

Produktion af biokol från indsamlede biomassor i Danmark og Sverige

Udarbejdet af NSR





Lösningsbeskrivning i Interreg-ÖKS projektet Power Bio

Titel: Produktion av biokol från insamlade biomassor i Danmark og Sverige

Partner: NSR

Syfta och bakgrund

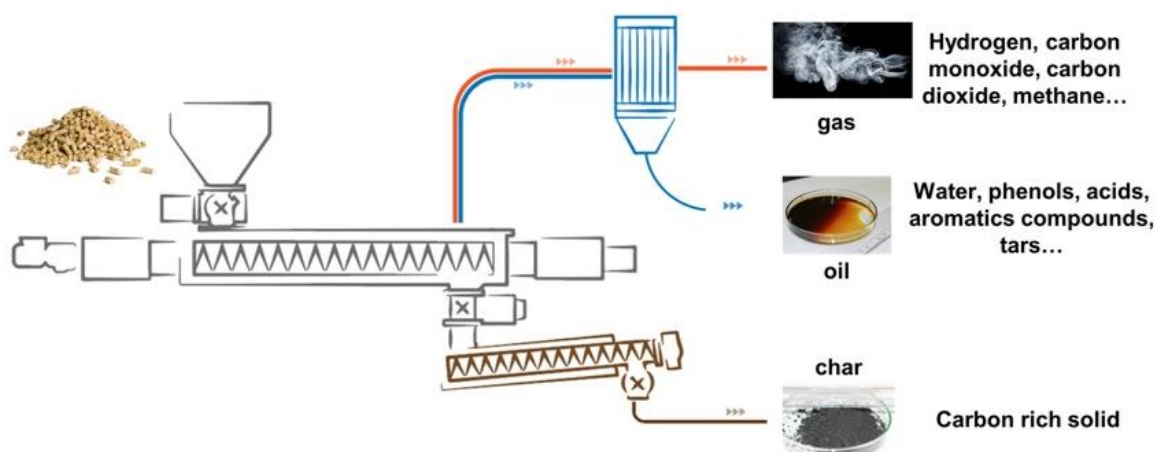
Det finns ett behov att undersöka på vilket sätt och vilka konkreta insamlade biomassor, som vi kan producera biokol av. Biomassor som inte används till för exempel biogas eller högvärdiga produkter.

Det finns många olika biomassor i kommunerna, som vi ska försöka hitta användning till, men vi vet inte vilka vi kan använda för att producera biokol från. Därför finns det ett behov att utföra tester på olika material i testpyrolysanläggningen på NSR.

Beskrivning av aktiviteten/insatsen/testen

Pyrolysanläggningen

Pyrolysanläggningen leasas av VOW och har utvecklats av ETIA under namnet Biogreen. Den består översiktligt av en råvarubehållare, en ca 2 meter lång eluppvärmd pyrolysskruv, en kondensor, två oljefällor, en brännare och en biokolbehållare. Detta visas schematiskt i Figur 1. Före en test fylls behållaren med aktuell råvara. Anläggningen värms till önskad pyrolystemperatur och spolas därefter med kvävgas. Råvaran matas från råvarubehållaren ner i pyrolysskruven som värmer och transporterar råvaran. Härvid torkas och pyrolyseras råvaran och övergår successivt till biokol och gaser. Gaserna leds i värmda rör till kondensorn där kondenserbara gaser såsom vattenånga och pyrolysolja kondenseras ut. Nedströms kondensorn finns dessutom två oljefällor som kondenserar ut ytterligare olja om det skulle finnas kvar efter kondensorn. Icke kondenserbara gaser förbränns fullständigt i brännaren. Vid skruvens slut har råvaran omvandlats till biokol som transporteras till biokolbehållaren.



Figur 1. Schematisk bild av Biogreen testpyrolysis som använts i försöken.

Tabell 1. Fakta om testpyrolysen som använts i testerna.

Parameter	Value	Unit
Maximum feedstock volume	50	dm ³
Pyrolysis temperature	400-850	°C
Dwell time	6-50	minutes
Condensation temperature	<50	°C

NSR har samarbetat med olika projekt partnerna om att ta emot olika biomassor i samband med att biomassorna skördades. NSR kunde själva ta emot och utföra testen och vissa analyser på den egna testanläggningen. Det blev därmed bestämt att följande biomassor skulle skickas till förbehandling och testkörningar i pyrolysen:

Tabell 2. Sammanfattning av biomassor förbehandling m.m.

