



Gassystemets gevinst for samfundet i 2035

12. november 2015
BDO/DGR

Indhold

1.	Indledning	1
2.	Resumé af resultater.....	2
3.	Beregningsituationer	3
3.1	Uden gassystemets muligheder	4
4.	Analyseresultater.....	5
4.1	CO ₂ -udledning.....	5
4.2	Gasmængder	5
4.3	Samfundsøkonomiske meromkostninger.....	7
4.4	Følsomhedsanalyser.....	8
5.	Forudsætninger	9

1. Indledning

I den langsigtede planlægning af energisystemet i Danmark spiller gassystemet en afgørende rolle i forbindelse med sammentænkning af energisystemer. Gassystemet muliggør en effektiv – næsten tabsfri – transmission, distribution og lagring af energi til nuværende som nye forbrugssegmenter og kan dermed også formidle transport og lagring af opgraderet biogas og andre VE-gasser.

Da gasforbruget forventes at falde væsentligt på længere sigt, er det imidlertid aktuelt at se på værdien af gassystemet i forhold til systemets omkostninger. Værdien af gassystemet i 2035 er i dette notat beregnet som den samfundsøkonomiske lønsomhed. Notatet beskriver analyser af de samfundsøkonomiske omkostninger ved energisystemer med og uden de muligheder for transport og lagring af gas, som et sammenhængende gassystem indebærer.

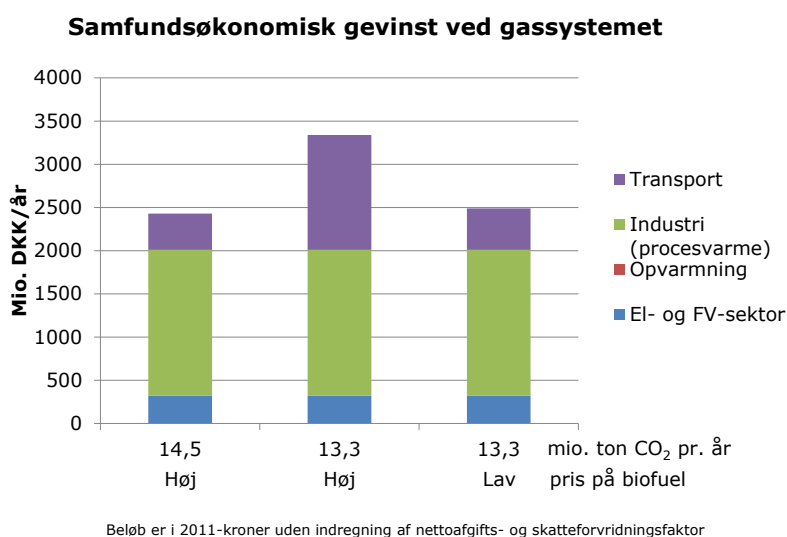
Analysen er afgrænset, så der ikke ses nærmere på betydningen af mulige regionale VE-gasnet (biogas/syntesegas) med eller uden samspil med det overordnede gasnet. Analysen er desuden afgrænset, så der ikke ses på værdi af gas-systemet til international transit af gas, herunder både forsyning af Sverige, Tyskland og potentiel forbindelse mellem Nordsøen og Polen via det danske system. Medtagelse af transit i analysen vil øge værdien af gassystemet.

Analysen er baseret på beregningssituationer i Energinet.dk's værktøj, ADAPT, jf. afsnit 5, der omfatter energibalancer og opgørelser af samfundsøkonomiske omkostninger for de enkelte teknologier og for hele det danske energisystem.

Resultaterne er kort resumeret i afsnit 2. I afsnit 3 er analysens beregningssituationer opstillet og uddybet. Analyseresultaterne er nærmere beskrevet i afsnit 4 efterfulgt af en oversigt over forudsætninger i afsnit 5.

