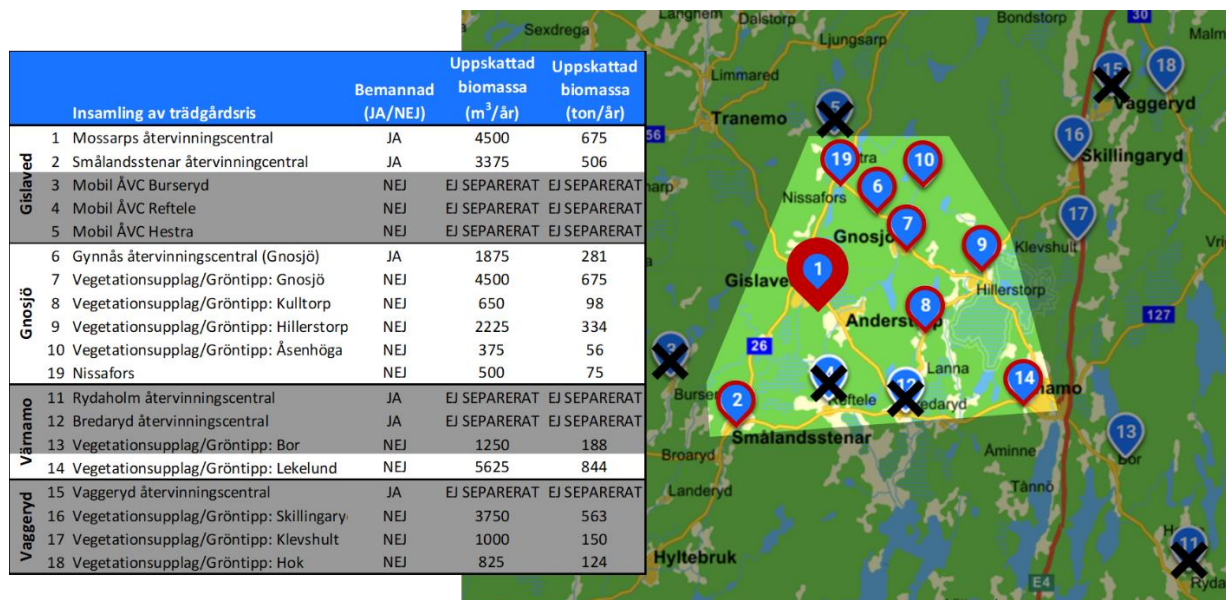
biomassa, men med tanke på den grova uppskattningen av mängd biomassa ska data ses som en indikation.

7.1.1 ~4500 ton/år inom 80 km



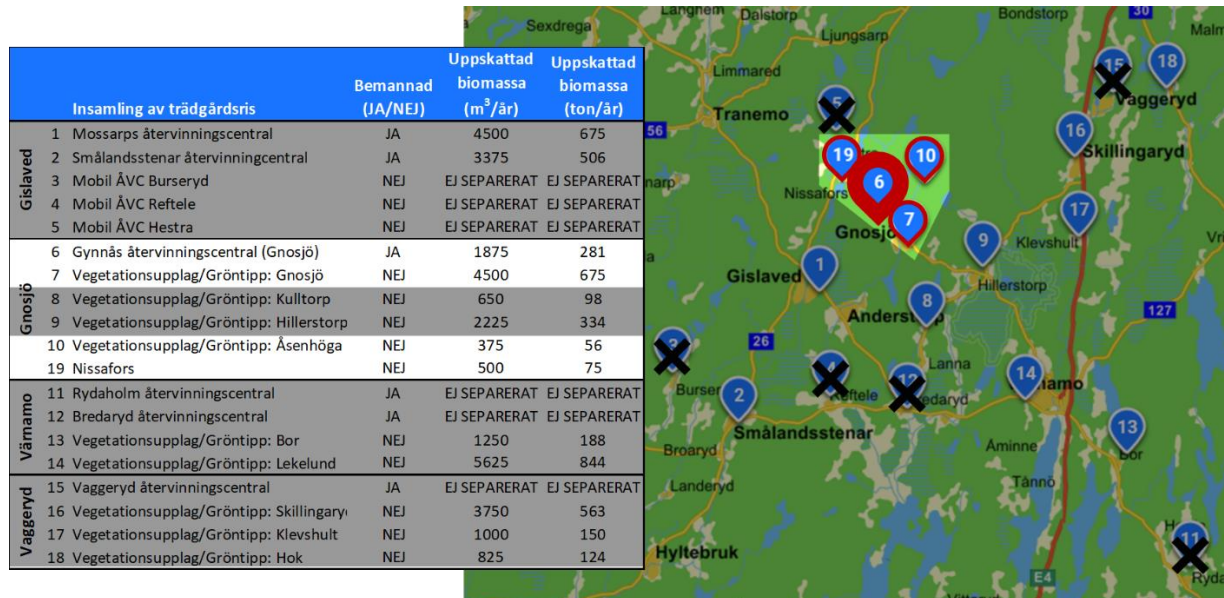
FIGUR 6 4500 TON/ÅR INOM 80 KM (HENRIKSSON, 2020)