Biomasse	Partner	Förbehandling	Pyrolysis
Långt Gräs	Malmö stad	Maldes med hammarkvarn före pyrolysis	X
Ålgräs	Søuld	Pelletering hos Søuld	X
Tagrør (vass)	Vallensbæk kommune	Males med hammarkvarn	X
Julgran	Tommelilla kommun	Flisad julgran maldes med hammarkvarn	X



Gräs från Malmö Stad

Malmös gräs gick att pelletera enligt försök utförda våren 2024 men eftersom man upplevt problem med pelleteringsmaskinen testade man under hösten att pyrolysera utan pelletering vilket funkade bra och därför valdes pelletering bort vid biokolsproduktion oktober 2025.

Gräset var balat när det kom till NSR men eftersom det började ruttna i balen fick det gräs som skulle användas till biokol tas ut från balen och torka på betonggolv innan det maldes i hammarkvarnen.

3 kg hackat gräs laddades i pyrolysanläggningen. Materialet kunde utan problem hantras i denna. Totalt producerades 0,73 kg (ca 10L) gräsbiokol vid 550 C och 30 minuters uppehållstid vilket gav ett utbyte på 30 % (torr bas).



Figur 2. Bilden visar Bal med Ängsgräs från Malmö Stad längst till vänster. Krossat ängsgräs och gräsbiokol

Ålgräs fraktioner från Søuld

NSR AB kunde inte pelletera materialet så pelletering utfördes av Søuld. Pellets (gjorda av material från ”ryster bord”) pyrolyserades (550° C, 30 min) och biokol till ett utbyte av 37 % (torr bas) skapades.

Vid första försöket blev det stopp i gasledningen från pyrolysoverdelen med krav på rengöring som följd. Detta upprepades i nästa försök och nästa igen, varför beslut fattades att inte försöka pyrolysera mer av någon pellets av fraktionerna av ålgräs. Biokolet blev till synes bra och stoppet i gasledningen kan bero på en olycklig kombination av material och anläggning. Det kan alltså fungera utmärkt i en annan anläggning att göra biokol av ålgräs.



Figur 3. Bilden visar pellets av ålgräs från ryste bordet och biokol från denna ålgräsfraktion
Foto Kent Davidsson NSR

Julgran från Tomelilla

Vid jul 2024 fick Tomelilla kommun en gran från en invånare att använda som julgran på stadens torg. Granen var nerhuggen i november. Efter kontakt med SBH och NSR kom vi överens om att göra biokolstest-produktionen på granen.

Flis av endast granstam samt flis av stam och grenar av julgranen i Tomelilla levererades som två olika fraktioner till NSR i säckar. Storleken på flisen var ca 1-5 cm innan det sönderdelades i hammarkvarnen. Pelletering fungerade inte. Det kan ha berott på att fukthalten var för hög (52%) men test gjordes även med torrare material med lika dåligt resultat. Pyrolys genomfördes (550 °C 30 min) med malet men opelleterat material. Materialet fastnade på väggar i imatningstratten vilket gjorde att processen blev ineffektiv. Drygt 4 kg (70 liter) biokol producerades med ett utbyte på 26,7 % Den specifika ytan uppmättes till 104 m²/g.

Under våren 2025 testas granbiokolet i en trädplanteringstest med navellönnar på Torget i Spjutstorp.



Figur 4. Bilden visar flis av gran, krossad granflis och biokol från krossad granflisfraktion. Foto Kent Davidsson NSR

Vass från Vallensbaek

Vass (tagrör) från Vallensbaek kommun skördades under hösten 2024 och levererades till NSR. Vassbitar nedklippta till ca 10 cm bitar maldes i hammarkvarn. Försök gjordes med pelletering men det blev inte bra pellets. Orsaken härtill är okänd. Pyrolys (550 °C, 30 minuter) gjordes av opelleterat material. Materialet var fluffigt och svårmatat och processen blev ineffektiv. Ca 2,6 kg biokol tillverkades från vass till ett utbyte om 28 %.