2. Resumé af resultater

Opgørelser af nettoomkostninger for energisystemet inklusive transportsektoren viser, at gassystemet medfører en samlet samfundsøkonomisk gevinst på ca. 3,3 mia. kr./år i 2035 i en situation med uafhængighed af fossile brændsler til produktion af el og varme, jf. Figur 1. Denne gevinst beregnes, når alternativer til gassen i situationen uden gassystemet vælges sådan, at CO₂-udledningen er på samme lave niveau som i referencesituationen med gassystemets muligheder og omkostninger. Den lave CO₂-udledning uden gassystemets muligheder er beregningsmæssigt opnået ved konverteringer til biobrændstoffer i transportsektoren.



Figur 1 Samfundsøkonomisk gevinst i 2035.

Hvis denne konvertering i transportsektoren ikke finder sted, og omkostningerne ved merudledningen af CO₂ på ca. 1,1 mio. ton/år ikke medregnes, vil gassystemet medføre en gevinst på 2,4 mia. kr./år i 2035. Dette resultat beregnes også i en følsomhedsanalyse med en lavere pris på biobrændstoffer, der er konkurrencedygtig med fossile brændstoffer, jf. Figur 1. Prisen på biobrændstoffer har altså signifikant betydning for resultatet.

I analysen er det forudsat, at transportsektorens gasforbrug udgør 21 PJ i 2035. Senere vurderinger har vist, at dette forbrug på nuværende tidspunkt må forventes at blive væsentligt lavere. Transportsektorens bidrag til den samfundsøkonomiske gevinst kan derfor være væsentligt lavere end beregnet. Bidragene fra industrien samt el- og fjernvarmesektoren (helt uden indregning af transportsektoren) udgør dog tilsammen ca. 2 mia. kr./år, som det fremgår af Figur 1.

Cirka halvdelen af de 3,3 mia. kr./år hidrører fra procesvarme til industrien, der i analysen antages at skulle bruge gasolie, hvis ikke der forsynes fra gassystemet eller konverteres til biomasse.

Beregningen af værdien af gassystemet er i høj grad afhængig af mulighederne for konvertering til biomasse i industrien, hvorfor der som udgangspunkt er regnet med en tilnærmet, samlet udnyttelse af biomasse svarende til det danske biomassepotentiale. Konvertering af hele industriens gasforbrug til biomasse ved import af biomasse, medfører imidlertid et vist behov for fremstilling af gasformige eller flydende brændsler baseret på biomassen til højtemperaturprocesser. Omfanget heraf og de samlede omkostninger ved en sådan konvertering er ikke nærmere vurderet i analysen.

Omkostningsbasen for transport af gas består i væsentlig grad af faste omkostninger uafhængigt af gasmængden. I henhold til energiforligsanalyserne kan visse omkostninger i distributionsleddet reduceres ved bortfald af forbrugssegmenter, såsom gas til husholdninger. Der er taget udgangspunkt i enhedsomkostninger oplyst af Energistyrelsen, så omkostningsbasen her er regnet proportionalt med gasmængden. Samlet er omkostningsbasen beregnet til ca. 760 mio. kr./år, hvilket overslagsmæssigt er ca. 5 pct. lavere end tal anvendt i forbindelse med moderniseringsanalysen.

Alle resultater i dette notat er i 2011-kroner og beregnet uden nettoafgifts- og skatteforvridningsfaktor.

Afgrænsningen af analyserne betyder, at der er behov for yderligere regionale/geografiske analyser for at vurdere betydningen af en mulig udvikling af regionale VE-gasnet med eller uden samspil med det overordnede gasnet.

3. Beregningssituationer

Der er gennemført samfundsøkonomiske beregninger for følgende beregningssituationer i 2035, der alle forudsætter uafhængighed af fossile brændsler til el og varme:

- A. Med et gassystem (reference).
- B. Uden gassystemets muligheder og omkostninger og uden yderligere krav til CO₂-udledningen.
- C. Uden gassystemets muligheder og omkostninger, men med krav om samme lave CO₂-udledning som i referencesituationen (A).

