



Relevante alternativer til gas i danske produktionsvirksomheder

17. marts 2023

Viegand
Maagøe

Rapport: Relevante alternativer til gas i danske produktionsvirksomheder

Dato: 17.03.2023

Udarbejdet af: Viegand Maagøe

Udarbejdet for: DI Energi
Energistyrelsen

Energistyrelsen har medfinansieret rapporten, idet de kapitler, der giver yderligere viden om industriens veje til at udskifte gasforbruget med elektrificering har interesse for styrelsens arbejde.

Energistyrelsens medejerskab over rapportens resultater, vedgår imidlertid udelukkende de analytiske fund. Offentliggørelse betyder således ikke nødvendigvis, at det pågældende indlæg giver udtryk for Energistyrelsens synspunkter. Alle anbefalinger til politiske initiativer, der udspringer af rapporten, er således Dansk Industri samt Viegand og Maagøes anbefalinger, og Energistyrelsen har ikke deltaget i udarbejdelsen af disse.

VIEGAND MAAGØE A/S

SJÆLLAND
Hovedkontor
Nørre Søgade 35
1364 København K
Danmark

T 33 34 90 00
info@viegandmaagoe.dk
www.viegandmaagoe.dk

CVR: 29688834

JYLLAND
Samsøvej 31
8382 Hinnerup

RESUMÉ

Denne rapport analyserer potentialet for at udfase naturgasforbruget til proces i danske produktionsvirksomheder i dag og frem mod 2030. Analysen er baseret på en virksomhedsøkonomisk analyse af det tekniske potentiale for udfasning. Herudover identificeres barrierer for omstillingen væk fra gas og endelig præsenteres forslag til en række tiltag, som kan bidrage til en hurtigere gasudfasning i produktionsindustrien.

Analysen er baseret på data fra Energistyrelsens Erhvervskortlægning¹ fra 2022 og 17 konkrete casevirksomheder fordelt på syv brancher samt Viegand Maagøes erfaring med energiforhold i industrien. Størstedelen af casevirksomhederne er omfattet af Energistyrelsens liste over ikke-beskyttede gaskunder. De 17 casevirksomheders gasforbrug udgør i alt 3 PJ svarende til 14 % af det samlede gasforbrug i industrien i 2021. Casevirksomhederne har leveret input til analysens businesscaseberegninger, hvor der blandt andet er taget højde for virksomhedernes præferencer i forhold til teknologivalg, driftstid og investeringsomkostninger.

Analysen vurderer, at der vil ske en løbende udfasning af gasforbruget til proces, som følge af rentable energieffektiviseringer. De rentable energieffektiviseringer vil reducere gasforbruget med ca. 18 % fra 2022 til 2030, svarende til en reduktion fra 24 PJ i 2021 til 20 PJ i 2030. Udfasningspotentialet svarer til effektiviseringspotentialet, som er blevet kortlagt i Erhvervskortlægningen, men justeret, så der tages højde for udviklingen i energipriser og investeringsomkostninger, som følge af den aktuelle energi- og forsyningskrise.

Med en forudsætning om at de eksisterende varmfordelingsanlæg bibeholdes, og at procesvarmen produceres ved omlægning af den centrale varmforsyning, er vurderingen, at det samlede gasforbrug til *indirekte fyring* kan udfases helt i 2030. En fuld udfasning af gas til indirekte fyring er teknisk mulig ved konvertering til varmepumper eller elkedler. Gennem elektrificering er det dermed muligt at reducere det samlede gasforbrug til procesvarme til 5 PJ i 2030. Omlægningen af procesvarmen til *direkte fyring* kan ikke løses med elektrificering og kræver konvertering til andre brændsler, f.eks. biogas eller brint.

Grøn gas er et relevant supplement til energieffektivisering og elektrificering i omstillingen af energisystemet. Ifølge Klimafremskrivningen fra 2022 (KF22) stiger biometanproduktionen til 40 PJ i 2030². Samtidig forventes gas til opvarmning af individuelle husholdninger at falde betragteligt frem mod 2030. Ud fra KF22 prognosen og det fokus der i øvrigt er på at udfase gas, vurderes det sandsynligt, at en stor andel af gasforbruget, som i dag anvendes i centralvarmesystemer i produktionsvirksomheder, kan omstilles i 2030. Biometan er især relevant for produktionsvirksomheder, som anvender gas til direkte fyring af processer og/eller har gaskedler, der ikke har udtjent den tekniske levetid. Fordelen ved at overgå til biometan er også, at det ikke kræver udskiftning af eksisterende infrastruktur.

Baseret på data fra de 17 konkrete casevirksomheder, herunder virksomhedernes investerings- og forrentningskrav, viser analysen, at det umiddelbart ikke er økonomisk rentabelt for virksomhederne at omlægge gasforbruget gennem elektrificering af det centrale procesvarmeanlæg. De høje energipriser og investeringsomkostningerne er de primære årsager til, at en fuld elektrificering ikke er økonomisk attraktiv uden tilskud. Det totale tilskudsbehov estimeres til 9-25 mia. kr. hvis elektrificering af hele gasforbruget til direkte fyring skal være økonomisk rentabel. Herudover kan der være et yderligere behov for støttemidler, som er målrettet direkte fyring, hvor elektrificering ikke er teknisk mulig. Vurdering af evt. tilskudsbehov til konvertering fra gas til andre brændsler indgår ikke i analysen.

¹ <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyser/analyser-af-dansk-erhvervslivs-energiforhold>

² https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf22_-_samlet_rapport.pdf

Det skal bemærkes, at der i praksis vil være gasudfasningsprojekter, hvor investeringerne er mindre afhængige af offentlige tilskud. Tilskudsbehovet afhænger dels af valg af alternativ teknologi og driftsmønstre. En virksomhed, som investerer i en varmepumpe og som producerer 24/7, vil alt andet have et mindre tilskudsbehov end en virksomhed, som investerer i en elkedel. Dette hænger sammen med, at konvertering til varmepumpen medfører store energibesparelser pga. varmepumpens høje effektivitet relativt til elkedler.

Ud over det åbenlyse i de økonomiske barrierer for realisering af potentialet for udfasning af gas, er der også flere tekniske og samfundsmæssige barrierer. Det gælder f.eks. teknologisk modenhed af alternativer til elektrificering af den centrale varmeforsyning, leveringstid på komponenter, de fysiske rammer hos virksomhederne, som kan have behov for om- eller tilbygninger, samt kompetencer til drift af de nye løsninger hos virksomhederne. De samfundsmæssige barrierer relaterer sig bl.a. til rammevilkårene for udbygningen af elinfrastrukturen og elforsynings sikkerheden. Endelig er øgede krav til bæredygtighed både en barriere og en driver for omstillingen. En barriere vedrører det forhold, at der er usikkerhed om kommende krav til bæredygtighed, hvorfor virksomhederne vil være varsomme med at investere, og samtidig er krav om bæredygtighed den driver, som får virksomheder til at fremrykke investeringer, der kan betyde øget konkurrenceevne.

Rapporten foreslår flere tiltag, som kan fremskynde udfasningen af naturgas i produktionsvirksomheder. Udover investeringstilskud til konverteringsprojekter er der behov for yderligere økonomisk støtte til energirådgivning og udvikling af umodne teknologier, såsom højtemperaturvarmepumper og alternative brændstoffer til direkte fyringsprocesser. Desuden anbefales det, at Erhvervspuljen udvides, så investeringsomkostninger forbundet med opgraderinger af bygninger bliver en del af støtteberettigede aktiviteter.

Udover økonomiske støtte vil rettidig planlægning og udbygning af elinfrastruktur samt klare politiske målsætninger og strategier vedrørende gassens fremtidige rolle i fremstillingsindustrien mindske risici forbundet med investeringer i elektrificering og andre alternativer.

Endvidere er der behov for klarhed i reguleringen af bæredygtig biomasse således at produktionsvirksomheder kan investere på et oplyst grundlag. Dette gælder i særlig grad den del af industrien, hvor elektrificering ikke er et teknisk eller økonomisk valg.

Endelig er skærpede bæredygtighedskriterier i offentlige udbud et virkemiddel, som kan bidrage til at drive efterspørgslen på bæredygtige produkter og herigennem skabe et øget incitament til at udfase gas i produktionsvirksomheder.

Indholdsfortegnelse

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Problemafgrænsning | 5 |
| 2 | Datagrundlag og metode | 6 |
| 2.1 | Beskrivelse af casevirksomhederne..... | 6 |
| 2.2 | Referencegasforbrug | 6 |
| 2.3 | Metode til vurdering af potentialet for udfasning af gas..... | 7 |
| 3 | Relevante alternativer til naturgas | 11 |
| 3.1 | Varmepumper | 11 |
| 3.2 | Elkedler | 11 |
| 3.3 | Brint..... | 12 |
| 3.4 | Biomasse | 12 |
| 3.5 | Direkte tilførsel af biogas..... | 12 |
| 3.6 | Processpecifikke elektrificeringsmuligheder | 12 |
| 4 | Gasudfasningspotentiale | 14 |
| 4.1 | Potentiale for udfasning af gas gennem energieffektivisering | 14 |
| 4.2 | Potentialet for omlægning af den centrale forsyning | 15 |
| 5 | Vurdering af tilskudsbehov til gaskonverteringer | 18 |
| 5.1 | Tekniske forudsætninger..... | 18 |
| 5.2 | Investeringsomkostninger..... | 19 |
| 5.3 | Faste omkostninger til drift og vedligehold (O&M) | 21 |
| 5.4 | Omkostninger til energiindkøb | 21 |
| 5.5 | Tilskudsbehov | 23 |
| 5.6 | Følsomhedsanalyser | 25 |
| 5.7 | Samlet vurdering af tilskudsbehov..... | 27 |
| 6 | Barrierer ifm. udfasningen af gas til proces i industrien | 28 |
| 6.1 | Tekniske barrierer | 28 |
| 6.2 | Økonomiske..... | 29 |
| 6.3 | Samfundsmæssige | 30 |
| 7 | Tiltag der fremmer udfasningen af gas til proces i industrien | 33 |
| 7.1 | Politiske mål og markedssignaler..... | 33 |
| 7.2 | Energiinfrastruktur..... | 34 |
| 7.3 | Offentlige tilskud | 35 |
| | Referencer | 38 |

1 Problemafgrænsning

Indenfor det seneste år, er der kommet øget fokus på danske produktionsvirksomheders muligheder for at udfase gas. Det øgede fokus på udfasning af gas er blandt andet foranlediget af krigen i Ukraine og de konsekvenser krigen har ført med sig, herunder stigende gaspriser samt øget risiko for forsyningsknapthed, hvilket særligt kan komme til at gå ud over store gasforbrugere som produktionsvirksomheder. Den aktuelle forsynings- og energikrise har således bidraget til, at produktionsvirksomheder sætter skub i omstillingen væk fra gas.

På den korte bane ses allerede en konvertering væk fra gas til tilgængelige alternativer. F.eks. har flere virksomheder investeret i eller ibrugtaget alternativer, som f.eks. olie og LPG. Udfasningen af gas på kort sigt er i overvejende grad motiveret af at sikre forsyningsikkerheden nu og her for at undgå driftsforstyrrelser og tabt omsætning. Herudover har prisforskellen mellem gas og olie også gjort det attraktivt i perioder i 2022 at skifte til olie.