Figur 5. Bilden visar krossad vass och biokol från vasskross. Foto Kent Davidsson NSR



I Tabell 3 är sammanställt utbyten av biokol och olja. Utbytet biokol inkluderar aska vilket gör att askrika råvaror får högre biokolsutbyte eftersom askan huvudsakligen återfinns i biokolet. Det är förväntat att gran innehåller betydligt mindre aska än de övriga råvarorna. Granstam ger ett biokolsutbyte som är betydligt lägre än det för ålgräs vilket är väntat. Utbytet är dock nästan lika högt som det för vass och gräs, vilket tyder på att benägenheten att bilda flyktiga ämnen som blir gas och olja är mindre för granstam. Utbytet av olja från granstam är bara ca hälften av motsvarande utbyte från vass och gräs.

Tabell 3. Utbyten på torr bas.

Test	Utbyte biokol	Utbyte olja
Ålgräs550	0,38	0,15
Gran550	0,27	0,14
Vass550	0,28	0,32
Gräs550	0,30	0,28

I Tabell 4 anges kemiska egenskaper för de testade materialen och deras biokol. Askhalten är synnerligen hög i biokol av ålgräs och låg i biokol av granstam, som följaktligen har högt kolinnehåll. Substansmängdförhållandet H/C är lägre än av EBC stipulerade 0,7 och de kan därför tjäna som kolsänka.

Tabell 4 Kemiska egenskaper för testade material och deras biokol.

Material	Askhalt	Kol	Väte	Kväve	H/C	pH
	% TS	% TS	% TS	% TS	mol/mol	-
Ålgräspellet	19,72	41,6	5,3	1,85	^a	^a
Ålgräsbokol	40,26	51,28	2,3	2,92	0,53	9,8
Granstam mald	0,70	51,6	5,8	0,17	^a	^a
Granstambokol	3,6	84,3	3,4	0,47	0,48	9,7
Vass malt	5,67	49,0	6,2	0,49	^a	^a
Vassbokol	20,83	70,9	2,9	1,3	0,49	9,4
Gräs malt	7,29	47,5	5,6	1,2	^a	^a
Gräsbokol	21,9	68,1	2,8	1,95	0,49	10,3

^a ej analyserat

I Tabell 5 anges halter av några metaller och andra grundämnen. En hög askhalt innebär generellt att askbildande ämnen har höga halter men halterna är inte nödvändigtvis proportionella mot askhalten. Biokol av ålgräs innehåller höga halter av fosfor, kalcium, natrium och kisel. Kaliumhalten är också ganska hög men särskilt magnesiumhalten är hög jämfört med andra biokol. Gissningsvis påverkas ålgräset av havsvattnets sammansättning. Biokol av gran har låg askhalt men ändå ganska hög kaliumhalt. Biokol av vass har väldigt hög kiselhalt; förmodligen på grund av kiselinnehållande strukturer som håller vasstrået uppe. Biokol av gräs innehåller kalcium, kalium och kisel i höga halter. Marken i Malmö är kalkrik,



vilket kan vara en förklaring. Kislet har förmodligen samma funktion som i vass. För jämförelses skull har gränsvärden för EBC-Agro (European Biochar Certificate class Agro).

Tabell 5. Halter (mg/kg torr) av några metaller och andra grundämnen i testade material och deras biokol (siffror inom parentes) samt gränser enligt EBC-Agro.

	Ålgräspellet	Granstam mald	Vass malt	Gräs malt	EBC ^a
Aluminium	3300 (4400)	55 (2200)	950	230 (1700)	-
Arsenik	1,9 (1,9)	<0,20 (0,6)	0,32	<0,20 (0,22)	13
Bly	3,1 (4,8)	0,14 (1,1)	1,3	0,45 (1,8)	120
Fosfor	5700 (38000)	130 (570)	1800	2100 (6800)	-
Järn	2600 (3800)	61 (510)	830	190 (1200)	-
Kadmium	0,89 (1,5)	0,22 (<0,040)	0,052	0,055 (0,083)	1,5
Kalcium	18000 (39000)	840 (3100)	5400	10000 (35000)	-
Kalium	8400 (17000)	2000 (7700)	4700	10000 (33000)	-
Koppar	6,7 (13)	1,7 (6,6)	9,0	4,1 (15)	100
Krom	21 (18)	<1,0 (10)	12	4,9 (47)	90
Kviksilver	<0,080 (<0,080)	<0,080 (<0,080)	<0,080	<0,080 (<0,080)	1
Magnesium	8000 (19000)	97 (400)	1200	1500 (4900)	-
Mangan	550 (1200)	24 (91)	100	63 (210)	-
Natrium	8300 (23000)	66 (260)	1200	230 (840)	-
Nickel	11(11)	<1,0 (6,8)	4,8 (5,9)	3,1 (25)	50
Titan	210 (270)	<50 (<50)	<50	>50 (99)	-
Zink	57 (96)	6,2 (25)	140	39 (100)	400
Kisel	30000 (34000)	550 (3300)	69000	8200 (30000)	-