Beregningerne for situationerne B og C uden gassystemets muligheder er gennemført med og uden krav til CO₂-udledningen i forhold til

referencesituationen, fordi der specielt i transportsektoren er flere alternativer til gas – både fossile og VE-baserede brændstoffer. Det er imidlertid beregningen for situation C med samme CO₂-udledning som i referencen, der reelt udtrykker omkostningerne ved ikke at kunne trække på gassystemet.

Beregningerne er blevet suppleret med følsomhedsanalyser og overvejelser, der forholder sig til:

- Lavere priser på biobrændstoffer til transportsektoren
- Anvendelse af VE-gas lokalt i transportsektoren
- Alternative brændsler til procesvarme.

Alle analyserne er foretaget med værktøjet, ADAPT, der anvender SIVAEL til simulering af el- og fjernvarmesektoren.

3.1 Uden gassystemets muligheder

Til at beskrive et energisystem, der ikke kan trække på gassystemets muligheder, er der følgende antagelser opstillede (hvor antagelserne også omfatter referencesituationen, fremgår det af teksten):

- VE-gas til individuel opvarmning af boliger og erhvervslokaler erstattes af biomasse (træpillefyr) allerede i referencesituationen, da dette er samfundsøkonomisk effektivt. Det er den privatøkonomisk optimale udbygning med individuelle varmepumper, der i referencen fastlægger mængden af VE-gas. Forceret konvertering til varmepumper frem mod 2035 vil give lavere samfundsøkonomiske omkostninger, hvilket vil kunne opnås uafhængigt af gassystemets muligheder.
- Ca. 50 pct. af VE-gassen til procesvarme erstattes af biomasse. De resterende ca. 1,5 PJ VE-gas fastholdes, da en del af gassen antages at blive produceret lokalt.
- VE-gas til decentral kraftvarme fastholdes for en række anlæg med en samlet elkapacitet på ca. 250 MW. Da det antages, at gasproduktionen sker lokalt uden store lagerfaciliteter, regnes der ved lastfordelingen i SIVAEL med en meget lav gaspris, så kraftvarmeproduktionen bliver uafhængig af elprisen i simuleringen. Øvrigt decentralt forbrug af VE-gas erstattes af biomasse eller bioolie.
- VE-gas til central kraftvarme erstattes af bioolie.
- Naturgas til procesvarme erstattes af gasolie. For referencesituationen er forbruget af biomasse til procesvarme øget med en tredjedel (fra ca. 10 PJ til ca. 16,6 PJ) på bekostning af naturgas i forhold til standard-scenariet i ADAPT for 2035, fordi anvendelsen af biomasse isoleret set er samfundsøkonomisk mere effektiv end både naturgas og VE-gas. Med denne konvertering er det danske potentiale for biomasseressourcer tæt på at være udnyttet.
- Naturgas og VE-gas til transport erstattes af benzin/diesel i beregningssituation B og i et vist omfang af biobrændstoffer i beregningssituation C, så den samlede CO₂-udledning bliver som i referencen.

Der er for enkelhedens skyld set bort fra en eventuel efterspørgselselasticitet i forbindelse med substitutionen af brændsler.

4. Analyseresultater

I dette afsnit er samlet udvalgte analyseresultater vedrørende CO₂-udledning, gasmængder og samfundsøkonomiske omkostninger samt følsomhedsanalyser.

4.1 CO₂-udledning

Resultaterne for CO₂-udledningen dokumenterer, at udledningen i beregningssituationen uden gassystemet (C) fastholdes på samme niveau på ca. 13 mio. ton/år som i referencen ved justering af brændselsfordelingen i transportsektoren, jf. Tabel 1. Det fremgår desuden, at det er transportsektoren, der er årsag til hovedparten af den samlede udledning fra energi- og transportsektoren.