7.1.2 ~3500 ton/år inom 33 km från Mossarps ÅVC



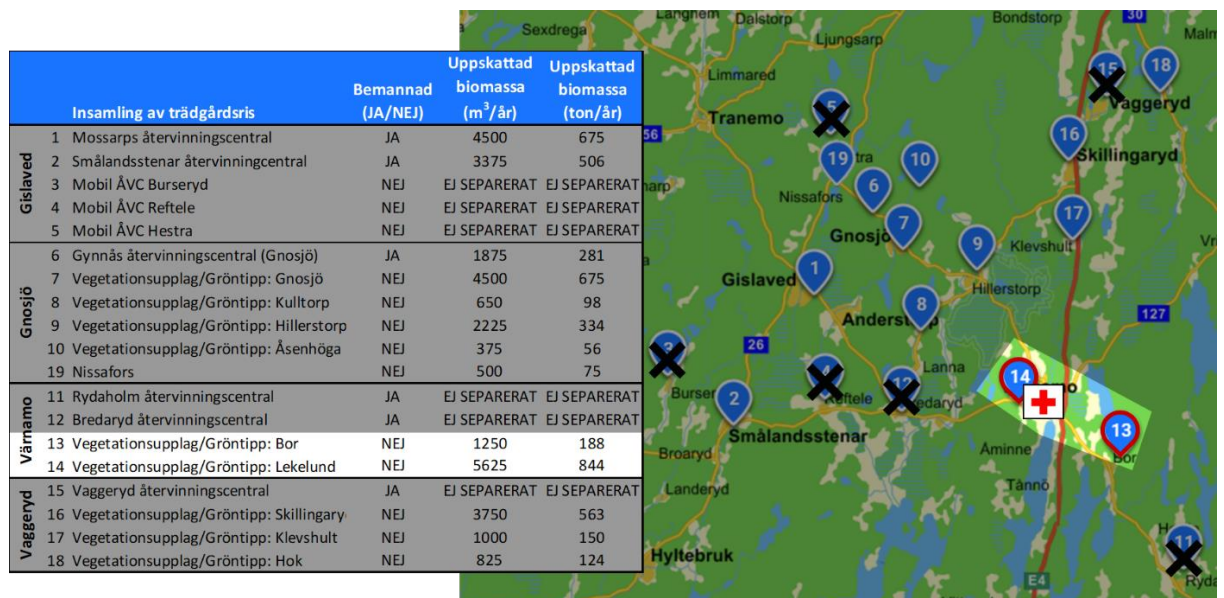
FIGUR 7 3500 TON/ÅR INOM 33 KM FRÅN MOSSARPS ÅVC (HENRIKSSON, 2020)

7.1.3 ~1100 ton/år inom 8 km från Gynnas ÅVC



FIGUR 8 1100 TON/ÅR INOM 8 KM FRÅN GYNNAS ÅVC (HENRIKSSON, 2020)

