

Notat



POWER BIO

Tagrør i biogasanlæg

Udarbejdet af Roskilde Universitet



Interreg



Medfinansieret af
Den Europæiske Union

Øresund-Kattegat-Skagerrak

REGION
Sjælland
- vi er alle på vej

Tagrør 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.

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 betyde en artsfattig natur, domineret helt af f.eks. tagrør. Det kan udgøre en væsentlig forhindring for udvikling af en gunstig naturtilstand med høj biodiversitet. Høstning/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).

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 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-materialet skal bidrage med et tilstrækkeligt biogas-udbytte. Det skal belyses nærmere i det efterfølgende.

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

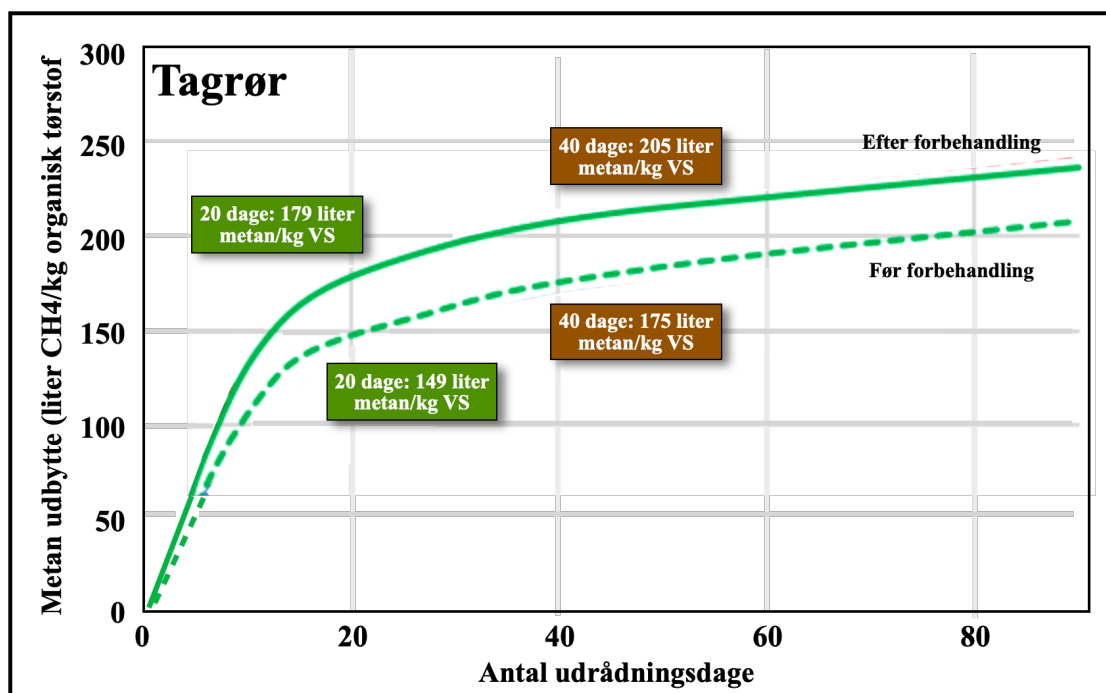
2. Forbehandling af tagrør

Der er gjort en række forøg på forbehandling af forskellige typer af biomasse. Der er 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 den mange type af biomasse, hvor en forbehandling vil være en stor fordel, som det er illustreret i nedenstående figur. Figuren sammenligner tagrør, som ikke er forbehandlet med tagrør, der er forbehandlet. I begge tilfælde – uden og med forbehandling – er tagrørene indledningsvist findelt mekanisk.

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



Som nævnt er tagrørene i begge tilfælde mekanisk findelt. Uden forbehandling viser figuren, at man efter 20 dages ophold til biogasreaktoren kan nå et gasudbytte på 149

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.

liter pr. kg 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 biogas-anlægget: Efter 25 dages ophold uden forbehandling er gasudbyttet på 163 liter, som med forbehandlingen 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 bidrager til en yderligere biogasproduktion efter de første 20-25 dage.

3. En mulig konklusion

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 en forbehandling. Det har en betydelig økonomisk implikation.

Med en afregningspris på 5,92 kr. pr. m³ vil man for 1 tons 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 **samme udrådningssniveau**. Det giver en indtægt der er 2,8 gange højere.

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

- (3) **Træghed i omrøringen** – viskositeten. Den er ikke undersøgt. Viskositeten – træghed i omrøringen har betydning for, hvor høj en tørstofprocent, der kan

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 tørstof til m³ metan pr. tons tørstof.

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 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.

anvendes i biogasanlægget. Faldende viskositet (faldende træghed) betyder alt andet lige potentiale for et højere gasudbytte pr. tid.

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 tørstof ligger på linje med det typiske udbytte for tilsvarende råvarer.

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 forskellige 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.
