

Tagrør - Vass i biogasanlæg

Muligheder og betingelser

Tyge Kjær
Den 11. oktober 2024
Roskilde Universitet

1. Introduktion

Notatets formål er at fremlægge nogle data og overvejelser vedrørende nyttiggørelse af tagrør i **biogasanlæg**. Tagrør (*phragmites australis*) er en græssort, som kan blive indtil 4 meter høje; men der kan dog være store variationer i højden, som især afhænger af, hvor næringsrigt det pågældende vækstområde er. I en række tilfælde vil tagrør kunne høstes og anvendes som byggemateriale. Men er det ikke muligt af kvalitetsmæssige og logistiske grunde, så er spørgsmålet: Kan tagrør anvendes i biogasanlæg?

Figur 1. Tagrør (*phragmites australis*) som typisk vegetation i strandeng-områder.



I en række tilfælde er det nødvendigt at begrænse væksten af tagrør. Strandenge, vandløb, m.v. kan være domineret af høje græsser såsom tagrør, der kan medføre kraftig tilgroning, som kan nedsætte vandløbene funktioner, men også skabe en artsfattig natur, domineret helt af netop tagrør. Det kan udgøre en væsentlig forhindring for udvikling af en gunstig naturtilstand med høj biodiversitet. Høstning og fjernelse af tagrør kan således være et vigtigt led i vandløbs- og naturplejen. Det kan typisk finde sted ved grødeskæring og vedligehold af vandløb. (Billede fra Ølsemagle Strand i Køge Bugt).

Ved planlægningen Solrød Biogas A/S blev det forudsat, at tagrør kunne indgå som råvare til biogasanlægget, dog under forudsætning af, at materiales »... findeles mekanisk før tilførsel til et biogasanlæg«. ¹ En mekanisk findeling er en forudsætning for, at materiale kan indføres i biogasanlægget; men det har vist sig ikke at være tilstrækkeligt. Det er nødvendigt med en yderligere forbehandling, hvis anvendelsen af tagrør-

¹) Jvf. *Udnyttelse af tang og restprodukter til produktion af biogas*. Fase 1: Forundersøgelse; Solrød Kommune; 2010, se især s. 13.



Power Bio



materialiet skal bidrage med et tilstrækkeligt udbytte af biogas. Det skal belyses nærmere i det efterfølgende.

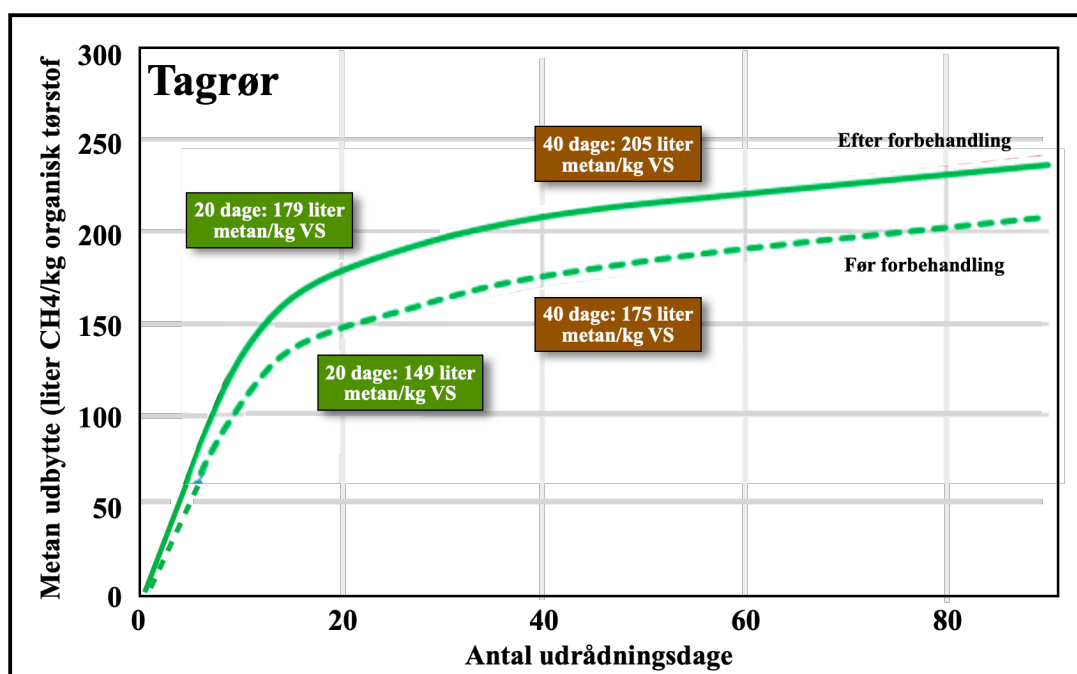
2. Forbehandling af tagrør til biogasanlæg

Der er gjort en række forsøg på forbehandling af forskellige typer af biomasse til biogasanlæg. Der kan være flere formål med forbehandlingen, hvor de tre vigtigste er