Scenarie	Reference	Uden gassystemets muligheder	
		B	C
Segment\scenarie nr.	A	B	C
El- og FV-sektor	0,9	0,9	0,9
Opvarmning	0,0	0,0	0,0
Industri (procesvarme)	1,5	2,0	2,0
Transport	11,0	11,6	10,4
I alt	13,4	14,5	13,3

Tabel 1 CO₂-udledning (mio. ton/år).

4.2 Gasmængder

Gassystemet kan bidrage væsentligt ved formidling af et gasforbrug på ca. 50 PJ/år. Uden det eksisterende gassystem beregnes gasforbruget at være mindre end det forudsatte anaerobe biogaspotentiale på ca. 25 PJ i 2035, jf. Tabel 2. Overskuddet af gas vil imidlertid kunne anvendes til yderligere produktion af biobrændstoffer, der eksporteres.

I beregningssituationerne uden gassystemet er der et markant øget behov for bioolie (flydende biobrændsel) til el- og fjernvarmeproduktion. Merforbruget udgør ca. 5 PJ/år. For enkelhedens skyld er det forudsat, at bioolien til denne anvendelse kan produceres til ca. samme pris som VE-gassen, samt at transportomkostningerne udgør 10 kr./GJ. Det er sandsynligt, at prisen for bioolie vil være højere end forudsat, og hvis dette tages i regning, vil det resultere i en lidt højere værdi af gassystemet, se afsnit 4.3.

Scenarie	Reference	Uden gassystemets muligheder	
		B	C
Segment\scenarie nr.	A	B	C
El- og FV-sektor	6,8	8,9	8,9
Opvarmning	0,0	0,0	0,0
Industri (procesvarme)	22,2	1,5	1,5
Transport	20,6	0,0	0,0
I alt	49,6	10,4	10,4

Tabel 2 Gasforbrug i 2035 (PJ).

Produktionen af VE-gas i analysen fremgår af Tabel 3. Da det er samfundsøkonomisk effektivt at udnytte biogaspotentialet til at producere brint

ved elektrolyse og VE-gas ved termisk forgasning, er det valgt ikke at variere produktionerne heraf af hensyn til sammenligningen af beregningsituation A, B og C.

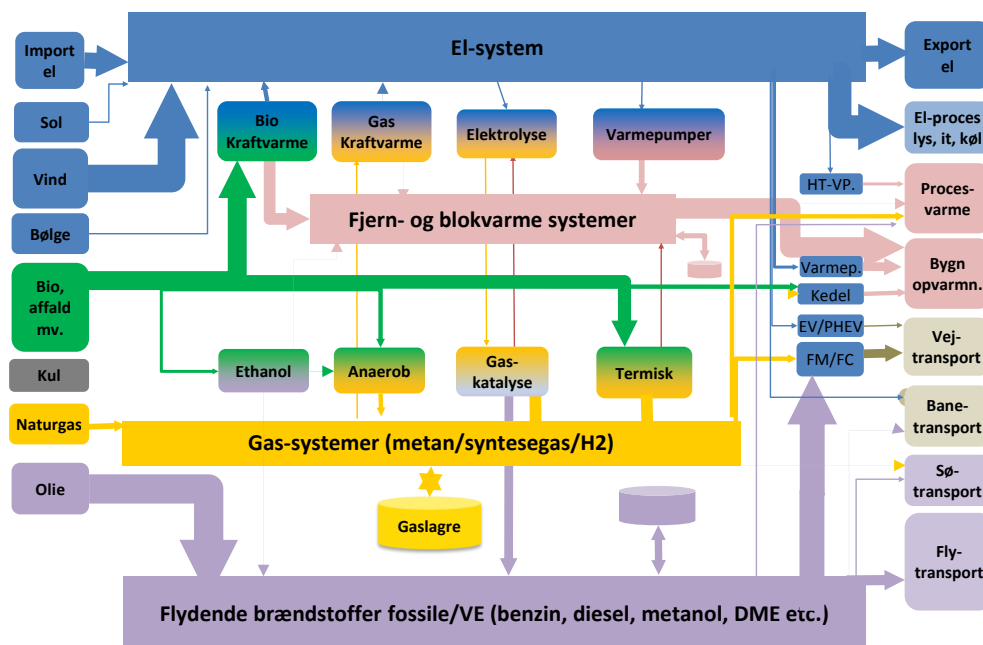
Scenarie	Alle
Teknologi	A, B og C
Biogas anaerob	19,0 ¹⁾
Biogas termisk	0
Elektrolyse	5,2
VE-gas til biobrændstoffer	0
I alt	24,2