Mens der på kort sigt er en tendens til at udskifte gas med andre fossile alternativer, er der på længere sigt behov for – og efterspørgsel efter – konverteringer, som reducerer klimabelastningen for produktionsvirksomheder.

Virksomhedernes motivation for at udskifte gassen på længere sigt skyldes dels stigende krav om reduktion af CO₂ fra omverdenen og ikke mindst omkostningerne ved at bibeholde en fossil energiforsyning. I takt med at en højere CO₂-afgift indføres frem mod 2030, ventes investeringer i gaskonverteringer at stige.

Denne rapport analyserer det tekniske og økonomiske potentiale for udfasning af gas i dansk produktionsindustri frem mod 2030. Desuden kortlægges barrierer for elektrificering af den centrale procesvarmeforsyning og anvendelse af alternative brændsler til gas. Endelig præsenteres forslag til en række tiltag, som kan bidrage til en hurtigere udfasning af gas frem mod 2030.

2 Datagrundlag og metode

Datagrundlaget for analysen baserer sig på interviews af 17 produktionsvirksomheder og Energistyrelsens *Erhvervskortlægning 2022*³, samt Viegand Maagøes generelle erfaringer med energiforhold i produktionsvirksomheder.

2.1 Beskrivelse af casevirksomhederne

17 konkrete produktionsvirksomheder har bidraget til analysen med konkrete data om bl.a. energiforhold, produktionsmønstre, krav til tilbagebetalingstider m.m. Data fra casevirksomhederne er således blevet anvendt til at opstille businesscases, samt til at vurdere resultaterne af beregninger.

De 17 casevirksomheder er fordelt på de syv brancher: olieraffinaderier, fremstilling af fødevarer, fremstilling af emballage, fremstilling af medicinalprodukter, fremstilling af mineralogiske produkter, fremstilling af metal og fremstilling af andre kemiske produkter.

Casevirksomheder har et samlet gasforbrug på 3,4 PJ svarende til 14% af gasforbruget i industrien og 4% af Danmarks samlede gasforbrug i 2021.

| Gasforbrug (PJ) | Andel af hele industrien gasforbrug | Andel af Danmarks gasforbrug |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 3,4 | 14,3 % | 4 % |

Tabel 1 – Casevirksomhedernes samlede gasforbrug.

Casevirksomhederne er inddelt i fire kategorier ift. gassens primære anvendelse og temperaturniveau i deres centrale varmforsyning (se Tabel 2).

| Branche | <150°C | 150-200°C | >200°C | Direkte fyring | Total |
|---|--------|-----------|--------|----------------|-------|
| Fremstilling af fødevarer | 3 | 3 | 3 | | 9 |
| Fremstilling af emballage | | 1 | | | 1 |
| Olieraffinaderi | | | 1 | | 1 |
| Fremstilling af medicinalprodukter | 1 | | | | 1 |
| Fremstilling af mineralogiske produkter | | | | 2 | 2 |
| Fremstilling af metal | 1 | | | 1 | 2 |
| Fremstilling af andre kemiske produkter | | | | 1 | 1 |
| Total | 5 | 4 | 4 | 4 | 17 |

Tabel 2 – Casevirksomheder fordelt på brancher og gasanvendelse i centralforsyningen

2.2 Referencegasforbrug

I februar 2023 offentliggjorde Energistyrelsen en opdateret version af Erhvervskortlægningen, gennemført i 2022 og baseret på data fra 2019. Erhvervskortlægningen vurderer energiforbruget i erhvervslivet fordelt på brancher, slutanvendelser og energiart. I 2022 er energiforbruget desuden vurderet ud fra temperaturkrav til produktionsprocesser. I forhold til tidligere versioner af Erhvervskortlægningen indeholder denne desuden en vurdering af potentialer for reduktion af energiforbruget.

I nærværende analyse anvendes Erhvervskortlægningen til at bestemme det samlede gasforbrug til proces for industrien. Sammen med data fra casevirksomhederne danner dette udgangspunkt for analyse af det samlede potentiale for reduktion af gasforbruget i de fire fyringskategorier: indirekte fyring: <150°C, indirekte fyring: 150-200°C, indirekte fyring: >200°C og direkte fyring.

³ Energistyrelsen (2022): Analyser af Dansk Erhvervslivs energiforhold. Link: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyser/analyser-af-dansk-erhvervslivs-energiforhold>

I Erhvervskortlægningen er temperaturniveauerne processpecifikke, hvilket vil sige, at de forholder sig til det temperaturniveau, som en givne proces vil kræve. Metoden i nærværende analyse tager i modsætning til Erhvervskortlægningen udgangspunkt i temperaturniveauer i centralvarmeforsyningen. Forskellen er, at en proces som f.eks. kun kræver 120 °C, typisk kan være forsynet fra et centralvarme-dampsystem på 180 °C. I dette eksempel vil det givne gasforbrug altså flytte sig fra gasanvendelses-kategorien 100-150°C til fyringskategorien 150-200 °C. Tilgangen med fyringskategorier er valgt, da nærværende analyse tager udgangspunkt i vurdering af udfasning af gas ved omlægning af den centrale forsyning.

Da procesudstyr oftest er designet efter centralvarmesystemstemperaturen og ikke nødvendigvis behovet for den specifikke proces, er det tekniske potentiale for udfasning af gas i nærværende analyse derfor ikke det samme som i Erhvervskortlægningen, da gasforbruget i hhv. gasanvendelses- og fyringskategorierne er forskellige.

Nedenfor ses fordelingen af gasforbruget, jf. Erhvervskortlægningen:

| Gasanvendelses-kategorier (processpecifik) | Gasforbrug (PJ) |
|--|-----------------|
| <100°C | 8,9 |
| 100-150°C | 3,9 |
| 150-200°C | 3,3 |
| >200°C | 7,8 |
| Total | 23,8 |

Tabel 3 – Gasforbrug til varmforsyning til proces fordelt på temperaturkrav, jf. Erhvervskortlægningen 2022.

Procesvarmefordelingen i Erhvervskortlægningen afspejler det langsigtede potentiale, som kan opnås, hvis alle virksomheder matcher deres varmforsyning med deres procesbehov på optimal vis. Da vi i denne analyse tager afsæt i det aktuelle gasforbrug og omlægning af den centrale varmforsyning, er der foretaget en vurdering af det aktuelle gasforbrug i 2022, som herefter vil udgøre referencegasforbruget i nærværende analyse.

Referencegasforbruget er vurderet ud fra de to afsnit "Varmeforsyning" og "Slutanvendelse" for hver branche i Erhvervskortlægningen. Der er foretaget en vurdering af, hvordan det aktuelle gasforbrug fordeler sig på de fire fyringskategorier.

I Tabel 4 ses fordelingen af gasforbruget i centralvarmeforsyningen fordelt på de fire fyringskategorier, som danner udgangspunkt for denne analyse.

| Fyringskategori | Referencegasforbrug [PJ] | Fordeling |
|-----------------|--------------------------|-----------|
| Under 150 °C | 6,6 | 28 % |
| 150-200 °C | 7,2 | 30 % |
| Over 200 °C | 1,3 | 5 % |
| Direkte fyring | 8,7 | 37 % |
| Total | 23,8 | 100 % |

Tabel 4 – Gasforbrug til proces fordelt på temperaturkrav i centralvarmesystem.

2.3 Metode til vurdering af potentialet for udfasning af gas

Vurderingen af gasreduktionspotentialet består af to elementer:

- 1) vurdering af potentialet for energieffektiviseringer i processer, og
- 2) vurdering af potentialet for omlægning af centralvarmesystemet fra gas til andre brændsler/teknologier.

2.3.1 Vurdering af potentialet for energieffektiviseringer i processer

Energieffektiviseringer er besparelser i gasforbruget, som opnås ved at optimere processer og sænke temperaturer på specifikke processer, som kunne være tørring, smeltning, m.v.

I Erhvervskortlægningen vurderes potentialet for energieffektivisering af de enkelte slutanvendelserne, hvilket danner udgangspunkt for analysen af potentialet for udfasning af gas gennem energieffektivisering. Der er dog i nærværende analyse foretaget visse justeringer i vurdering fra Erhvervskortlægningen, således, at det i nærværende analyse antages, at:

- gasforbruget, som skal effektiviseres, er det referencegasforbrug fordelt på fyringskategorier, som er anvendes i centralvarmesystemerne til at understøtte processerne (beregnet i afsnit 2.2),
- de %-vise energieffektiviseringspotentialer for de forskellige slutanvendelser antages at være de samme som i Erhvervskortlægningen,
- der er foretaget en genberegning af tilbagebetalingstiden, som tager hensyn til ændringer i gaspris og investeringsomkostninger siden Erhvervskortlægningen blev udarbejdet,
- der anvendes en opdateret energipris for el og gas, som baserer sig på markedets kortsigtede fremskrivning og Energistyrelsens langsigtede fremskrivning.

De konkrete beregninger og vurderinger er beskrevet mere detaljeret i kapitel 4.

2.3.2 Vurdering af potentialet for omlægning af centralvarmesystemet fra gas til andre brændsler/teknologier

Gasreduktionspotentialet ved omlægning af centralvarmesystemet med relevante teknologiske alternativer til gas vurderes ud fra det resterende gasforbrug efter gennemførte energieffektiviseringer.

Potentialet for omlægning af gasforbruget og dermed det endelige gasreduktionspotentiale er opdelt i en teknisk og en økonomisk potentialevurdering.

I kapitel 3 er alternative brændsler og teknologier gennemgået og det tekniske potentiale for omlægning af resten af gasforbruget, er analyseret ud fra disse.

Til den videre analyse af det økonomiske potentiale og er der opstillet fem businesscases, baseret på data fra den 17 casevirksomheder. Businesscasene er bygget op omkring de tekniske løsninger, som på nuværende tidspunkt vurderes mest realistisk at implementere, og som de 17 casevirksomheder finder mest attraktive. Resultaterne fra de 5 businesscases er endelig blevet ekstrapoleret for at give en vurdering af det samlede potentiale.

Ved at gennemføre en beregning af businesscasenes break even, er det desuden muligt at vurdere det økonomiske "gab" eller behov for f.eks. tilskud, før businesscasene vil være økonomisk rentable for virksomhederne og dermed kunne sikre en fuld implementering af det tekniske gasudfasningspotentiale. Rentabilitet defineres i denne sammenhæng ved at $IRR=WACC$ og $NPV \geq 0$.

Det tekniske potentiale vurderer, at der vil være et residual på ca. 5 PJ, som ikke umiddelbart kan udfases. Dette er et gasforbrug, som anvendes til direkte indfyring og ved meget høje temperaturer. Gasforbruget på de 5 PJ indgår ikke i den økonomiske vurdering af gasudfasningspotentialet.

2.3.3 Ekstrapolering af resultater

Resultaterne ekstrapoleres for at kunne udlede det samlede tekniske og økonomiske udfasningspotentiale, samt det gab eller tilskudsbehov, der vurderes at skulle til for at kunne implementere det tekniske potentiale fuldt ud.