- (1) at gøre biomaterialet mere tilgængeligt for metan bakterierne,
- (2) at øge udrådningshastigheden, således at man kan reducere opholdstiden i biogasreaktoren for den pågældende biomasse, og
- (3) sænke viskositeten, dvs. træghed i omrøringen. Den gængse biogasteknologi er baseret på kontinuert omrøring, hvor man typisk regner med et maksimalt tørstofindhold på 12%, ellers kan biomassen ikke røres rundt. Omrøringen afhænger imidlertid af viskositeten, hvor høj viskositet giver stor træghed i omrøringen. Hvis man kan sænke viskositeten – altså trægheden – kan man tilføre mere organisk materiale til biogasreaktoren end de f.eks. 12%, og derved få et højere gasudbytte over tid.

Tagrør hører til de mange typer af biomasser, hvor en forbehandling vil være en stor fordel, som det er illustreret i nedenstående figur. Figuren viser tagrør, som er forbehandlet med en AST grinder (en type af kværn) i sammenligning med tagrør, der ikke er forbehandlet med en grinder.

Figur 2. Biogas udbytte for tagrør uden og med forbehandling. Gasudbytte opgjort som liter metan pr. kg organisk tørstof med gasudbyttet summeret opholdstiden i biogasreaktoren (antal udrådningsdage), hvor der i forbehandlingen er anvendt en grinder (kværn).²



²⁾ Figuren er baseret på figur 18 i: Henrik B. Møller & Kurt Hjort-Gregersen: *Optimal forbehandling af halm og andre tungt omsættelige biomasser til biogasproduktion*; Århus Universitet og Agro-Tech; marts 2021, s. 23, som sammenligner udbyttet ved forbehandling sammenlignende af hvedehalm, miscanthus og tækkerør/tagrør. Her er kun medtaget oplysninger om tagrør/tækkerør. Som forbehandlingsmetode er anvendt en AST Grinder, som fungerer som en form for findelende kværn.

Inden kværning af tagrørerne med en AST Grinder er tagrørerne i begge portioner mekanisk neddelte, dvs. behandlet i et anlæg med to roterende 'skruer', som opblander og neddelte tagrørerne i længder på typisk 5-15 cm.

Sammenligning i figur 2 går således på effekten ved forbehandling med kværnen AST Grinder. Uden forbehandling viser figuren, at man efter 20 dages ophold til biogasreaktoren kan nå et gasudbytte på 149 liter pr. kg organisk tørstof. Med forbehandlingen øges gasudbyttet til 176 liter for de samme 20 dage, svarende til en stigning på 18,1%.

Tilsvarende for 25 dages opholdstid i biogasanlægget: Efter 25 dages ophold uden forbehandling er gasudbyttet på 163 liter, som med den nævnte forbehandling øges til 195 liter, svarende til en stigning på 19,6%. Efter de 25 dage løber kurverne stort set parallelle, som betyder, at forbehandlingen ikke længere bidrager til en øget biogasproduktion udover de første 20-25 dage.

3. En mulig konklusion på tagrør i biogasanlæg

Som nævnt har forbehandlingen af de 'vanskelige' biomasser tre fokuspunkter, som nævnt i introduktionen til det foregående afsnit, nemlig:

- (1) **Tilgængelighed:** Det samlede kurveforløb viser en større gasproduktion over hele forløbet. Stigningen i begyndelsen bliver ikke modsvaret af et senere fald. Samlet set bliver der produceret mere.
- (2) **Udrådningshastigheden:** Man får en hurtigere udrådning. I de første 25 dage er kurveforløbet mere stejlt, svarende til en hurtigere udrådning. Uden forbehandling vil man først efter 70 dage få samme gasmængde, som den man kan opnå efter 25 dage med den nævnte forbehandling. Det skaber en betydelig økonomisk fordel.

Med en afregningspris på 5,92 kr. pr. m³ biogas (metan) vil man for 1 tons organisk tørstof opnå en merfortjeneste på 189,44 kr. Men ikke nok med det; man vil også kunne køre mere materiale igennem til samme afgasningsniveau. Man vil kunne køre 2,8 gange så meget materiale igennem (opholdet på de 25 dage overfor de 70 dages ophold i biogasreaktoren).³

Uden forbehandling vil man efter 70 dage stå med en gasindtægt på **1.154 kr.** på anlægget. Med forbehandling vil man på samme periode stå med en gasindtægt på **3.232 kr.** på anlægget i kraft af, at der kan køres mere igennem; netop fordi der i samme periode – de 70 dage - kan køres 2,8 gange så mange råvarer igennem til **det samme udrådningsniveau**. Det giver en indtægt, der er 2,8 gange højere for det samme anlæg.