^a gränsvärden enl. European Biochar Certificate class Agro.

Resultat och observationer

Sammanfattningsvis gick det att få fram fyra olika biokol av fyra olika biomassor i projektet med hjälp av testpyrolysmaskinen på NSR. Enligt de analyser som utförts av Eurofines på de olika biokolen skulle alla fyra kunna kvalificeras som EBC agro eftersom analysvärdena är lägre än rådande gränsvärden för EBC-Agro (European Biochar Certificate class Agro) dessutom har de alla substansmängdförhållandet H/C som är lägre än EBCs värde på 0,7 och de skulle därför kunna tjäna som kolsänka.

Detta är mycket positivt om man i förlängningen vill kunna använda dessa kommunala biomassor i lokala kommunala kretslopp och ta del av egen kolsänka alternativt använda dem i en affärsmodell där kommunen själv använder biokolen men säljer kolsänkan.



Tabell 6. sammanfattar resultaten av tester utförda på NSR

Biomassa	Metod	Erfarenhet	Utbyte
Græs	Gick att pelletera men var enklare att pyrolysera i hackad form	Gräs går att pyrolysera opelleterat.	30%
Ålegræs	Gick inte att pelletera på NSR. Pelleterat material från Söuld kördes med stora problem i testpyrolysen.	Svårt att pyrolysera ålgräs i denna typ av testpyrolys. Utbyte blir bättre med pyrolyserat material.	37 %
Tagrør (wass)	10 cm långa vassbitar hackades ner till mindre än 1cm	Svårt att pyrolysera då det var fluffigt material.	28 %
Julgran	Granflis 1-5 cm hackades ner till mindre än 1cm	Pelletering fungerade ej kan bero på fukthalten. Och gran krosset fastnade delvis i test pyrolysen	27%

Erfarenheter

Rätt förvaring av biomassorna är viktigt till exempel kan balat gräs lätt ruttna lätta på balen. Lösningen är att ta ut den mängd som ska användas för att torka innan det hackas i hammarkvarnen.

Pelletering kan vara utmanande och denna typ av förbehandling har orsakat många extra timmar i projektet.

Ålgräspelletts från Söuld gav stopp i gasledningen från pyrolysreaktorn med krav på rengöring som följd. Detta upprepades, varför beslut fattades att inte försöka pyrolysera mer av någon pellets av fraktionerna av ålgräs. Stoppet i gasledningen kan bero på en olycklig kombination av material och anläggning. Det kan alltså fungera utmärkt i en annan anläggning att göra biokol av ålgräs.



Opelleterat material som är fluffigt ger ineffektiv pyrolys process det går åt mer el mm för att få fram samma mängd biokol eftersom det inte får plats lika mycket ingångsmaterial som när ingångsmaterialet är pelleterat och har högre densitet.

Konklusion og perspektiver for videreudvikling

- För att få upp tillverkning av biokol från kommunala biomassor behöver man få bättre koll på förbehandling. När det gäller denna typ av testpyrolys behöver man kunna pelletera för att få till ett effektivt flöde i processen.
- Man behöver lägga ner mer arbete på förbehandling så som pelletering och krossning. Rätt fukthalt och ev tillsatser för att få bra pelletering.
- Fortsätt att testa olika typer av biomassor för att bygga upp kunskap om hur olika biomassor ska behandlas för att få till bra resultat.
- Att använda en mindre sofistikerad testpyrolys en sk batchpyrolys kan också vara ett sätt att lättare göra biokol men då kan man inte variera och designa biokolen beroende på vad man ska använda den till.