

## Estimering af omkostninger til opgradering af biogas

Notat  
December 2018

NOTAT

## Estimering af omkostninger til opgradering af biogas

### 1. Baggrund

Når der bygges nye biogasanlæg, vælger ejeren oftest at opgradere den producerede biogas til bionaturgas, som kan injiceres i naturgasnettet. Når anlægsejeren tidligere skulle overveje, om den øgede investering i et opgraderingsanlæg kunne betale sig i forhold til den øgede salgspris af gasen, så var tommelfingerreglen, at man skulle regne med at det kostede en lille krone per kubikmeter metan. Men årene er gået siden, og leverandørerne af opgraderingsanlæggene har forbedret og effektiviseret deres processer flere gange siden. Derfor trænger tommelfingerreglen om den lille krone per kubikmeter metan til at blive opdateret.

### 2. Arbejdsprocessen

Alle opgraderingsanlæg i Danmark er baseret på en af de tre følgende teknologier: amskrubber, vandskrubber og membran. For at opdatere estimatet, for hvor meget det cirka koster at opgradere biogassen, må der derfor nødvendigvis ses på alle tre teknologier. I den forbindelse har der været taget kontakt til tre forskellige leverandører af opgraderingsanlæg:

- Ammongas, som producerer aminanlæg
- Malmberg, som producerer vandskrubberanlæg
- Puregas Solutions, som producerer både amin- og membranlæg.

De tre firmaer er blevet bedt om investeringsomkostninger og driftsomkostninger til at bygge anlæg ud fra følgende forudsætninger:

- Kapacitet på henholdsvis 500 og 1500 Nm<sup>3</sup>/h bionaturgas.
- 60 % metan (våd basis) i biogassen
- 2000 ppm H<sub>2</sub>S før svovlrensning
- Den opgraderede gas skal leve op til krav til injektion i naturgasnettet.

Opgraderingsleverandøren har selv valgt, hvilken metode de vil bruge til at fjerne H<sub>2</sub>S med. Det antages desuden, at hele anlægget (både biogasanlæg og opgraderingsanlæg) skal bygges fra nyt, således at der kan opnås de økonomiske fordele ved at kunne integrere varme og ved at dele udstyr som fx kedel i det omfang, som det er muligt.

Der tages desuden ikke hensyn til udgifter ved uheldig drift af anlægget som medfører ekstraudgifter til reparation eller udskiftninger. Dette kunne eksempelvis være nye typer af biomasse til biogasproduktionen, som medfører VOC eller øget indhold af svovl i biogassen, som begge er giftige for membraner i membranlæg. Det bemærkes dog, at udskiftning af membraner er dyrt og kan løbe op i et millionbeløb afhængig af størrelse og type.

### 3. Varmeintegration og varmekilde

I forbindelse med de oplyste priser har det været nødvendigt at tage hensyn til, at nogle opgraderingstyper har mulighed for at genanvende noget af varmen fra processen til at nedbringe varmeforbruget til biogasproduktionen. På denne måde kan de reelle omkostninger til opgraderingen sænkes. Dette drejer sig især om aminanlæg, som har et meget stort varmeforbrug, og som derfor er afhængig af varmegenanvendelse for at holde energiudgiften nede. Hvor meget varme, der kan genbruges, afhænger af det enkelte anlæg og dets muligheder og behov, men det er oftest muligt at genanvende i hvert fald 40 % af varmen fra aminprocessen, og i mange tilfælde kan mere end 80 % af varmen genbruges. Der er derfor i forbindelse med beregning af driftsudgifter beregnet omkostninger ved hhv. 40 % og 80 % varmegenanvendelse. Der vil ikke blive regnet på 0 % varmegenindvinding, da driftsøkonomien for aminteknologien ifølge leverandøren ikke er konkurrencedygtig under disse forhold.

En anden vigtig faktor at tage hensyn til er, hvilket brændsel der benyttes til at fremstille den nødvendige varme. Naturgas er et dyrere brændsel, men kedler til naturgas er relativt billige i både drift og investering. Biomasse som fx halm er et væsentligt billigere brændsel, men kedlen er dyrere, og der kan være behov for mere bemanding og vedligehold. Da en rundringning til aminanlæg i Danmark har vist, at cirka halvdelen af anlæggene bruger naturgas, mens den anden halvdel bruger en form for biomasse, vil der her blive regnet på både halm og naturgas som brændsel.