Den større gasindtægt skal selvfølgelig vurderes i sammenhæng med omkostningerne til forbehandlingen og eventuelle udgifter til leverance og modtagelse af råvaren. Omkostninger til forbehandlingen afhænger dels af prisen for forbehandlingsanlægget, udnyttelsesgraden af anlægget, el-, brændstof- og timeforbrug på anlægget.

Det er vanskeligt uden konkret anlæg at sige noget om forbehandlingsomkostningerne; men det skønnes, at forbehandlingsudgifterne kan holdes til under **190-240 kr. pr. tons**

³⁾ **Kilde:** Prognoser for afregning af opgraderet gas pr. 1. september 2024, udarbejdet af Biogas Danmark. Prisen på 5,92 kr./m³ metan indeholder markedspris og grundtilskud, som modregnes et mindre beløb for den såkaldte 'overkompensation'. Priserne i 2025 forventes at blive 6,53 kr. pr. m³ metan. Bemærk, at enheden er skiftet fra liter metan pr. kg organisk tørstof til m³ metan pr. tons organisk tørstof.

organisk tørstof, som giver en god margin i forhold til den ovenfor anførte merindtægt på 1.154 kr. pr. tons organisk tørstof.⁴

Det tredje formål med forbehandlingen kan være at øge omrøringsmuligheden, selv med stigende tørstofindhold:

- (3) **Træghed i omrøringen** – viskositeten. Den er ikke undersøgt. Viskositeten – træghed i omrøringen har betydning for, hvor høj en tørstofprocent, der kan anvendes i biogasanlægget. Faldende viskositet (faldende træghed) betyder alt andet lige potentiale for et højere gasudbytte pr. anlægstime..

Konklusion: Forbehandling af tagrør er en god ide; det vil betyde et større gasudbytte, som økonomisk står helt sikkert mål med omkostninger til forbehandling. Det forventede gasudbytte efter forbehandling på de 195 liter pr. kg organisk tørstof ligger på linje med det typiske udbytte for tilsvarende råvarer.⁵

4. Efterskrift - Forbehandling

Forbehandling er mange ting. Vi har mekaniske, termiske og biologiske forbehandlingsmetoder, der er under forsat udvikling som følge af den stigende interesse for anvendelse af de alternative, men 'besværlige' biomasser. Der er to grundmetoder:

Den **ene type** af behandling består i, at hele den tilførte biomasse eller udvalgte fraktioner sendes gennem en forbehandling før materialet føres ind i biogasanlægget. Hele den 'besværlige' biomasse forbehandles.

Den **anden type** består, at den del af biomasse, som efter nogen tids ophold i biogasreaktoren ikke er omsat, trækkes ud og sendes gennem en forbehandling og for dernæst at blive sendt retur til biogasreaktoren. Ved den type af forbehandling er der kun en mindre del af den samlede biomasse, som sendes gennem forbehandlingen, som på den måde bidrager til at sænke forbehandlingsomkostninger. Forsøg med denne selektive forbehandling vil blive rapporteret i et efterfølgende notat.

Denne undersøgelse handler kun om anvendelse af tagrør i biogasanlæg. Tagrør af god kvalitet kan som bekendt bruges som byggemateriale (tagdækning, underlag til pudser af vægge, fiberprodukter, o.lign.), hvor disse anvendelser selvfølgelig må gå forud for brugen af tagrør i biogasanlæg, som kræver, at tagrørene kan høstes med tilstrækkelig kvalitet.

⁴) I rapporten **Biomasse Forbehandling og optimering** er der angivet en række forbehandlingspriser. Her skal nævnes udgifterne for neddeling og grinding, som omfatter omkostninger til el, diesel, reparation og vedligehold, bemanding og øvrig drift samt forrentning og afskrivning; samlet opgøres omkostningen til 164,90 kr. pr. tons organisk tørstof. Priserne er fra 2021; vi må regne med prisstigninger, men omkostningen forventes ikke at være mere end 190-240 kr.; jvf. **Biomasse Forbehandling og optimering. Energi- og omkostningsoptimering af bionaturgasproduktion**; EUDP j.nr. 64018-0512; Århus Universitet, februar 2021, s. 16-18.

⁵) Gasudbytte kan være svært at sammenligne, fordi de afhænger af den specifikke sammensætning. Men de 195 m³ metan pr. tons organisk tørstof for tagrør kan sammenlignes med 180 m³ metan pr. tons organisk tørstof i gylle; forskellige halmprodukter – direkte og forbehandlet – vil typisk variere fra 220 m³ til 280 m³. Vedrørende halm, se **Brug af halm i biogasanlæg**; Seges Innovation og Århus Universitet, oktober 2022, bilag 2, tabel 19, s. 79-80. Der findes råvarer med et betydeligt højere gasprocent, f.eks. »glycerin«, hvor man i nogle tilfælde kan forvente et udbytte på over 500 m³ metan pr. tons organisk tørstof. I denne sammenhæng bør man være opmærksom på, hvad råvarerne koster: Er der tale om indkøb eller ydes der et modtage- og behandlingsgebyr?