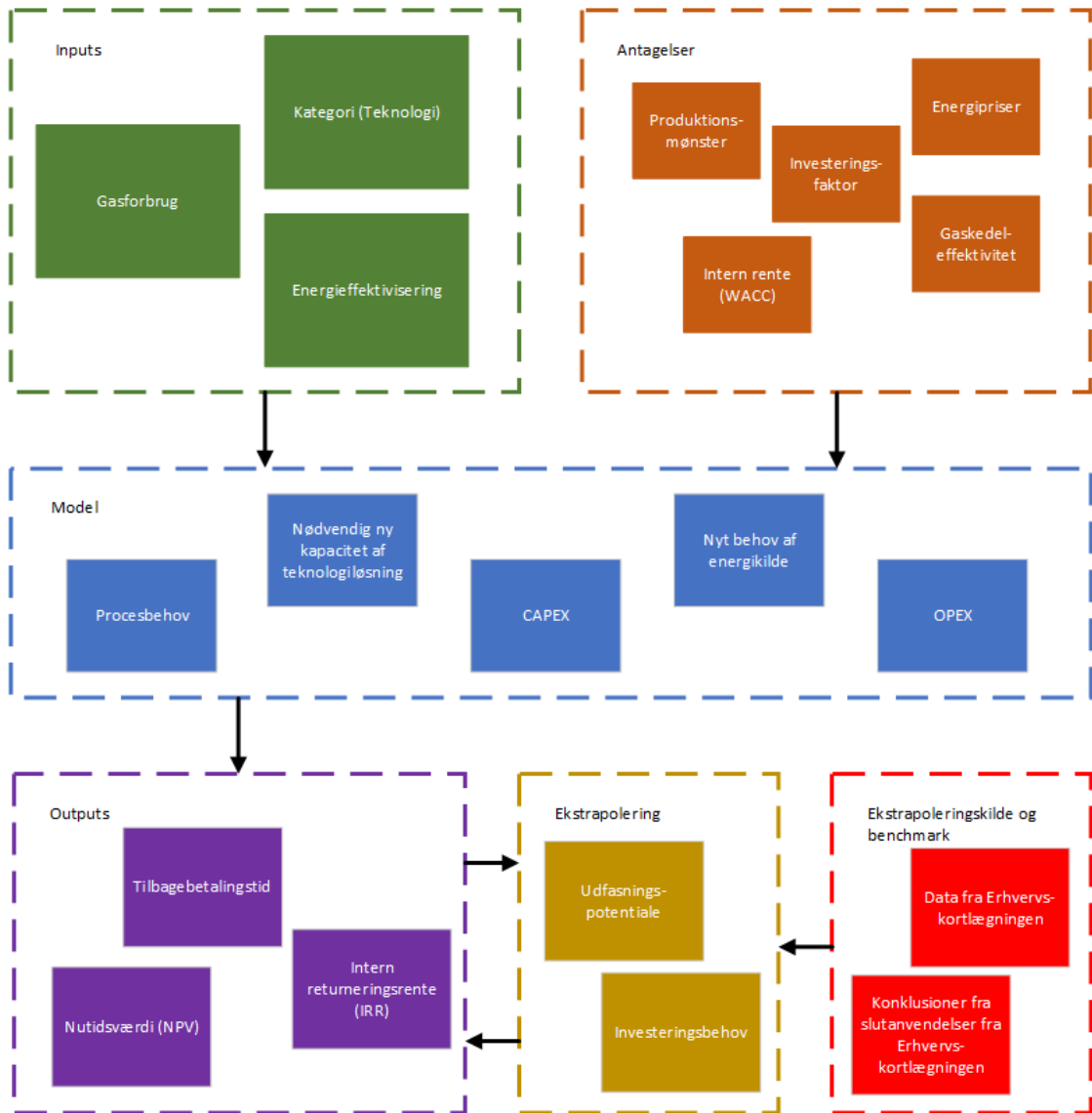
Med udgangspunkt i de fem businesscases fordeles tilskudsbehovet i de fire fyringskategorier, som vist i Tabel 5 . For eksempel vurderes det teknisk muligt at omstille 100% af gasforbruget til elkedel til luft i kategorien >200°C. Tilskudsbehovet for den del af gasforbruget, som har temperaturkrav på >200°C udledes ved at multiplicere det beregnede tilskudsbehov fra businesscasen med elkedlen med hele gasforbruget i kategorien >200°C.

Med denne inddeling er det muligt at komme med et skøn over, hvorledes et eventuelt tilskud kan fordeles relativt til gasanvendelseskategorier.

| Gasanvendelseskategorier (centralvarmesystemet) | Elkedel til luft | Elkedel til vand/damp | Varmepumpe |
|--|------------------|--------------------------|------------|
| <150°C | | 50% | 50% |
| 150-200°C | | 100% | |
| >200°C | 100% | | |
| Direkte fyring | 100% | | |

Tabel 5 – Erstatning af gasforbruget i centralvarmeforsyningen fordelt på alternative teknologier

Metoden for ekstrapoleringen er skitseret i Figur 1.



Figur 1 – Ekstrapoleringsmodel

3 Relevante alternativer til naturgas

I dette afsnit præsenteres de relevante alternativer til naturgas, når en virksomhed skal omstille sin nuværende energiforsyning fra naturgas til et alternativ. Valget af relevante alternativer til naturgas beror på, hvilke krav den pågældende virksomhed har til deres produktion og ved hvilke temperaturer deres processer foregår, samt muligheden for at implementere den alternative løsning på lang sigt.

3.1 Varmepumper

Varmepumper bruges i et stort omfang i private hjem og i stadig større grad i industrien og er en anvendt og kendt teknologi. Varmepumper er kendetegnet ved at man ved hjælp af en kompressor kan konvertere energi fra et lavt temperaturniveau (som ikke kan nyttiggøres) til et højt temperaturniveau (som kan nyttiggøres). Det foregår ved at udnytte et kølemiddels termodynamiske egenskaber mht. tryk- og temperaturforhold, hvortil elektricitet til en kompressor skal bruges. Forholdet mellem varmen, der kan tilføres produktionsprocessen, og den el, der skal bruges til at drive kompressoren, kaldes coefficient of performance (COP). Så hvis $COP=3$, så kan der tilføres 3 kWh varme til produktionsprocessen for hver kWh el, der bruges af kompressoren. Differencen på 2 kWh er den varme, der trækkes ud af varmekilden. COP'en er afhængig af varmekildetemperaturen, varmeaftagertemperaturen samt det kølemiddel, der benyttes.

Varmepumper kan fungere som et alternativ til naturgas ved processer, der kræver indirekte fyring og varme ved en temperatur under 150 °C. Ved temperaturer over 90-100 °C vil det under eksisterende teknologimodenhed i speciel storskala være relevant at betragte andre alternativer såsom elkedler på trods af at teknologien omkring højtemperatursvarmepumper stadig forbedres. Grundet varmepumpens COP skal der benyttes mindre eksternt tilført energi, da en varmekilde såsom overskudsvarme, spildvarme eller luften udnyttes og udgør det resterende energibehov til produktionsprocessen. Varmepumper er forholdsvis dyre i indkøb til industriformål, da de oftest til en vis grad specialdesignes til de virksomhedsspecifikke forhold ift. varmekilde, varmeaftager og kapacitetsstørrelse. Implementering af varmepumpe kan desuden ofte kræve yderligere investeringer til rørføring, buffersystem, elsystem og generel projektledeelse grundet kompleksiteten.

3.2 Elkedler

Elkedler er en teknologi, som er almindeligt kendt og anvendt, men dog typisk i mindre skala ift. de etablerede fossiltbaserede varmesystemer i industrien. Der findes primært to typer af elkedler - elvarmelegemekedler og elektrodekedler. Begge kedeltyper omdanner fuldstændigt el til varme, men mindre varmetab i kedlen giver en effektivitet på 99 %. Elvarmelegemekedler er opbygget med et antal metalvarmelegemer, hvor antallet og overfladearealet af varmelegemer dikterer elkedlens kapacitet. Elektrodekedlen kræver, at mediet der skal opvarmes, er elektrisk ledende, såsom f.eks. vand. Der benyttes en højspænding, oftest 10 kV i Danmark, som løber mellem to indsatte elektroder. Når strømmen løber gennem vandet, fungerer vandet som en modstand, der optager varme, hvorved opvarmningsprocessen sker. Elektrodekedlen benyttes oftest til storskala, mens varmelegemekedler benyttes til mindre formål. Fordelen ved elektrodekedlen er, at dens større spændingsniveau gør, at der skal bruges mindre strøm for samme effekt. Dette både nedsætter omkostningerne til tilslutningsbidraget og elprisen, da tilslutningsbidraget er afhængigt af strømbehovet (ampere) og elprisen varierer ift. det spændingsniveau man aftager elektriciteten ved.

Elkedler er forholdsvis simpel teknologi og billigere ift. f.eks. varmepumper, men varmepumpens COP på f.eks. 3 betyder, at elbehovet til drift er væsentlig mindre for en elkedel. Dette gør også, at den nødvendige installerede elinfrastruktur til virksomheden skal være ligeledes større for en elkedel end for en varmepumpe.

Rent teknisk kan elkedler anvendes til omstilling af naturgaskedler til både indirekte og direkte fyring ved alle de temperaturniveauer, som undersøges i denne rapport. Elkedler til vand og damp kan anvendes op til temperaturer op til 200 grader, mens elkedel til luft kan anvendes til temperaturer over 200 grader.

3.3 Brint

Anvendelse af brint betragtes af flere virksomheder ikke som en mulig løsning pga. økonomisk rentabilitet med undtagelse for raffinaderier. Udnyttelsen af brint i industrien til produktionsprocesserne er til dato meget begrænset, men et område og en løsning som flere virksomheder tager i betragtning. Teknologien til at bruge brint eksisterer og er i brug rundt omkring i Europa i form af brintbrændere, der teknisk replicerer gasindustrien. Rent teknisk kan brint substituere brugen af naturgas til både indirekte og direkte fyring ved alle de temperaturniveauer, som undersøges i denne rapport. I mange tilfælde vil man kunne retrofitte eksisterende udstyr med relativt få modifikationer. Brugen af brint i produktionsprocesserne vil være relevant i de tilfælde, hvor det ikke er muligt at omstille til direkte elektrificering. Udfordringerne ved konvertering til brug af brint er den manglende infrastruktur og et endnu ikke veletablerede marked for køb/salg af brint. Det bringer en usikkerhed i forhold til grundlaget for en investeringsbeslutning hos virksomheder og vil overvejende være en løsning, som kan implementeres på længere sigt. Udover umodenhed i brintmarkedet er der endnu ikke etableret afgiftsregler på området, som der bl.a. findes på el og gas. De politiske rammer på området er altså endnu ikke fastsat. Af ovenstående grunde er brint ikke indregnet som et alternativ i analysen.

3.4 Biomasse

Med biomasse menes træpiller, træflis, halm og biomasse baserede rester fra produktionen, der kan afbrændes og anvendes til procesvarmeformål. Brug af biomasse som brændsel i industrien er velkendt og udbredt i mange brancher. Visse virksomheder har biomasse som affaldsprodukt, som de enten selv anvender til energiformål eller sælger eller giver det væk.