Tabel 3 Produktion af VE-gas i 2035 (PJ). ¹⁾ 5 PJ er fratrukket til bioolie.

I Figur 2 og Figur 3 er vist Sankey-diagrammer af flowet i energisystemet med og uden gassystemets muligheder.

I referencesituationen i Figur 2 bliver der anvendt naturgas til transport og i industrien til procesvarme, mens der bruges VE-gas til el og varme. Gas til opvarmning af boliger og erhvervslokaler er i referencen erstattet af varmepumper og træpillefyr, da dette er samfundsøkonomisk effektivt.

Gasmængden i systemet i Figur 2 er stor i forhold til slutforbruget, hvilket især skyldes den termiske forgasning, der leverer gas til produktion af biobrændstoffer.

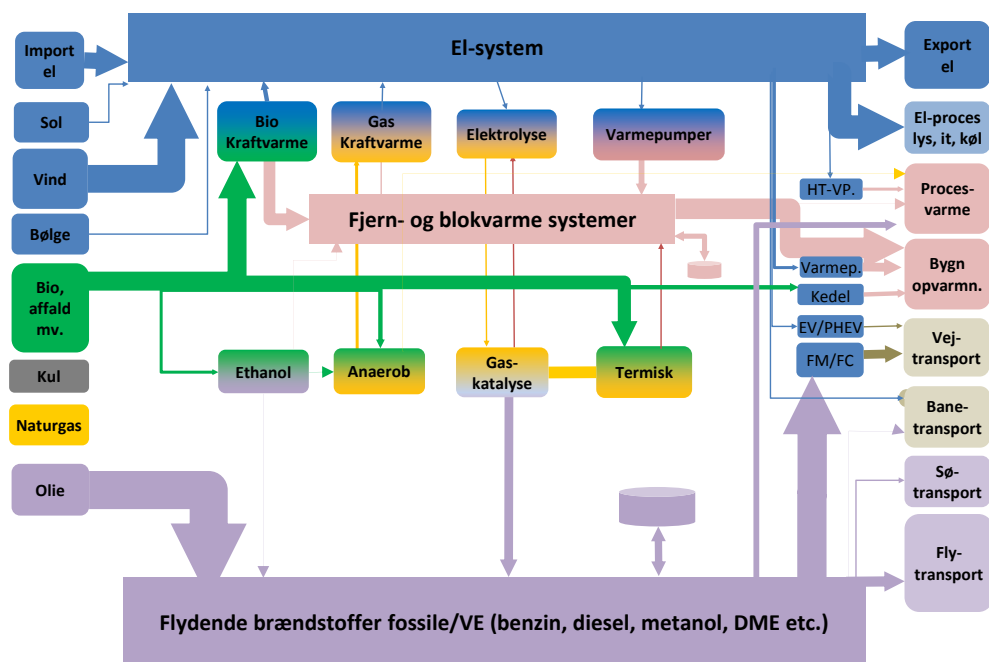


Figur 2 Sankey-diagram for 2035 med gassystemets muligheder.

Uden gassystemets muligheder er der tale om lokal anvendelse af VE-gas til kraftvarme og procesvarme, og der bliver konverteret til olie, jf. Figur 3. Det skal dog her nævnes, at fremtidens energisystem eventuelt kan omfatte større

biogasmængder som følge af mere halm til biogasproduktion, samt at biomasse via termisk forgasning eventuelt vil kunne erstatte gasforbruget til procesvarme.