7.1.4 ~1000 ton/år inom 18 km från Värnamo sjukhus



FIGUR 9 1000 TON/ÅR INOM 18 KM FRÅN VÄRNAMO SJUKHUS (HENRIKSSON, 2020)

8 Introduktion till biokolteknik

Marknaden för biokolpannor är ung. Det finns ett fåtal leverantörer i Europa som i dagsläget kan visa upp ett större antal referenser. De urvalskriterier som använts för att välja ut intressanta biokolpannor till denna förstudie:

- Biokolpannans kapacitet ska anpassas efter tillgänglig biomassa
- Både kontinuerlig och batchvis teknik är intressant
- Biokolpannan ska vara godkänd för svenska förhållanden

Kontinuerlig process innebär, med dagens befintliga teknik, att biomassan förs genom reaktorn med en skruv, s.k. skruvreaktor. Det finns även utveckling av kontinuerliga processer med roterande ugnar, men de är inte färdiga för marknaden i detta skede. Batchvisa biokolpannor fylls med biomassa och töms när förkolningen är klar. Det innebär lägre krav på ingående biomassa men svårare att nyttja värmen pga. intermitterent värmeproduktion. Nedan presenteras ett urval av leverantörer av biokolpannor som har teknik som uppfyller urvalskriterierna ovan.

8.1 Biokolpannor

8.1.1 BioMaCon

BioMaCon är ett tyskt företag som startades utanför Hamburg, men som nu har stora delar av tillverkningen i Sverige. BioMaCons första kund i Sverige, Hjelmstätters gård, är nu även återförsäljare. BioMaCon säljer sin biokolpanna i olika storlekar men samtliga med samma kontinuerliga skruvprocess. Kapaciteten på biokolpannorna går att reglera. T.ex. kan den minsta pannan, C160, regleras inom intervallet 80–160 kW. (Hamilton, 2020)



FIGUR 8-1 BioMaCon C160 (EcoTOPIC AB, 2019)

I tabellen nedan listas data för BioMaCons biokolpannor.

Parameter	Data
Fysisk storlek	Ca 2,6 m bred x 6,2 m lång x 2,1 m hög (C160, C224 är något längre) Ca 5,2 m bred x 10,3 m lång x 2,8 m hög (C160,
Inmatad biomassa (flis)	125 kg/h (C160), 175 kg/h (C224), 195 kg/h (C250), 312 kg/h (C400)
Godkänd fraktionsstorlek	<60mm och så homogen som möjligt
Godkänd fukthalt	<35% fukt
Utmatad biokol	26 kgTS/h (C160), 36 kgTS/h (C224), 40 kgTS/h (C250), 65 kgTS/h (C400)
Värmeeffekt	160 kW, 224 kW, 250 kW eller 400 kW

Hemsida
www.ecotopic.se

Telefon
076-2436548
073-7651448

E-mail
lotta@ecotopic.se
mattias@ecotopic.se

Postadress
Dragtorpsvägen 27
618 32 Kolmården

Drifttimmar	8000 h
Produktionstemperatur	Ca 700°C
Budgetpris	ca 1,9 MSEK (C160) 2,2 MSEK (C224), 3 MSEK (C250), 3,6 (C400) (inkl. storsäcksfyllare och exkl. transport, skorsten, installation och inmatning)
Övrigt	BioMaCons pannor byggs enligt ekodesignkravet EN303-5.

8.1.2 Pyreg

Pyreg är ett tyskt företag som bildades från ett universitetsprojekt att hantera avloppsslam. De har anläggningar av olika storlek som klarar av olika typer av biomassor. Anläggningarna ställer höga krav på biomassans fraktionsstorlek och fukthalt. Den anläggning som Stockholm Vatten och Avfall har i Högdalen är en Pyreg P500. Man har utvecklat anläggningen till att servas färre gånger med filter. Den första av Pyregs större anläggning, P1500, levererades till svenska företaget Skånefrö. (Rensmann, 2018)



TABELL 2 PYREG P150 (RENSMANN, 2018)

I tabellen nedan listas data för Pyregs biokolpanna P500.