I den offentlige debat i både Danmark, Europa og på global plan er der diskussion om bæredygtigheden af biomasse.

De eksisterende, tilgængelige prisfremskrivninger er i analysen blev vurderet utilstrækkelige til anvendelse i businesscases ift. detaljeniveauet på el- og gaspriserne. Det nævnes i Energistyrelsens høringsversion på Klimafremskrivning 2023⁴, at usikkerheden på biomasse er større end for øvrige brændsler. Grundet usikkerheden på prissætningen og bæredygtighedsdiskussion, er det valgt ikke at indregne biomasse som et alternativ til udfasning af gas på nationalt niveau, som et alternativ i analysen.

3.5 Direkte tilførsel af biogas

Nogle virksomheder har mulighed for direkte tilførsel af biogas, enten fra egenproduktion eller ved at være placeret i nærheden af en biogasproducent, hvorfra biogassen kan leveres direkte til virksomheden udenom gasnettet. Disse muligheder foreligger for et fåtal af virksomheder og begge løsninger er virksomhedsspecifikt. Herudover, er det i det fleste tilfælde ikke økonomisk rentabelt at etablere direkte tilførsel med biogas i forhold til at købe biogas fra det kollektive gasnet.

Det er derfor valgt ikke at indregne direkte tilførsel af biogas som et alternativ i analysen.

3.6 Processpecifikke elektrificeringsmuligheder

Flere virksomheder har mulighed for at gennemføre processpecifikke elektrificeringer, som vil kunne udfase deres nuværende gasforbrug. Disse teknologier er bl.a. induktion, mechanical vapor recompression (MVR), membrandestillering, infrarød tørring, mikrobølger til tørring, bagning, sterilisering og pasteurisering, ultralyd og vakuum tørring, m.m.

⁴ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_sektorforudsætningsnotat_priser_og_vaekst.pdf (s. 17)

Implementering af disse teknologier vil ofte kræve en større omlægning i varmforsyningsinfrastrukturen for de specifikke virksomheder. Da ekstrapolering af processpecifikke løsninger på tværs af brancher og virksomhedsstørrelser ikke vil være repræsentativt, er det valgt at undlade processpecifikke udfasninger i denne analyse. I stedet antages det, at den eksisterende varmforsyning bibeholdes, men at varmen netop produceres på alternativ vis end ved gasafbrænding.

4 Gasudfasningspotentiale

Vurdering af potentialet for udfasningen af gasforbruget til proces inddeles i to elementer: potentialet for energieffektivisering og potentialet for omlægning af det centrale forsyningsanlæg. Potentialet for energieffektiviseringer repræsenterer den del af gasforbruget, som udfases vha. af rentable energieffektiviseringer. Det totale udfasningspotentiale består af potentialet for energieffektiviseringer og potentialet ved en fuld omlægning af centralvarmeforsyningen.

4.1 Potentiale for udfasning af gas gennem energieffektivisering

Potentialet for udfasning af gas gennem energieffektiviseringer er baseret på Erhvervskortlægningen, hvor energieffektiviseringspotentialer er opgjort for alle brancher, inklusive procesenergiforbrug. Potentialer for energieffektiviseringer er ikke opdelt på brændsler i Erhvervskortlægningen, så det er antaget, at besparelserne i energiforbruget er lig det økonomiske gasudfasningspotentiale.

I Erhvervskortlægningen opgøres det rentable energieffektiviseringspotentiale for hver branche for projekter med tilbagebetalingstider (TBT) på hhv. <2 år, ≥2 år - <4 år, ≥4 år - <10 år og ≥10 år. For hver TBT-spænd opgøres et effektiviseringspotentiale. Et eksempel er Mejeribranchen, hvor det samlede effektiviseringspotentiale er 5 %, for en TBT på 2 år, og 28 % hvis TBT er >10 år (se Tabel 6/Tabel 6).

| Eksempel: Effektiviseringspotentialer i Mejeribranchen jf. Erhvervskortlægningen | |
|--|--|
| TBT | Effektiviseringspotentiale (akkumuleret) |
| <2 år | 5 % |
| ≥2 år og <4 år | 11 % |
| ≥4 år og <10 år | 22 % |
| ≥10 år | 28 % |

Tabel 6 – Opgørelse af effektiviseringspotentialer for mejeribranchen i Erhvervskortlægningen.

Til at vurdere det økonomiske gasudfasningspotentiale, er de 17 casevirksomheder blevet spurgt om, hvilke krav de har til tilbagebetalingstid i forbindelse med gennemførelse af energikonverterings- og effektiviseringsprojekter. Virksomhedernes krav til TBT varierer fra 3-5 til 10 år. I denne analyse antages det derfor, at energieffektiviseringsprojekter med TBT på ≤6 år vil blive gennemført, idet det vurderes at afspejle kravet fra en gennemsnitlig virksomhed.

Der er foretaget en genberegning af TBT, som tager hensyn til ændringer i gaspris og investeringsomkostninger siden Erhvervskortlægningens udarbejdelse. Den korrigerede TBT er 8,6 år, og er beregnet således:

$$\text{Ny TBT} = \text{Valgt TBT} \cdot \frac{\text{Prisforhold}}{\text{Investeringsforhold}} = 6 \text{ år} \cdot \frac{1,85}{1,29} = 8,6 \text{ år}$$

Prisforholdet er fundet ved sammenligning af varmeprisen i Erhvervskortlægningen og den benyttede gaspris i analysen. Investeringsforholdet er fundet ud fra CEPCI-indexet⁵, som angiver prisudviklingen i industrielt udstyr.

For hver branche akkumuleres effektiviseringspotentialet for hhv. under 2 år, 2-4 år og 77 % af andelen i 4-10 år svarende til 8,6 år. Effektiviseringspotentialet for hver branche multipliceres med gasforbruget i hver fyringskategori for hver branche. Slutteligt summeres besparelsespotentialet i hver fyringskategori på tværs af brancher (se Tabel 7)/Tabel 7.

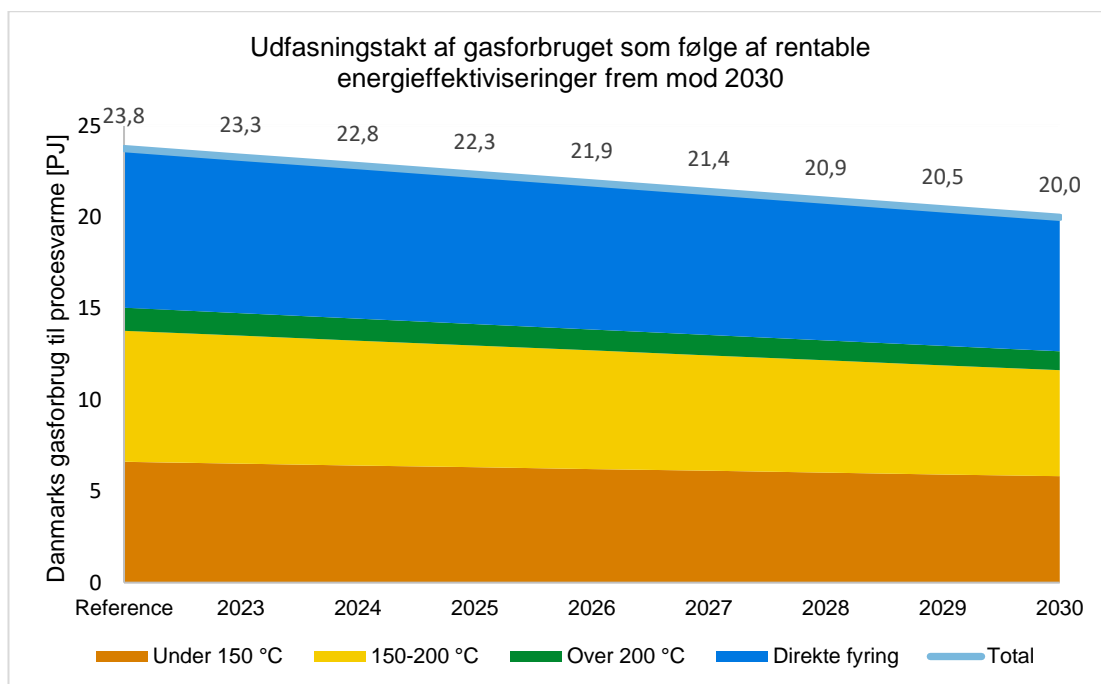
| Fyringskategori | Effektivisering | Gasreduktion [PJ] |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| Under 150 °C | 17,9 % | 1,2 |

⁵Towering Skills: Cost Indices: <https://www.toweringkills.com/financial-analysis/cost-indices/> (downloadet februar 2023)

| | | |
|----------------|--------|-----|
| 150-200 °C | 19,1 % | 1,4 |
| Over 200 °C | 18,2 % | 0,2 |
| Direkte fyring | 15,8 % | 1,4 |
| Total | 17,5 % | 4,2 |

Tabel 7 – Effektiviseringspotentialer ved TBT på ≤ 6 år.

Det antages, at energieffektivisering bliver realiseret løbende lineært frem mod 2030, som vist i Figur 2. Efter realisering af energieffektiviseringerne vil det samlede gasforbrug i produktionsindustrien blive reduceret til ca. 20 PJ i 2030 (24,8-4,2 PJ).



Figur 2 - Udfasingen af gas som følge af rentable energieffektiviseringer. Udfasingstakten antages at være lineær frem mod 2030.

4.2 Potentialet for omlægning af den centrale forsyning

Ud fra en teknisk vurdering kan alle indirekte fyrede kategorier udfases fuldstændigt i 2030 ved hjælp af elektrificering, mens det direkte fyrede gasforbrug kan reduceres med 30 %. Det er således teknisk muligt at reducere gasforbruget til proces til ca. 5 PJ i 2030.