Endelig sælges mange membranlæg også med varmegenanvendelse. Da membranprocessen kører ved højt tryk, benytter mange anlæg sig af at bruge overskudsvarmen fra kompressoren til biogasprocessen, selvom dette kræver lidt dyrere kompressorer. Afhængig af om biogasprocessen ellers ville være blevet opvarmet af en naturgas- eller biomassekedel, vil varmegenindvindingen medføre forskellige driftsøkonomiske besparelser for opgraderingsprocessen.

### 4. Estimering af svovlrensningens udgifter

Der findes en række forskellige måder at rense svovlen ud af biogassen på:

- Fældning med jernforbindelse og/eller ilt under biogasproduktionen
- Kulfilter før eller efter opgradering
- Biologisk rensning før eller efter opgradering
- En kombination af en eller flere af ovenstående.

På baggrund af leverandørernes anbefalede metode til svovlrensning er udgifterne til svovlrensning blevet estimeret ud fra [1]. Reaktion med ilt er billigere end fældning med jernforbindelse, men priser for dette er ikke inkluderet i [1]. Prisen for dette er derfor estimeret ved at trække omkring 30 % fra prisen med jernklorid.

Svovlrensning for amin- og vandskrubberanlæg er beregnet, ud fra at svovl udelukkende fjernes med biologisk rensning af afkastet samt et polishing-filter på naturgassen inden injektion. Dette svarer til en udgift på 2-3 øre/Nm<sup>3</sup> biogas. For membranlægget er svovlrensning regnet for fældning med jern og ilt efterfulgt af et kulfilter inden opgradering, hvilket estimeres til at koste 7-8 øre/Nm<sup>3</sup> biogas.

Der ses ikke på rensning af VOC'er i dette notat, men havde gassen indeholdt større mængder VOC'er, havde der været en ekstraudgift til VOC-fjernelse for membran- og vandskrubberanlæg. Det er typen af biomasse, som er afgørende for, om der kommer VOC i den producerede biogas.

## 5. Estimering af resterende omkostninger og forudsætninger

Da opgraderingsleverandørerne naturligvis kun kan udtale sig om deres del af leverancen af opgraderingsanlægget, så ligger der nogle udgifter, ud over hvad opgraderingsleverandørerne har oplyst. Dette drejer sig om fundament under anlægget, trækning af gasrør, kloakering, vandforsyning, elforsyning, en form for professionel rådgivning samt byggerenter, mens byggeprojektet står på.

Da det har ligget uden for dette projekts målsætning at sætte sig ind i de finere detaljer om dette, er der taget udgangspunkt i de faktiske udgifter fra fire opgraderingsanlæg (med forskellig kapacitet, type og lokation) for at estimere priser for disse dele. De antagne værdier for de to oplyste anlægsstørrelser er oplyst i tabellen nedenfor.

Tabel 1 Estimerer for udgifter til byggeudgifter

	500 m <sup>3</sup> /h bionaturgas	1500 m <sup>3</sup> /h bionaturgas
Fundament, mio. kr.	0,1 – 0,3	0,3 – 0,5
Gasledning til/fra anlæg, mio. kr.	1,0 – 3,0	1,0 – 3,0
Kloak og vandforsyning, mio. kr.	0,05 *	0,1 *
El-tilslutning, mio. kr.	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0
Rådgivning, mio. kr.	0,1 – 0,3	0,1 – 0,5
Byggeperiode, måneder	10	10
Byggerente	6 %	6 %
Afbetalingstid på lån, år	10	10
Rente på lån	6 %	6 %

\* Ingen vandforsyning til membranlæg

Ud over disse omkostninger er der antaget følgende værdier for prisen på vand, el, halm og naturgas til processen samt driftstimer og timeløn til de ansatte:

Tabel 2 Brændværdier og priser for brændsel, el og vand

Nedre brændværdi, halm	14 MJ/kg
Halmpris	500 kr./ton
Nedre brændværdi, naturgas	39,6 MJ/Nm <sup>3</sup>
Naturgaspris	3,5 kr./Nm <sup>3</sup>
Elpris	0,65 kr./kWh
Vandpris	45 kr./m <sup>3</sup>

Endelig er der tillagt 25 timers arbejde årligt til service ud over de daglige tjek. Dertil er lagt 12 timers daglig bemanning i de dage, hvor anlægget har uplanlagt nedetid. Der antages en fakturerbar timeløn på 400 kr./time. Endelig er der afsat 200-300.000 kr. årligt til udskiftning af reservedele, såfremt dette ikke er inkluderet i serviceaftalen.

Efter opgraderingen af biogas til bionaturgas ligger der også en mindre udgift (udstyr og driftsudgifter) til kontrol af bionaturgassen, inden den kan injiceres i naturgasnettet. Denne udgift ligger uden for dette notats fokus og er derfor **ikke** medtaget i de oplyste priser.