Parameter	Data
Fysisk storlek	3 m bred x 9 m lång x 2,8 m hög (biokolpanna P500) 3 m bred x 3 m lång x 2,8 m hög (teknikmodul P500) 3 m bred x 13 m lång x 5,8 m hög (biokolpanna P1500) 3 m bred x 6 m lång x 5,8 m hög (teknikmodul P1500)
Inmatad biomassa	1400 ton/år P500, 4100 ton/år P1500
Godkänd fraktionsstorlek	<60mm och så homogen som möjligt
Godkänd fukthalt	<35% fukt
Utmatad biokol	190 ton TS/år P500, 750 ton TS/år P1500
Värmeeffekt ut	150 kW P500, 750 kW P1500
Produktionstemperatur	Ca 700°C
Drifttimmar	7500 h/år
Budgetpris	ca 8 MSEK (P500 inkl. kringutrustning), ca 12 MSEK (inkl. inmatning och utmatning med 6 storsäcksplatser).
Övrigt	Klarar utsläppskrav för ekodesignkravet EN303-5

TABELL 3 DATA FÖR PYREG P500 (RENSMANN, 2018)

8.1.3 Earth Systems

Earth Systems är ett företag baserat i Australien. För att bekämpa invasiva växter utvecklade de en mobil biokolpanna som kunde lyftas av och på en lastbil. Pannan byggs i en container och finns i storlekarna FPP20 och FPP40. Dock är prisskillnaden relativt liten, varför företaget i framtiden kommer satsa på den större varianten. Earth Systems bygger även kontinuerliga processer i olika storlekar då kallat CPP. De kontinuerliga processerna är en relativt ny verksamhet och därmed har man inte så många referenser.

Biomassan packas i korgar med hjälp av hjullastare eller grävmaskin, vilket enligt Earth Systems tar ca 30 min. För att all biomassa ska förkolas får inte biomassan packas för tätt. Det gör att processen inte kan hantera finfördelat material som t.ex. flis. Istället kan obehandlad biomassa som t.ex. park- och trädgårdsris hanteras obehandlad. Totalt kan en batchpanna av modellen FPP40 kan hantera ca 38 kubik biomassa per batch.



FIGUR 11 EARTH SYSTEMS BOKOLPANNA MPP20 FOTO: EARTH SYSTEMS

Parameter	Data
Namn biokolpanna	FPP40
Fysisk storlek	Ca 2,5 m bred x 12 m lång x 2,9 m hög
Inmatad biomassa	4 500 – 8 100 ton/år
Godkänd fraktionsstorlek	150 mm diameter och 1 800 mm lång
Godkänd fukthalt	<25% fukt (50–60% går men kräver mer startenergi och tid)
Utmatad biokol	900–1 800 ton/år
Värmeeffekt	Ca 2,5 MW medel under en batch
Utmatad värme	5 000–10 000 MWh/år
Produktionstemperatur	<500°C
Drifftimmar	1–3 batcher per dag, 5 dagar i veckan i 45 veckor
Startenergi	Biodiesel
Budgetpris	ca 5 MSEK
Övrigt	Kan göra 2–3 batcher/dag. Operatörstimmar ca 1h/batch. Earth systems tork är av samma storlek som pannan.

8.1.4 Carboner

Carboner är ett finskt företag som utvecklat en mindre batchvis biokolpanna med under 10 referenser i Finland. Biomassan packas i korgar som förs in i den containerbaserade pannan. Förkolningsprocessen tar ca 20 h. Det unika med Carboners panna är att den använder ved som startenergi istället för t.ex. el eller gas. Startenergin behövs i 6 h innan processen driver sig själv. Det innebär att personal behöver vara på plats och hålla startbränslet brinnande under ca 6 h.

Biomassan packas i korgar med hjälp av hjullastare eller grävmaskin. Upphettning av biokolet sker indirekt vilket innebär att förbränning av gaser inte sker i samband med förkolningsprocessen. En batch processar 6,5 m³ biomassa fördelat på 5 korgar. För att all biomassa ska förkolas får inte biomassan packas för tätt. Det gör att processen inte kan hantera finfördelat material som t.ex. flis. Istället kan obehandlad biomassa som t.ex. park- och trädgårdsris hanteras obehandlad så länge man får ner det i korgarna.