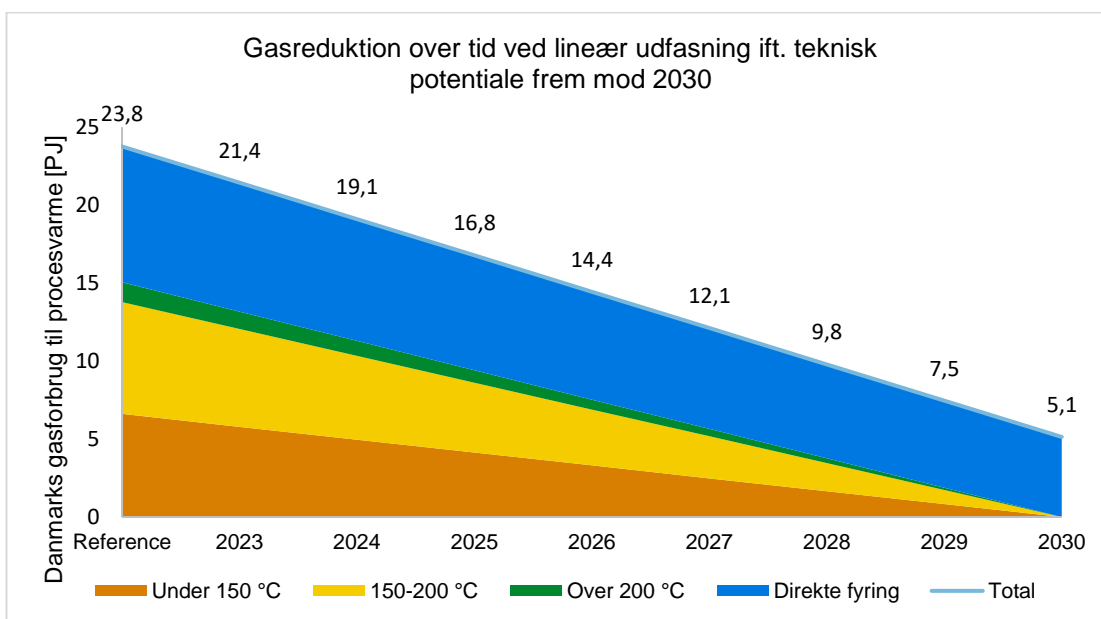
De teknologier som på nuværende tidspunkt vurderes modne til at kunne anvendes til elektrificering af de centrale forsyninger af procesvarme, er afhængig af fyringskategorierne. For den videre analyse ses der kun på de 15 PJ (20-5 PJ), som vurderes teknisk muligt at omstille og alene på de tre teknologier: varmepumpe samt elkedel til hhv. luft og vand/damp. Dette da disse teknologier ud over at være teknologisk modne, også er de teknologier, som de 17 casevirksomheder anser for de mest sandsynlige alternativer til gasforsyning. Det vurderes, at halvdelen af energiforbruget op til 150°C kan erstattes af en varmepumpe og den anden halvdel med elkedel til vand/damp. For temperaturniveauet 150-200°C kan gassen omstilles til elkedel til vand/damp. Resten af energiforbruget – indirekte fyring over 200 °C, samt den del af den direkte fyring som kan omstilles – kan erstattes med elkedler til luft.

| Fyringskategorier (centralvarmesystemet) | Elkedel til luft | Elkedel til vand/damp | Varmepumpe |
|--|------------------|-----------------------|------------|
| <150°C | | 50% | 50% |
| 150-200°C | | 100% | |

| | | | |
|----------------|------|--|--|
| >200°C | 100% | | |
| Direkte fyring | 100% | | |

Tabel 8 – Erstatning af gasforbruget i centralvarmeforsyningen med elektriske alternativer. Det omfattede gasforbrug er den gas, der anvendes til indirekte fyring samt den andel af den direkte fyring, som kan erstattes af central elektrificering.

Det antages at udfasningen vil ske lineært, da virksomheder har forskellige bevæggrunde til omstillingen. Bevæggrundene er bl.a. klimamål, mulighed for større markedsandele, udskiftning af udtjent udstyr og forsyningsikkerhed.



Figur 3 – Teknisk udfasningstakt af gasforbruget til proces frem mod 2030. Der er ikke taget højde for profitabilitet af investeringer. Udfasningstakten antages at være lineær frem mod 2030.

En fuld omlægning af den centrale forsyning fra gas til el er imidlertid forbundet med en række barrierer, som gør det vanskeligt at opstille rentable investeringscases. Der er som en del af nærværende analyse opstillet fem businesscases, som tager afsæt i data fra de 17 casevirksomheder og tilsammen dækker de tre teknologiløsninger og forskellige fyringskategorier. Ingen af disse viser en rentabel investeringscase. For at realisere det tekniske potentiale, kræver det derfor, at produktionserhvervene kan få tilskud til omstillingen, for at sikre at det bliver økonomisk rentabelt for virksomhederne at konvertere centralvarmeforsyningen fra gas til el. Det økonomiske "gab" eller behovet for tilskud er analyseret yderligere i næste kapitel.

Det skal bemærkes, at udfasningen af det resterende gasforbrug til opvarmning kombineret med en accelereret udbygning af biogasproduktionen medføre, at der i 2030 potentielt er nok biogas i nettet til at dække industriens gasforbrug.

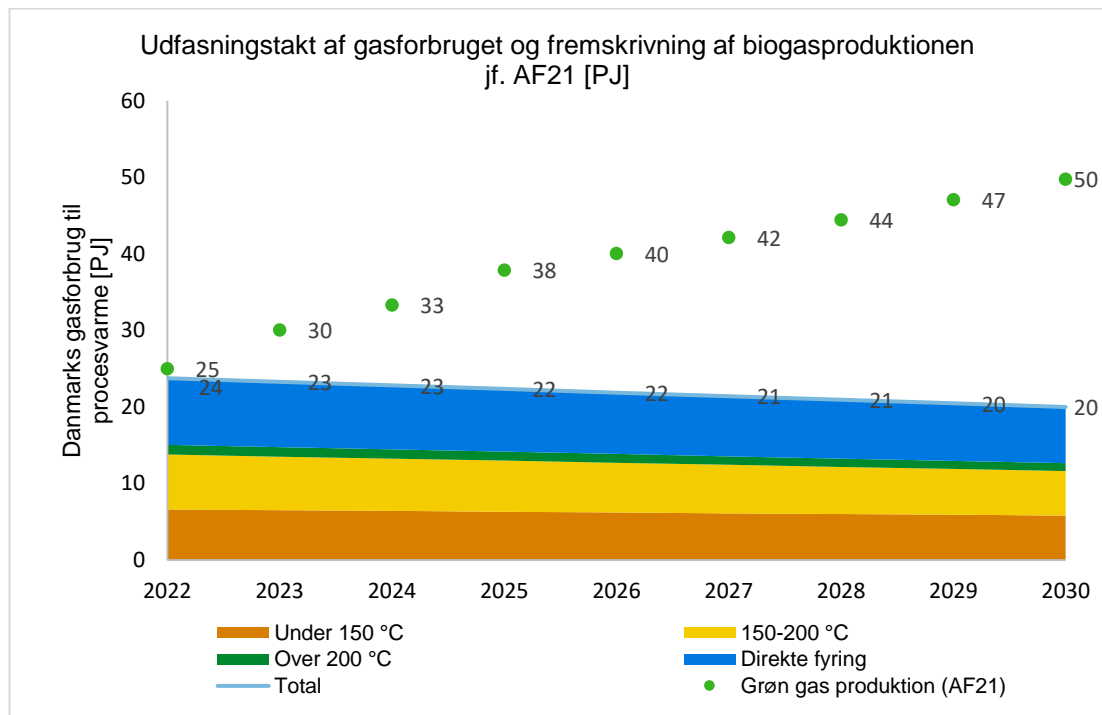
4.2.1 Biogasfremskrivning

Som en alternativ løsning til omstilling af gasforbruget gennem elektrificering af den centrale varmeforsyning, kan der omstilles til at anvende biogas.

I den politiske aftale *Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022 - Et grønnere og sikrere Danmark - Danmark kan mere II* (25. juni 2022) fastlægges et politisk mål om, at Danmark senest i 2030 skal være 100 % forsynet med grøn gas. I 2030 forventer Energistyrelsen, at biogasproduktionen stiger til 50 PJ, hvoraf ca. 80 % (svarende til 40 PJ) vurderes at være opgraderet biometan⁶. Hvis Energistyrelsens prognose

⁶ Energistyrelsens Analyseforudsætninger 2021

realiseres, vil gasforbruget til proces på 20 PJ udgøre ca. halvdelen af det biometan, som er tilgængelig via det kollektive ledningsnet. Hvis det øvrige gasforbrug til rumvarme og transport holder sig under 20 PJ i 2030, vil produktionserhvervenes gasforbrug til proces således kunne dækkes af 100 % grøn gas.



Figur 4 - Økonomisk udfasningstakt relativt til biogasproduktionen frem mod 2030 (PJ)

Biogas er en moden energiart, der i dag har en merpris til naturgas, men som leveres via den samme infrastruktur og anvendes i de samme apparater i virksomhederne. Biogas er derfor en enkel omstilling, der ikke kræver investeringer, men som øger brændselsomkostningen for virksomhed eller samfund i forhold til en forsyning med naturgas.

Der er ikke i nærværende analyse regnet yderligere på omlægning til biogas som et alternativt scenarie til elektrificering.

5 Vurdering af tilskudsbehov til gaskonverteringer

Udfasning af gas i den centrale varmforsyning gennem elektrificering er ikke umiddelbart rentabelt for de 17 casevirksomheder. Derfor er der i analysen foretaget en vurdering af behovet for tilskud. Tilskudsbehovet findes ved beregning af økonomisk rentabilitet for i fem businesscases, som repræsenterer de tre alternative teknologier: elkedel til luft, elkedel til vand/damp og varmepumpe og de fire fyringskategorier. I beregningerne indgår alene de 15 PJ, som det vurderes teknisk muligt at elektrificere gennem de tre teknologier. For økonomisk rentabilitet antages det, at den interne rente skal være mindst 8 % svarende til den vægtede gennemsnitlige kapitalomkostning (WACC), som antages i business casene. Da virksomhedernes krav til tilbagebetalingstid er specifik, sættes der ikke krav til denne i businesscasene.

En businesscase for gaskonverteringer består af følgende elementer:

- Investeringsomkostninger
- Faste omkostninger til drift og vedligehold (besparelser i vedligehold af gaskedler og ny omkostning til drift og vedligehold af elkedel/varmepumpe)
- Omkostninger til energiindkøb, herunder afgifter og tariffer (energipriser, tariffer og afgifter). Dækker såvel besparelser i gas som nye omkostninger til el.

Til fastsættelse af investeringspriser for de fem business cases, benyttes Energistyrelsens Teknologikatalog. Forudsætningerne i Teknologikataloget er efterfølgende valideret ved indhentning af konkrete priser fra leverandører og data fra de 17 casevirksomheder.

Der inddrages ikke evt. mulig opnåelse af tilskud i business case beregningerne, da resultater uden tilskud vil give et billede af behovet for tilskud for at gøre udfasningen rentabel for virksomhederne. Herudover antages det, at der ikke foretages ændringer i den interne varmforsyningsinfrastruktur, hvilket betyder, at eksisterende infrastruktur og temperaturkrav fastholdes.

Sidst i kapitlet præsenteres en række følsomhedsanalyser for at tage højde for usikkerhed i fastlæggelse af forudsætninger.

5.1 Tekniske forudsætninger

De tre teknologier, som indgår i businesscase beregningerne er varmepumper og elkedler til luft og vand/damp.

De tekniske forudsætninger for de tre teknologier fremgår af Tabel 9.

| | Enhed | Elkedel til vand/damp | Elkedel til luft | Varmepumpe (COP)* | Gaskedel |
|--------------|-------|-----------------------|------------------|-------------------|----------|
| Effektivitet | [-] | 0,99 | 0,99 | 2,3 | 0,96 |
| Levetid | år | 25 | 25 | 20 | 25 |
| Temperatur | °C | <150; 150-200°C | >200 | <150 | - |

Tabel 9 – Tekniske forudsætninger: effektivitet, levetid og temperaturkategori

5.2 Investeringsomkostninger

Investeringsomkostningerne består først og fremmest af omkostninger til selve teknologien. Herudover vil der være omkostninger til installation og integration, projektledelse samt tilslutningsbidrag til elselskabet. Højspændingskabler kan være nødvendig for elkedelinstallationer, hvis der ikke er tilstrækkelig kapacitet i elnettet i det pågældende elnetområde. Ombygninger eller udvidelser af de fysiske rammer er ligeledes en del af den samlede investering. Afhængigt af, om der er plads på det eksisterende areal, kan omkostninger til jord eller nye bygninger udgøre en betydelig del af den samlede investering.