I beregningerne er gas til procesvarme mindre uden gassystemet, mens VE-gas til kraftvarme er beregnet lidt større, fordi biogas lokalt i højere grad produceres og anvendes jævnt over året sammenlignet med situationen, hvor gassen kan lagres i gassystemet.



Figur 3 Sankey-diagram for 2035 uden gassystemets muligheder.

4.3 Samfundsøkonomiske meromkostninger

Opgørelser af nettoomkostninger for energisystemet, inklusive transportsektoren, viser, at gassystemet medfører en samlet reduktion af de samfundsøkonomiske omkostninger på ca. 3,3 mia. kr./år i 2035, jf. Tabel 4. Denne reduktion beregnes, når der stilles krav om samme lave CO₂-udledning som i beregningssituationen med sektormålet for el og varme (referencen). Hvis der ikke stilles krav herom, beregnes det, at gassystemet medfører en reduktion på 2,4 mia. kr./år i 2035. Disse resultater er beregnet i 2011-kroner uden nettoafgifts- og skatteforvridningsfaktor.

Scenarie	Uden gassystemets muligheder og omkostninger		
	Sparede transportomkostninger (gas)	Meromkostninger med sparede transportomkostninger indregnet	
Segment\scenarie	B og C	B	C
El- og FV-sektor	21	320	320
Opvarmning	0	-4	-4
Industri (procesvarme)	146	1.693	1.693
Transport	567	424	1.333
I alt	737	2.433	3.342

Tabel 4 Samfundsøkonomiske meromkostninger i forhold til referencen (mio. kr./år i 2011-kroner). Uden nettoafgifts- og skatteforvridningsfaktor.

I det samfundsøkonomiske resultat er indregnet transportomkostninger for gassen, som det er vist i Tabel 4 og Tabel 5. I beregningssituationerne uden gassystemets muligheder er det forudsat, at VE-gassen bruges lokalt, hvor den produceres, samt at omkostningerne til den lokale transport er inkluderet i produktionsomkostningerne i teknologikataloget. For referencesituationen er anvendt samme enhedsomkostninger for transport af naturgas og VE-gas, idet VE-gassen forudsættes at kunne transporteres, lagres og bruges, når der er behov for den. Enhedsomkostningerne er fra Energistyrelsens vejledning vedrørende samfundsøkonomiske analyser.

Omkostningsbasen for transport af gas er regnet proportionalt med gasmængden. Den samlede omkostningsbase er overslagsmæssigt ca. 5 pct. lavere end tal anvendt i forbindelse med moderniseringsanalysen og er derfor i god overensstemmelse hermed.

Scenarie	Enhedsomkostninger	Reference
Segment\scenarie nr.		A
	Kr./GJ	Mio. kr.
Centralt forbrug	1,5	7
Decentralt forbrug	6,6	166
Individuelt forbrug	28,6	563
I alt		737

Tabel 5 Transportomkostninger for gas i 2035 (2011-kroner). Enhedsomkostningerne er fra Energistyrelsen.

4.4 Følsomhedsanalyser

Der er gennemført følsomhedsanalyser vedrørende lavere priser på biofuel til transportsektoren og eventuel anvendelse af VE-gas lokalt i transportsektoren. Desuden er forhold vedrørende alternative brændsler til procesvarme drøftet i dette afsnit.

Lavere priser på biobrændstoffer til transportsektoren

Prisen på biobrændstoffer er i følsomhedsanalysen ændret fra 237 kr./GJ til 187 kr./GJ svarende til prisen for diesel på 170 kr./GJ plus CO₂-omkostninger på 17 kr./GJ, idet det ikke kan afvises, at prisen på biobrændstoffer bliver konkurrencedygtig med diesel/benzin. Der er anvendt en CO₂-pris på 227 kr./ton.

Anvendelse af VE-gas lokalt i transportsektoren

I referencesituationen forudsættes det, at der anvendes ca. 8,8 PJ/år VE-gas i transportsektoren. I beregningssituation C er dette forbrug sat til nul. Da der eventuelt vil være lokal brug af biogas til transport, er det i denne følsomhedsanalyse antaget, at det lokale forbrug vil være på 1 PJ/år.