Hemsida
www.ecotopic.se

Telefon
076-2436548
073-7651448

E-mail
lotta@ecotopic.se
mattias@ecotopic.se

Postadress
Dragtorpsvägen 27
618 32 Kolmården



FIGUR 12 CARBONER FOTO: CARBONER

Parameter	Data
Namn biokolpanna	Retort 1000
Fysisk storlek	Ca 2,5 m bred x 6,1 m lång x 2,6 m hög
Inmatad biomassa	470 ton/år med 6,5 m ³ /batch
Godkänd fraktionsstorlek	150 mm diameter och 1 500 mm lång
Godkänd fukthalt	<25% fukt (högre fukthalt ger längre batchtid.
Utmatad biokol	180 ton/år
Värmeeffekt	Saknar information
Utmatad värme	Saknar information
Produktionstemperatur	400–450°C
Drifttimmar	3–5 batcher/vecka, 45 veckor/år, ca 20 h per batch
Startenergi	Ved
Budgetpris	ca 1,3 MSEK
Övrigt	Kan köra 3–5 batcher/vecka. Operatörstimmar ca 6h/batch. Kan införa kylningssystem för att kunna utföra fler batcher i veckan. OBS! Data ovan baseras på förkolning av ved, vilket har andra egenskaper än trädgårdsris.

8.1.5 Övrigt

Utöver de som presenteras ovan finns fler företag med inga eller väldigt få referenser, men som är värda att kontakta i ett upphandlingsskede. Dessa företag heter C. H. Evensen Industrioivner AS, Standard Bio och Carbofex. Norska C. H. Evensen Industrioivner AS har byggt ugnar sedan 1937. Carbofex är ett finskt företag som utvecklat en egen biokolpanna som producerar ett biokol av mycket hög kvalitet. Norska Standard Bio levererar kompletta produktionssystem från förbehandling och inmatning av biomassa till utmaning och ev. efterbehandling av biokolet. Standard Bio kan ta fram olika koncept beroende på biomassans beskaffenhet. De har fått beställning på två anläggningar i Norge.

Det är viktigt att poängtera att marknaden för biokolpannor är ung. Standarder saknas vilket gör att tekniken på marknaden skiljer sig kraftigt åt. Leverantörerna som företag är ofta unga och små vilket gör att de kan ha svårt att uppnå krav som kan ses som standard i upphandlingar. Dock utvecklas marknaden kontinuerligt med nya aktörer och med fler referensanläggningar som tas i drift.

8.2 Kringutrustning

Beroende på vald leverantör ingår olika delar i biokolpannan. I vissa fall kan det dock vara en fördel att köpa egen utrustning eftersom t.ex. inmatningsteknik, utmatning och torkar används i många olika branscher, har leverantörer i Sverige och kan därmed köpas till bättre pris än direkt från biokolteknikleverantören.

8.2.1 Inmatningsutrustning

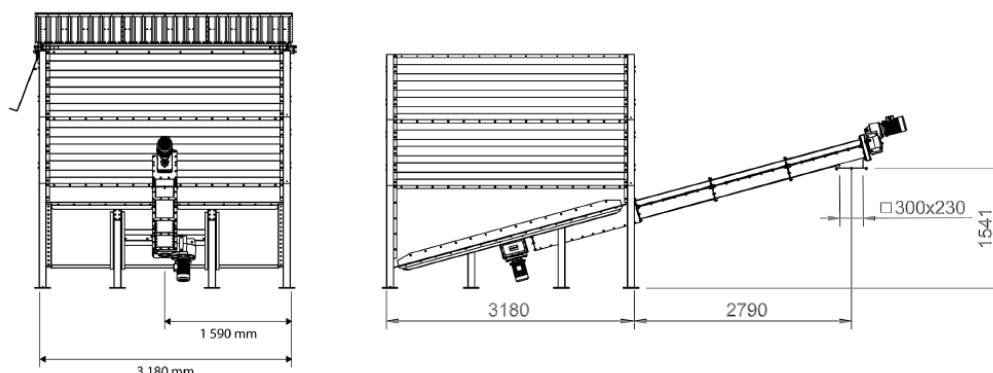
För att föra biomassa från en lagringsplats och in i biokolpannan behövs någon typ av inmatningsutrustning. Designen kan skilja sig åt och anpassas bäst efter de behov och förutsättningar som finns på den specifika platsen. Inmatningsutrustning behövs i många verksamheter och det finns därför ett stort urval av inmatningsutrustningar på marknaden.