Til analysen introduceres en investeringsfaktor, som er et udtryk for, hvor meget totalinvesteringen udgør af teknologiinvesteringen. Investeringsfaktorer er virksomhedsspecifikke, og derfor er der anvendt en gennemsnitlig investeringsfaktor for hver af de tre teknologier. Investeringsfaktoren for varmepumper og elkedler til vand/damp antages at være 4, mens den for elkedel til luft antages at være 2,75. Forskellen i investeringsfaktor skyldes bl.a. den kompleksitet, som er forbundet med installationen og effektkravet for eltilslutning. Investeringsfaktoren er baseret på input fra de 17 casevirksomheder.

Størrelsen på tilslutningsbidraget følger som udgangspunkt de gældende standardtilslutningsbidrag, som gælder frem til udgangen af 2024. Nedenfor ses de aktuelle tilslutningsbidragssatser for erhverv fordelt på kundekategorier.

| Priser for tilslutning i kr. (Ekskl. Moms) | Enhed | Pr. 1. januar 2023 |
|--|---------|--------------------|
| Erhverv 25 A for C, B _{lav} og B _{Høj} | Kr. | 16.400 |
| Erhverv C | Kr./A | 1.270 |
| Erhverv B _{lav} | Kr./A | 1.210 |
| Erhverv B _{Høj} | Kr./A | 1.170 |
| Erhverv A _{lav} | Kr./MVA | 1.140.000 |
| Erhverv A _{Høj} | Kr./MVA | 630.000 |

Tabel 10 – Standardtilslutningsbidrag for erhvervskunder⁷. Kilde: Green Power Danmark:

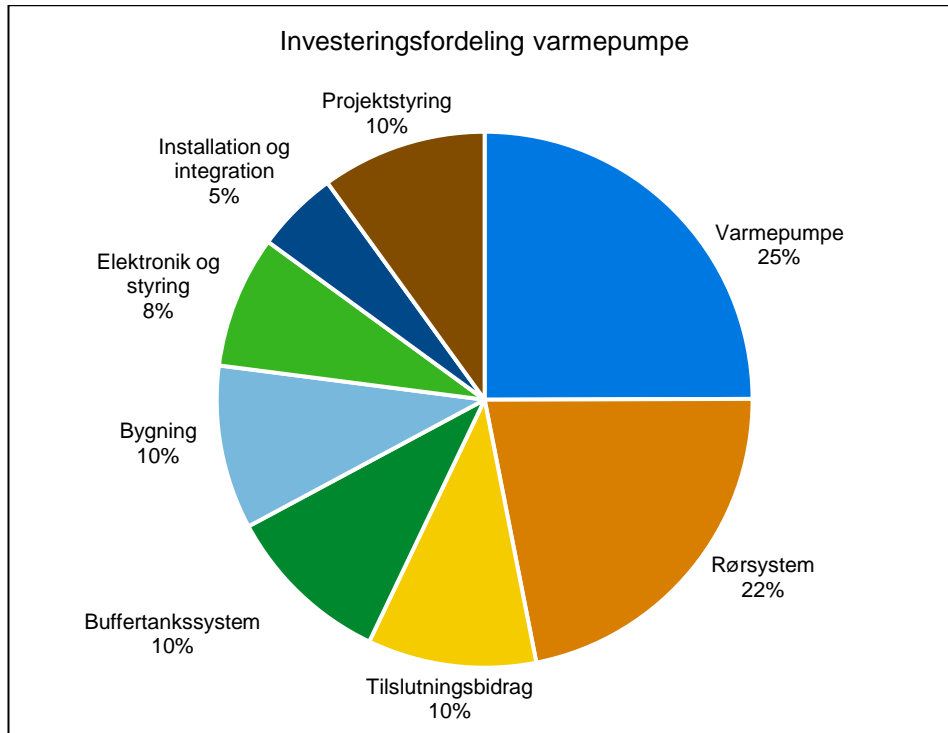
I business casen er der antaget et tilslutningsbidrag på 1,14 mio. kr./MVA ekskl. moms, svarende til satsen for en erhvervskunde i kategori "A-lav", som tilsluttes 10 kV nettet. Det bemærkes, at elnetselskaberne har mulighed for at afvige fra standardbidragssatserne, så længe dette godkendes af Forsynings-tilsynet.

Den gældende praksis med standardtilslutningssatser udløber ved udgangen af 2024. Da det ikke vides, hvordan tilslutningssatser vil blive bestemt efter 2024, er det i businesscasene antaget, at omkostningen er konstant frem mod 2030, men dog korrigeret for inflation.

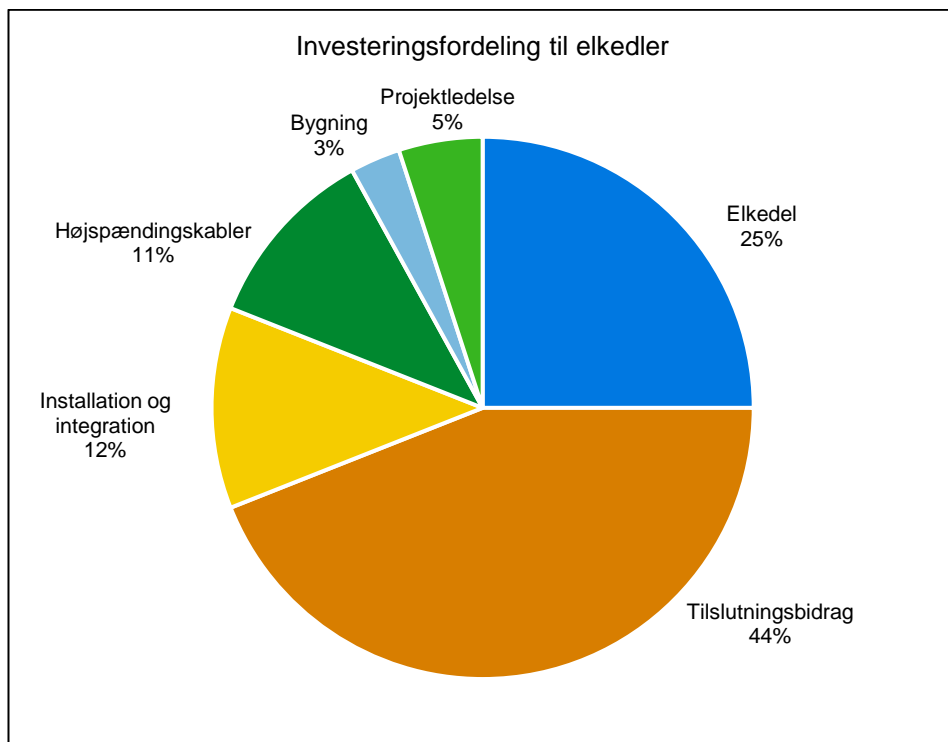
På baggrund af interviews med casevirksomheder, er fordelingen af investeringsomkostninger antaget som vist i Figur 5 og Figur 6. Ved konvertering til en varmepumpe, udgør investeringer til varmesystemet en relativt stor andel af den samlede investering. F.eks. vurderes rørsystemer til distribution af

⁷ <https://greenpowerdenmark.dk/vejledning-teknik/nettariffer-priser-gebyrer/tilslutningsbidrag-forbrug>

varme at udgøre 22% af den totale investering for en varmepumpe. Ved konvertering til en elkedel udgør omkostninger til elsystemet (herunder tilslutningsbidraget) en større andel i forhold til konvertering til varmepumper. Det skyldes blandt andet, at varmepumper typisk er mindst 3 gange så effektive som elkedler.



Figur 5 – Fordeling af investeringsomkostninger for en gennemsnitlig varmepumpeinvestering



Figur 6 – Fordeling af investeringsomkostninger for en gennemsnitlig elkedelinvestering

Investeringsomkostningen til teknologierne for de tre alternative teknologier og en ny gaskedel fremgår af Tabel 11. Varmepumpen er den dyreste løsning, mens elkedel til damp/vand ligger meget tæt op ad investeringsomkostningen til en ny gaskedel. Investeringsomkostningerne dækker alene investering i selve teknologien og er således opgjort ekskl. tilslutningsbidrag, rør, bygninger osv.

| Investeringsomkostning i teknologier (mio. kr./MW) | | | | |
|--|-----------------------|------------------|------------|----------|
| År | Elkedel til damp/vand | Elkedel til luft | Varmepumpe | Gaskedel |
| 2023 | 0,52 | 1,92 | 6,47 | 0,45 |
| 2024 | 0,51 | 1,88 | 6,38 | 0,44 |
| 2025 | 0,50 | 1,84 | 6,28 | 0,43 |
| 2026 | 0,49 | 1,80 | 6,19 | 0,41 |
| 2027 | 0,48 | 1,76 | 6,09 | 0,40 |
| 2028 | 0,47 | 1,72 | 5,99 | 0,39 |
| 2029 | 0,46 | 1,68 | 5,90 | 0,38 |
| 2030 | 0,45 | 1,64 | 5,80 | 0,37 |

Tabel 11 – Investeringsomkostninger i teknologier i mio. kr./MW.

5.3 Faste omkostninger til drift og vedligehold (O&M)

Faste omkostninger til drift og vedligehold afhænger af driftstiden og effektiviteten af teknologien.

Antallet af produktionstimer er virksomhedsspecifikt, hvor nogle virksomheder drifter 24/7, med undtagelse af planlagte driftstop ifm. vedligehold, mens andre kun producerer i dagtimerne i hverdage. Det betyder, at de årlige driftstimer for en produktionsvirksomhed i Danmark kan spænde fra 2000-8000 driftstimer.

Af hensyn til virksomhedernes forskellige driftsmønstre, antages i businesscasene en årlig driftstid på 4160 timer. Dette svarer til, at produktionen er i gang 16 timer om dagen i 5 af ugens dage. Desuden antages det, at energien bruges jævnt over driftstimerne, hvilket vil sige, at der ikke tages forbehold for spidsbelastninger.

De faste omkostninger til drift og vedligehold for elkedler, varmepumper og gaskedler fremgår af Tabel 12 Tabel 12. Forudsætningerne stammer fra Energistyrelsens Energikatalog for procesenergi.