## 6. Beregning af pris for opgradering af biogas

På baggrund af ovenstående antagelser og informationer fra anlægsleverandører, er der beregnet følgende priser for opgraderingen af biogas til bionaturgas:

- Mindre anlæg med produktion på 500 Nm<sup>3</sup>/h bionaturgas: 65-90 øre/Nm<sup>3</sup> metan til CAPEX & OPEX, hvortil der skal lægges 15-30 øre/Nm<sup>3</sup> for svovlrensning og diverse byggeudgifter (fundament, gasrør, byggerenter m.m.).
- Større anlæg med produktion på 1500 Nm<sup>3</sup>/h bionaturgas: 35-60 øre/Nm<sup>3</sup> metan til CAPEX & OPEX, hvortil der skal lægges 10-20 øre/Nm<sup>3</sup> for svovlrensning og diverse ekstra byggeudgifter.

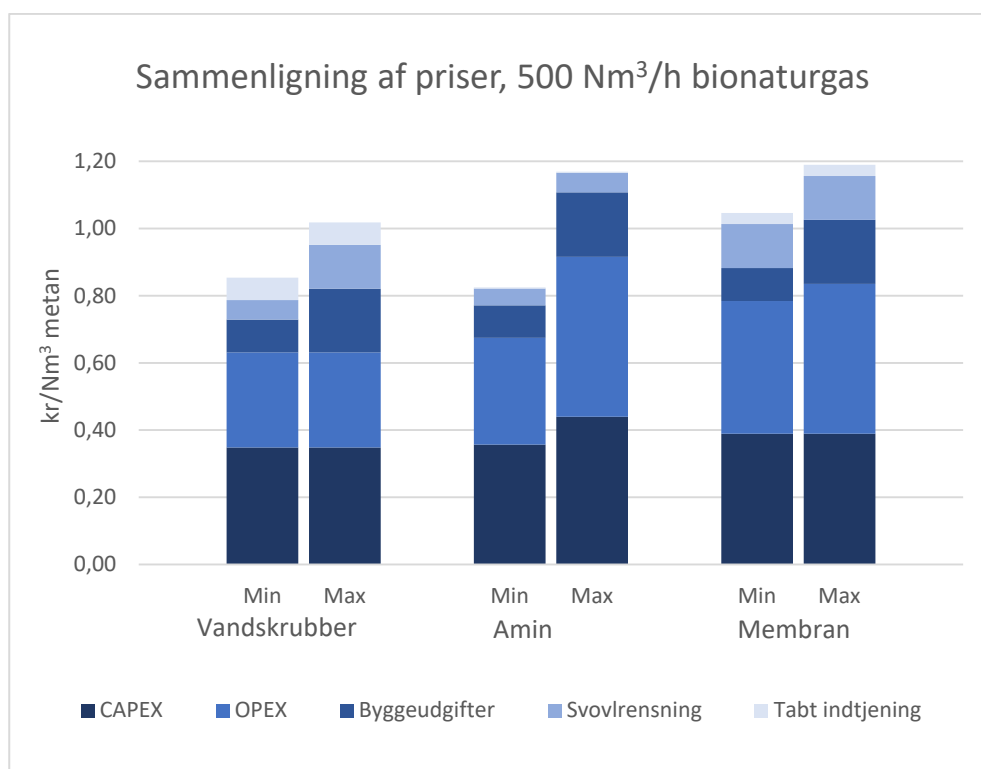
Dermed ligger priserne for især de større anlæg tydeligt under den tidligere "lille krone" pr. kubikmeter. Der ses også en klar stordriftsfordel, hvor større anlæg har væsentligt lavere driftsomkostninger. Disse priser er dog også afhængige af finansieringen. En længere afbetalingsperiode på 15 år vil således sænke priserne med 2-4 øre/Nm<sup>3</sup> metan, mens en højere rente på 8 % vil hæve priserne med 5-10 øre/Nm<sup>3</sup> metan. Bedre finansieringsmuligheder til opgraderingsanlæg kan dermed sikre bedre økonomi for biogasopgradering samt forbedre anlægsejernes muligheder for at investere i større og mere energieffektive anlæg med dertilhørende økonomiske stordriftsfordele.