- Inmatningsutrustningen bör vara av enkel och robust teknik. Ha i åtanke att biomassa kan slita hårt på materialet och även fastna.
- Inmatningen bör ha bra omrörning för att minska risk att biomassan valvar sig.
- Vatten och snö i anläggningen kan skapa problem med fastfrysning och is speciellt vid temperaturomslag vintertid. Inmatningen och biokolpannan kan med fördel stå under tak men finns inte den möjligheten så vidta åtgärder för att minska risken för att regn och snö kommer in i anläggningen, exempelvis kan inmatningen täckas med lock.
- Inmatningsutrustningen bör inte vara konformad eftersom det ökar risken för valvning.
- Inmatningsutrustning med s.k. "walking floor" kan vara bra för problematiska material för att minska risken för valvning.

Baserat på punkterna ovan beskrivs ett exempel på inmatningsutrustning som uppfyller önskemål för produktion av biokol. Beroende på val av biokolpanna kan inmatningsutrustningen behöva anpassas med avseende på kapacitet och anslutningar.

8.2.1.1 Exempel på inmatningsutrustning

Ett flisförråd med inmatning från Akron är av enkel design utvecklat för att kunna hantera såväl torrt som blött flis. Påfyllning görs ovanifrån med hjullastare. Risken för valvning motverkas genom en kraftfull omrörare. Utmatningsskruven finns i standardlängder 3 och 4 meter från flisförrådets vägg, men kan även göras längre. Flisförrådet kan beställas med tak för att förhindra att vatten och snö kommer in i anläggningen.



FIGUR 13 INMATNINGSSYSTEM FRÅN AKRON (AKRON, 2020)

Hemsida
www.ecotopic.se

Telefon
076-2436548
073-7651448

E-mail
lotta@ecotopic.se
mattias@ecotopic.se

Postadress
Dragtorpsvägen 27
618 32 Kolmården

Företaget Gotfire levererar ett inmatningssystem med s.k. walking floor. Det innebär att biomassan flyttas mot en inmatningsskruv eller -band genom att hela golvkonstruktionen rör sig. Lösningen är mycket robust och tål att en hjullastare kör på golvet. Detta är en bra lösning om man har en befintlig lagerbyggnad. (Gotfire, 2020) Det finns även leverantörer som danska REKA som levererar walking floor lösningar som monteras i befintlig byggnad. (Reka, 2020)

8.2.2 Tork

Beroende på biomassans egenskaper och biokolpannans krav kan det finnas behov av en tork. Två alternativ är en extern tork som integreras i biokolproduktionslinan eller en plantork som torkar biomassan där den lagras. Hjelmsätters Egendom kommer att installera en extern tork från Akron och Stockholm Vatten och Avfall har även de denna lösning.



FIGUR 14 EXTERN TORK FRÅN AKRON (EcoTOPIC AB, 2019)

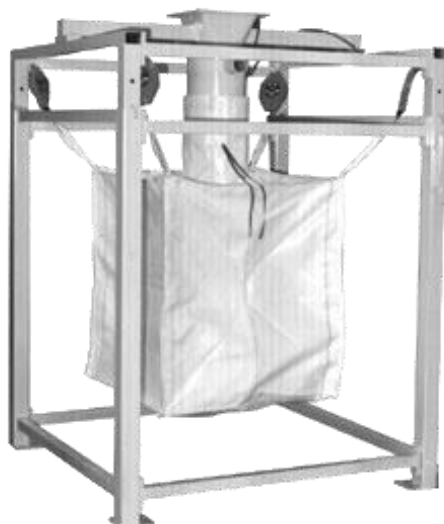
8.2.3 Efterbehandling

Beroende på biokolpanna matas biokolet ut på olika sätt, t.ex. med en transportskruv eller -band. Därefter kan biokolet efterbehandlas för att möta krav för hantering och användning. Efterbehandling av biokolet kan t.ex. vara paketering i storsäck, container eller påse eller inblandning med t.ex. näring till olika produkter.