Ses der alene på drift og vedligeholdelse er driftsomkostningerne væsentlig lavere for elkedler og varmepumper relativt til gaskedler.

| Faste O&M omkostninger [kr./MW/år] | | | |
|------------------------------------|----------|------------|----------|
| År | Elkedler | Varmepumpe | Gaskedel |
| 2023 | 7.961 | 7.217 | 14.880 |
| 2024 | 7.908 | 7.111 | 14.774 |
| 2025 | 7.855 | 7.004 | 14.667 |
| 2026 | 7.801 | 6.898 | 14.561 |
| 2027 | 7.748 | 6.792 | 14.455 |
| 2028 | 7.695 | 6.685 | 14.349 |
| 2029 | 7.642 | 6.579 | 14.242 |
| 2030 | 7.589 | 6.473 | 14.136 |

Tabel 12 – Faste omkostninger til drift og vedligehold (O&M) i kr./MW/år.

5.4 Omkostninger til energiindkøb

5.4.1 Energipriser

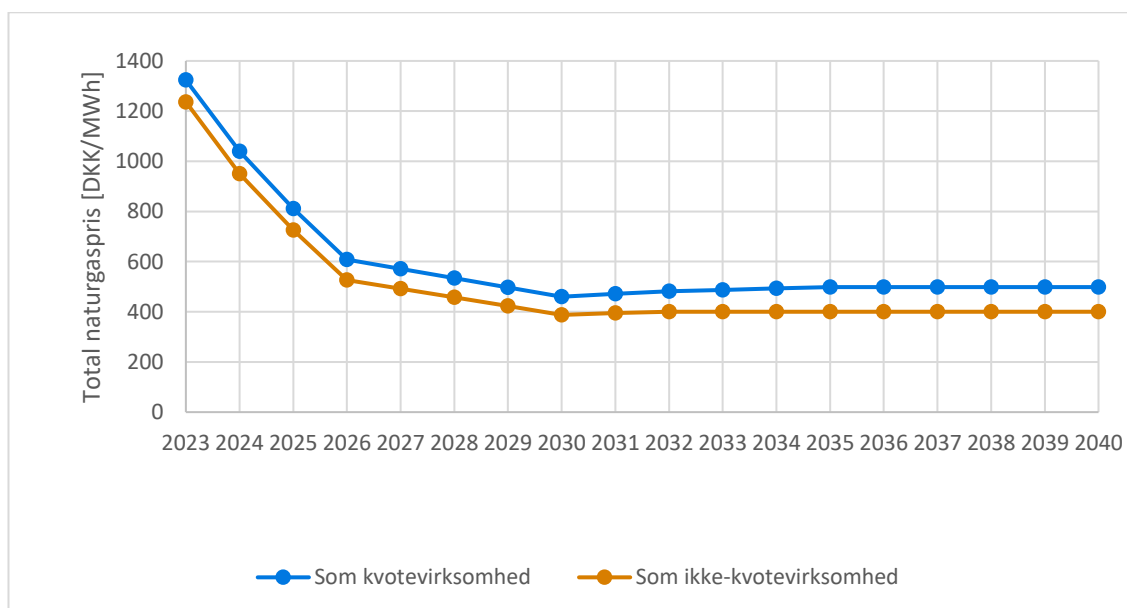
Fremskrivninger i el- og gaspriser er afgørende for resultatet af businesscasene, da forskellen mellem el- og gaspris vil være væsentlig for afskrivningen af investeringen. Den samlede gaspris indgår som løbende brændselsbesparelser, mens den samlede elpris indgår som løbende omkostninger.

De anvendte el- og gaspriser (inkl. tariffer) fremgår af tabellen nedenfor, hvor det for elprisen benyttes A-lav med 10 kV-tilslutning.

| Kr./MWh | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| El til proces, A-lav, 10 kV-tilslutning | 2.839 | 1.570 | 1.212 | 1.061 | 911 | 760 | 720 | 654 |
| El til proces, A0, 140 kV tilslutning | 2.757 | 1.488 | 1.130 | 979 | 828 | 678 | 638 | 572 |
| Gas til proces | 1.218 | 913 | 741 | 544 | 511 | 477 | 444 | 411 |

Tabel 13 – El- og gaspriser inklusive tariffer og afgifter (transmission og distribution) for anlæg, som er tilsluttet transmissionsnettet frem mod 2030. For gas til proces indgår CO₂-afgiftsprisen. Priser er opgjort i kr./MWh.

Priserne består af hhv. spotpriser, afgifter og transmissions- og distributionstariffer. Biogascertifikater er ikke medregnet som en besparelse. Der tages højde for den fulde CO₂-afgift, som gælder for virksomheder, der ikke er omfattet af kvotesystemet. Det vurderes ikke relevant at udarbejde separate business cases for kvotevirksomheder, idet indfasningen af CO₂-afgiften betyder, at forskellen i brændselsbesparelsen mellem kvote- og ikke kvotevirksomheder er relativ lille, som vist på Figur 7.



Figur 7 – Samlet naturgaspris som kvote- og ikke-kvote virksomheder

Givet den aktuelle situation for energiforsyningen i Europa må fremskrivningerne for særligt spotpriserne betragtes at være usikre.

Forudsætninger for de anførte energipriser er beskrevet nedenfor.

5.4.2 Spotpriser

De i analysen benyttede spotpriser for såvel gas som el en kombination af flere kilder og sammenholdt med alternative kilder. Udtræk til priserne er foretaget i det senes efterår 2022. NASDAQs future marked⁸ er brugt til fremskrivning frem til 2027, hvorefter Energistyrelsens Klimafremskrivning 2022⁹ er benyttet frem til 2032. Efter 2032 holdes priserne konstant.

5.4.3 Tariffer

Oveni spotprisen består energipriserne også af tariffer til hhv. transmission og distribution. Tariffernes størrelse afhænger tilslutningsbetingelser – kundetype – virksomheden vælger. For denne analyse er det antaget, at virksomhederne er A-lav kunde (10 kV) med fuld forsyningssikkerhed med elforbrug i dagtimerne i et gennemsnitligt distributionsnet.

5.4.4 Afgifter

Den sidste del af energipriserne er afgifter, som inddrives af staten og pålægges og ændres af regeringen. Afgifter til el og gas til procesformål er indregnet i businesscasene.

CO₂-afgift er også indregnet i businesscasene. Ved vedtagelse af grøn skattereform i sommeren 2022, blev det aftalt at indføre en højere CO₂-afgift, som indføres fra 2025 frem mod 2030, hvor den rammer 750 kr./ton CO₂e. Dette betyder, at CO₂-afgiftens andel af den samlede gaspris til proces stiger fra 3% i 2023 til 36% i 2030.

| | Enhed | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CO ₂ -afgift | kr./tonCO ₂ e | 180 | 180 | 350 | 430 | 510 | 590 | 670 | 750 |
| CO ₂ -afgift | Kr./MWh ¹⁰ | 36 | 36 | 70 | 86 | 102 | 118 | 134 | 150 |
| CO ₂ -afgiftens' andel af den totale gaspris til proces | % | 3% | 4% | 15% | 16% | 20% | 25% | 30% | 36% |

Tabel 14 – CO₂-afgift for virksomheder, som ikke er omfattet af EU's kvote sektor. Emissionsfaktor for naturgas = 0,2 ton CO₂/MWh.

CO₂-afgiftens størrelse er afhængig af, om virksomhederne er omfattet af EU ETS kvotesystemet. Hidtil har kvotevirksomheder været fritaget CO₂-afgiften, men med den nye aftale skal kvotevirksomheder også betale CO₂-afgift.

I businesscasene antages den fulde CO₂-afgift, som pålægges virksomheder, der ikke er omfattet af kvotesystemet.

5.5 Tilskudsbehov

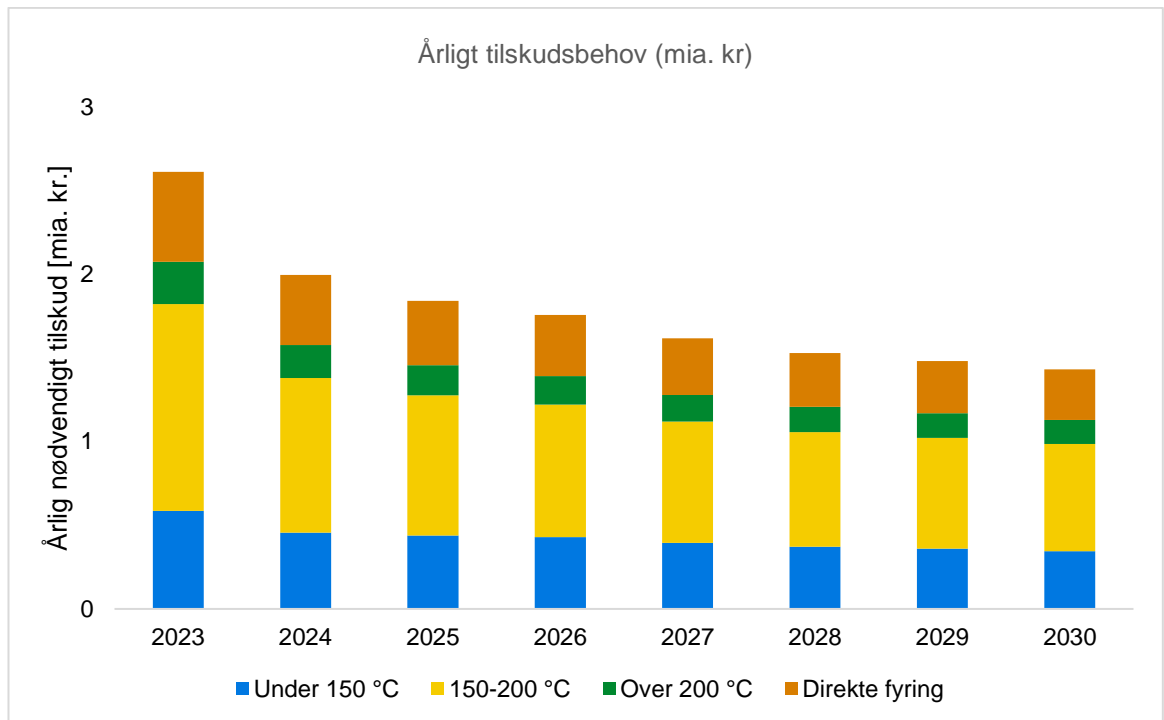
Med afsæt i ovenstående forudsætninger er ingen af de fem businesscases rentable. Skal det tekniske udfasningspotentiale realiseres ved hjælp af rentable investeringer, er der derfor behov for f.eks. et offentlige tilskud.

Det årlige tilskudsbehov fremgår af Figur 8.

⁸ <http://www.nasdaqomx.com/transactions/markets/commodities/market-prices>

⁹ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf22_-_samlet_rapport.pdf

¹⁰ Emissionsfaktor for naturgas= 0,2 tons CO₂e/MWh



Figur 8 – Årligt tilskudsbehov i mia. kr.