Følsomhedsanalyserne viser, at gassystemet medfører en samlet reduktion af de samfundsøkonomiske nettoomkostninger, som det fremgår af Tabel 6. Det ses,

at lavere priser på biobrændstoffer har signifikant betydning for resultatet, mens en eventuel lokal anvendelse af biogas til transportsektoren har mindre betydning. Følsomhedsanalysen med lavere priser på biobrændstoffer svarer reelt til beregningssituation B.

Scenarie	Uden gassystemets muligheder og omkostninger
Følsomhedsanalyse	C
Lavere priser på biobrændstoffer til transportsektoren	2488
Anvendelse af VE-gas lokalt i transportsektoren	3303

Tabel 6 Følsomhedsanalyser. Samfundsøkonomiske meromkostninger i forhold til referencen (mio. kr./år i 2011-kroner). Uden nettoafgifts- og skatteforvridningsfaktor.

Alternative brændsler til procesvarme

Forbruget af biomasse til procesvarme er i referencesituationen øget med en tredjedel (fra ca. 10 PJ til ca. 16,6 PJ) på bekostning af naturgas i forhold til standardscenariet i ADAPT for 2035, fordi anvendelsen af biomasse isoleret set er samfundsøkonomisk mere effektiv. Denne ændring af udgangspunktet for beregningen har givet en besparelse på ca. 60 mio. kr. i 2035.

Yderligere besparelse ved konvertering af naturgas til biomasse vil eventuelt resultere i en overskridelse af det danske biomassepotentiale. Da procesvarmen tegner sig for en stor del af det samlede resultat i Tabel 4, er nærværende analyse reelt meget følsom over for biomassepotentialet og udnyttelsen heraf.

Konvertering af hele det resterende gasforbrug på ca. 22 PJ/år til procesvarme ved import af biomasse medfører imidlertid et vist behov for fremstilling af gasformige eller flydende brændsler til højtemperatur-processer baseret på biomassen. Omfanget heraf og de samlede omkostninger ved en sådan konvertering er ikke nærmere vurderet i analysen.

Øvrigt

Analysen ser ikke nærmere på regionale VE-gasnet (biogas/syntesegas) med eller uden samspil med det overordnede gasnet. Der er behov for yderligere regionale/geografiske analyser for at vurdere betydningen af en sådan udvikling.

5. Forudsætninger

Analyserne beskrevet i dette notat er baseret på opstillinger af hele det danske energisystem for 2035 implementeret i Energinet.dk's analyseværktøj, ADAPT. Disse opstillinger er som udgangspunkt søgt optimeret med ADAPT ved variation af en række kapaciteter i energisystemet inden for valgte rammer. Vedrørende ADAPT og optimeringen hermed henvises til:

http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/Klimaaogmiljo/ADAPT%20energisystem%20analysemodel_december%202014.pdf.

Referencesituationer for optimeringen af energisystemet tager udgangspunkt i:

- Aftaleforløbet i Energiaftalen af 21. februar 2008
- Energiforliget af 22. marts 2012

- Teknologikataloget – 2012
- Brændsels- og CO₂-priser fra IEAs brændselsprisprognose fra 2013
- Energinet.dk's analyseforudsætninger 2014, herunder forventninger til elprisudviklingen i vores nabolande fra simuleringer af regionen omkring Danmark
- Referencesituationen er ændret i forhold til ovenstående, så der ikke anvendes fossile brændsler til el og varme.

Forudsætninger vedrørende gasforbruget baserer sig desuden på vurderinger af udviklingen af energitjenester i segmenterne individuel opvarmning, procesvarme og transportsektoren, blandt andet som en del af energiforligningsanalyserne fra 2013.

Som samlet potentiale for udnyttelse af affald og biomasse er der regnet med ca. 237 PJ i 2035.