## 7. Sammenligning af priser på tværs af teknologier

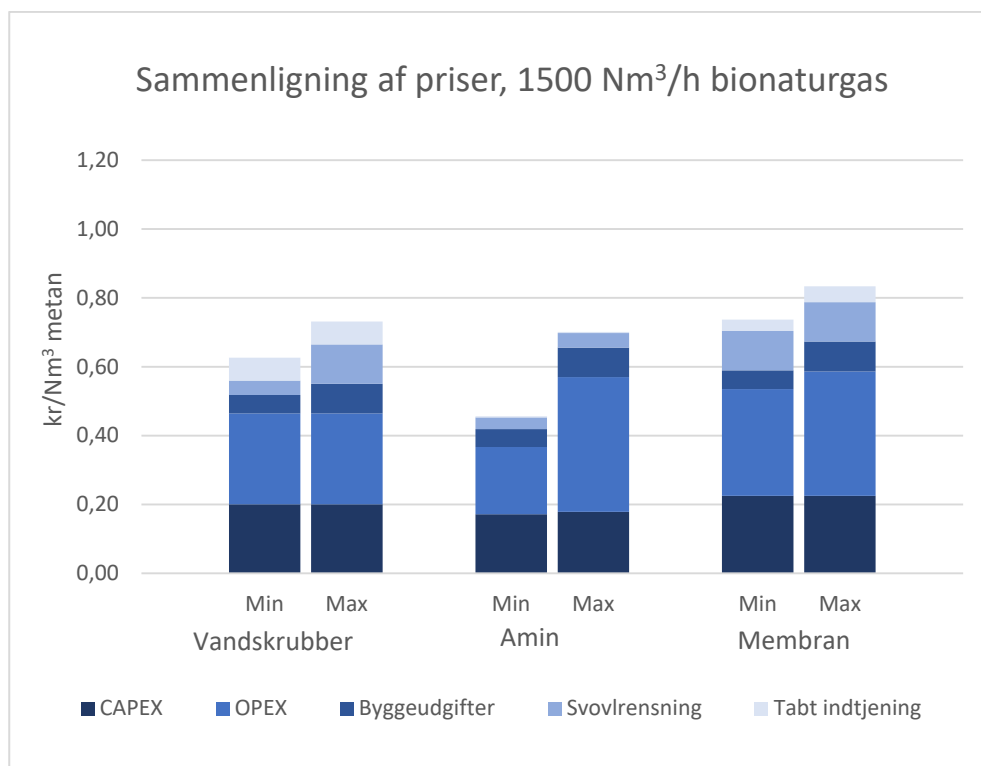
Ønsker man at sammenligne priserne på tværs af opgraderingsteknologierne, er det nødvendigt at tage en ekstra faktor med, nemlig tabt fortjeneste. Der ses på to typer tabt fortjeneste for opgraderingsprocessen:

- Metantab, dvs. hvor meget metan der tabes gennem den bortrensede CO<sub>2</sub>-strøm. Her har vandskrubberanlæggene et relativt højt metantab (1 %), mens membran anlæg har et lidt mindre (0,5 %) og aminanlæg et meget lavt metantab (0,05 %).
- Nedetid for anlægget, dvs. den tid hvor opgraderingsanlægget er årsag til nedlukning af produktionen, og hvor der derfor ikke kan sælges bionaturgas. Alle leverandørerne garanterer samme opetid på 98 % som standard, så dette giver ingen forskel på resultatet. Forskelle i opetid har dog stor betydning, da hver 1 % lavere opetid svarer til en tabt indtjening på 7 øre/Nm<sup>3</sup>.

Når disse to faktorer tages med i regnskabet, kan der ses en prissammenligning på figur 1 og 2, hvor minimal- og maksimalpriserne for de to størrelser anlæg fremgår.



Figur 1 Minimum- og maksimumpriser for de tre typer opgraderingstyper for et mindre opgraderingsanlæg.



Figur 2 Minimum- og maksimumpriser for de tre typer opgraderingstyper for et større opgraderingsanlæg

Som det ses af Figur 1 og 2, har aminanlæggene potentialet til at være billigst – især for større anlæg – hvis forudsætningerne er optimale, dvs. høj varmegenindvinding og et billigt biobrændsel. I tilfælde, hvor det kun er muligt at genanvende en mindre del af varmen fra aminanlægget, ligger priserne nogenlunde på niveau med hinanden.

Det bemærkes også, at mens CAPEX er relativt ens for alle opgraderingsteknologier, er det især forskellen i OPEX og svovlrensning, som er årsag til udsving mellem de forskellige teknologier. Tabt indtjening spiller en relativt lille rolle, så længe alle anlægstyper garanterer samme opetid, selvom det dog bidrager til en vis forskel mellem vandskrubberanlæg (som har størst metantab) og aminanlæg (som har mindst).

## 8. Referencer

- [1] Miljøprojekt nr. 1796, "Svovlemissioner fra anvendelse af biogas", B. K. Eliassen, T. Kvist, Miljøstyrelsen, 2015