Det finns många alternativ för paketeringsutrustning på marknaden. Nedan listas några aspekter som är viktiga att ta hänsyn till.

- Beroende på biokolpanna kan biokolet släckas med vatten, vilket gör att det är mer eller mindre blött när matas ut.
- Biokol kan slita hårt på material så all utrustning bör vara robust.
- Blött biokol kan lätt fastna.

8.2.3.1 Exempel på storsäcksfyllare



För utmatning av biokolet erbjuder vissa leverantörer egna lösningar, vilka i flera fall är system för storsäcksfyllning. Det finns även svenska tillverkare speciellt inom pulverindustrin såsom PowTech i Lidköping. (Powtech, 2019)

Biokolet kan även matas ut direkt i en container. Det är viktigt att tänka på att när man lägger en större mängd biokol i en container kan det bli varmt i mitten, vilket kan resultera i att biokolet börjar glöda. Därmed är det viktigt att biokolet kyls ordentligt med antingen vatten, näringslösning eller kompostmaterial.

FIGUR 15 POWTECHS STORSÄCKSPÅFYLLARE (POWTECH, 2019)

9 Kostnadskalkyl baserad på budgetpriser

Budgetkalkylen baseras på budgetofferter från leverantörer av pannor och erfarenhetsvärden. Kostnadsposter som inte går att prissätta eller uppskatta utan att välja specifik site lämnas tomma för ifyllnad i ett senare skede av projektet. Se *Bilaga 1. Budgetkalkyl biokolproduktion SÅM*.

9.1 Finansieringsstöd

Det nationella finansieringsprogrammet Klimatklivet sköts av Naturvårdsverket och Länsstyrelsen. Programmet kan ge investeringsstöd till insatser som minskar vår negativa påverkan på klimatet.

Utvärderingen av ansökningar till Klimatklivet utgår från kvoten besparad CO₂-ekvivalent per investerad krona. Merparten av de biokolpannor som finns i drift i Sverige idag har fått investeringsstöd genom Klimatklivet.

Utlysningar publiceras löpande beroende på gällande nationell budget. Detaljerad information om Klimatklivet finns här, <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Klimatklivet/>.

10 Referenser

Akron. (2020). *akron.se*. Hämtat från Akron: <https://www.akron.se/sv/>

EcoTopic AB. (2019). Sverige.

Eskilsson, J. (den 12 04 2019). Växtnäringshandläggare, Miljöregelenheten, Jordbruksverket.

Gotfire. (09 2020). Hämtat från *gotfire.se*: <https://www.gotfire.se/index.php/sv/>

Hamilton, E. (2020). BioMaCon Sweden. (M. Gustafsson, Intervjuare)

Henriksson, L. (den 14 09 2020). Miljöingenjör SÅM. (M. Gustafsson, Intervjuare)

Powtech. (2019). *www.powtech.se*. Hämtat från <http://www.powtech.se/produktkategorisackshantering#Storsäcksfyllare> den 23 04 2019

Reka. (den 12 11 2020). Hämtat från *reka.se*: <https://www.reka.com/en/>

Rensmann, M. (den 26 11 2018). Sales. (M. Gustafsson, Intervjuare)

Schmidt et al. (2019). *European Biochar Certificate*. Hämtat från <http://www.european-biochar.org/en/download%20the%20certificate> den 23 04 2019

Wilson, K. (den 19 04 2018). *How biochar works in soil*. Hämtat från The Biochar Journal: <https://www.biochar-journal.org/en/ct/32-How-biochar-works-in-soil>