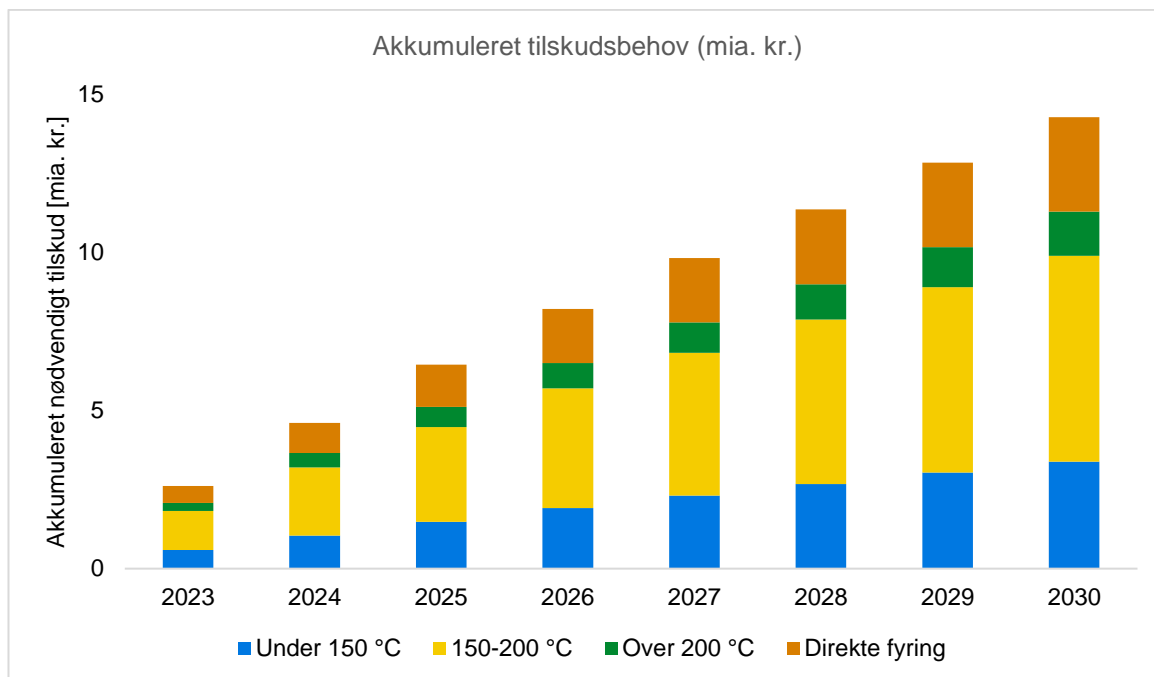
Udfasningstakten antages at være lineær, hvilket betyder at den samme mængde gas udfases fra år til år. Som det fremgår af grafen, reduceres det nødvendige tilskud og dermed omkostningen for gaskonverteringer frem mod 2030. Dette skyldes dels forventet udvikling teknologisk modenhed og lavere enhedspriser, samt en forventning om udviklingen i energipriserne.

Det samlede tilskudsbehov for hele perioden fra 2023 til 2030 skønnes at være ca. 14 mia. kr. Af Tabel 15 fremgår fordelingen af tilskud til udfasning af gas i hver af de fire gasanvendelses kategorier.

| Fyringskategori | Akkumuleret tilskudsbehov (2023-2030) | Gasforbrug i 2030 |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------|
| Under 150 °C | 3,4 mia. kr. | 0 PJ |
| 150-200 °C | 6,5 mia. kr. | 0 PJ |
| Over 200 °C | 1,4 mia. kr. | 0 PJ |
| Direkte fyring | 3,0 mia. kr. | 5 PJ |
| Total | 14,3 mia. kr. | 5 PJ |

Tabel 15 – Akkumuleret tilskudsbehov fordelt på de fire gasanvendelses kategorier.

Det akkumulerede tilskudsbehov for gasudfasningen fremgår af Figur 9 .



Figur 9 – Akkumuleret tilskudsbehov i mia. kr.

Besparelser til brændselsomkostninger og energieffektiviseringer bidrager til at afskrive investeringen i alternative teknologier. Gasprisen er derfor afgørende for, hvor stort tilskudsbehovet vil være.

Som vist i tabellen nedenfor, skal gasprisen stige fra 5,54 kr./Nm³ til 8,5 kr./Nm³ i gennemsnit, hvis investeringer foretaget i 2025 skal være rentable. Det svarer til en stigning i gasprisen på 54 % i 2025.

Det ses, at hver fyringskategori har behov for forskellige prispåvirkninger for at opnå økonomisk rentabilitet. Ved en helt ensartet påvirkning vil der altså stadig være virksomheder, som ikke vil have en rentabel businesscase. På den anden side vil en ensartet prispåvirkning give større incitament for omstilling, da businesscasene alt andet lige forbedres betragteligt.

| Fyringskategori | Afledt nødvendig gaspris [kr./Nm ³] | %-vis stigning i gaspris ift. base-line scenariet |
|-------------------|---|---|
| Under 150 | 7,4 | 33% |
| 150-200 | 8,9 | 61% |
| Over 200 | 9,7 | 74% |
| Direkte fyring | 9,7 | 74% |
| Vægtet gennemsnit | 8,5 | 54% |

Tabel 16 – Afledt nødvendig gaspris ved NPV = 0 for investeringer foretaget i 2025

Til sammenligning var kostprisen for biogasproduktion på ca. 3,5-4 kr./Nm³ i 2021¹¹.

5.6 Følsomhedsanalyser

Da forudsætningerne for beregning af gasudfasningspotentialet er forbundet med en vis usikkerhed, er der foretaget to følsomhedsanalyser – én for et *optimistisk scenarie* og én for et *spidslastscenarie*.

5.6.1 Følsomhedsanalyse: optimistisk scenarie

For en række virksomheder vil udfasningen af gas ske i forbindelse med naturlige reinvesteringer, dvs. der investeres kun, når eksisterende anlæg har udtjent deres økonomiske levetid. Derfor er det naturligt

¹¹ <https://greenpowerdenmark.dk/nyheder/groen-gas-paa-vej-frem>

at se på, hvor meget tilskudsbehovet ændrer sig, hvis investeringsomkostningen alene er prisforskellen mellem en ny gaskedel og en elkedel eller varmepumpe. Altså et optimistisk scenarie for omstillingen.

Resultaterne af det optimistiske scenarie er vist i Tabel 17. Investeringen antages at være prisforskellen mellem en ny gaskedel og et elektrisk alternativ (varmepumpe eller elkedel), og hvor energipriserne reduceres med 40 %, for derved at afspejle en meget optimistisk fremtidig energipris. Det er antaget, at investeringerne foretages i 2025.

Følsomhedsanalysen viser, at tilskudsbehovet reduceres med 19-47 % på tværs af de fire fyringskategorier. Den største reduktion findes i tilskudsbehovet sker i kategorien 150-200°C.

| Fyringskategori | Tilskudsbehov (base case) [mio. kr.] | Tilskudsbehov (optimistisk scenarie) [mio. kr.] | Reduktion af tilskudsbehov |
|-----------------|--------------------------------------|---|----------------------------|
| Under 150 °C | 438 | 353 | 19 % |
| 150-200 °C | 838 | 441 | 47 % |
| Over 200 °C | 180 | 115 | 36 % |
| Direkte fyring | 384 | 246 | 36 % |

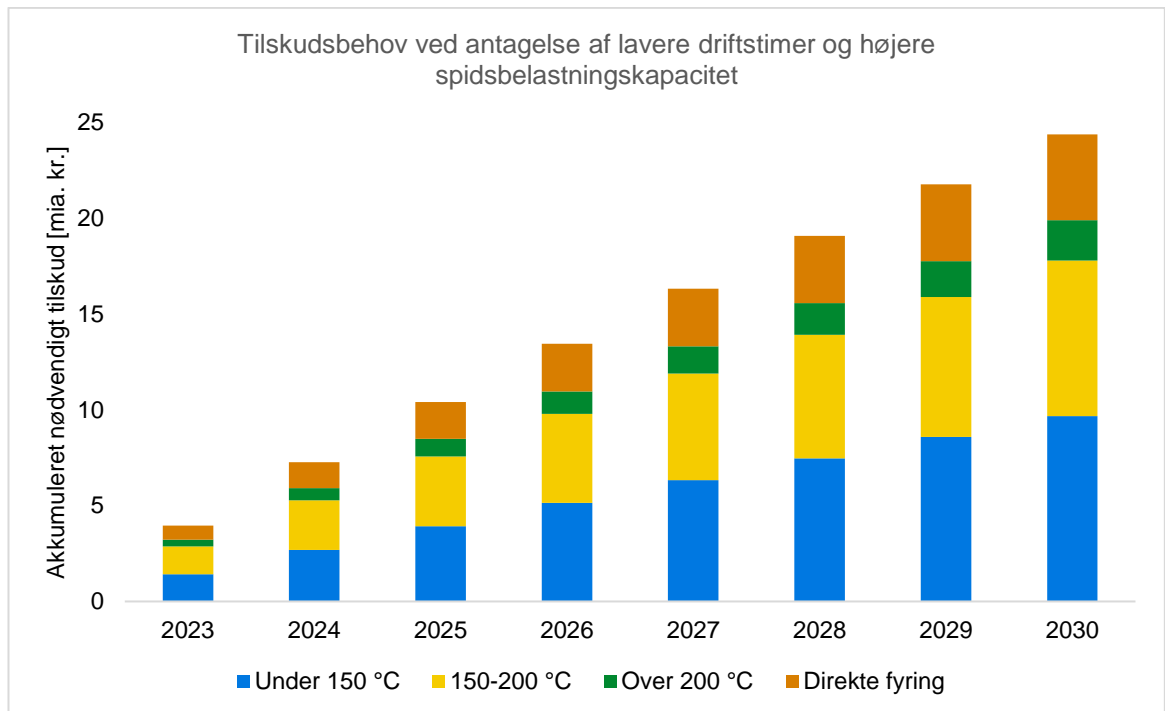
Tabel 17 – Følsomhedsanalyse på tilskudsbehov i år 2025, hvis investeringen alene består af prisforskellen mellem en ny gaskedel og en elkedel eller en varmepumpe samt en 40 %-reduktion i energipriser sammenlignet med base case scenariet.

Påtrykkes disse reducerede tilskudsbehov på base-casen, bliver det akkumulerede tilskudsbehov i det optimistiske scenarie i alt 9,0 mia. kr. i 2030.

5.6.2 Følsomhedsanalyse: Spidsbelastningskapacitet

I base-casen er det antaget, at virksomhederne producerer jævnt i 16 timer om dagen 5 dage om ugen, svarende til 4180 timer. Da base-casen antager jævn, konstant drift og derfor ikke har spidsbelastningerne indlejret, er det relevant at undersøge effekten af tilskudsbehovet, hvis der installeres spidslastkapacitet.

Nedjusteres driftstimerne, er der behov for mere kapacitet for at få den samme effekt, som elkedlen eller varmepumpen erstatter. En nedjustering af driftstimer til ca. 2000 timer om året, resulterer i en nødvendig skalering af kapaciteten med en faktor 2,7 ift. base case. Under disse forudsætninger er det akkumulerede tilskudsbehov 25 mia. kr. i 2030.



Figur 10 – Følsomhedsanalyse på det akkumulerede tilskudsbehov i 2030 ved antagelse af ca. 2000 årlige driftstimer og højere spidsbelastningskapacitet

5.7 Samlet vurdering af tilskudsbehov

Det er forventeligt, at det endelige tilskudsbehov ligger mellem 9-25 mia. kr. Til sammenligning er der afsat 3,5 mia. mio. kr. frem til 2029 i Energistyrelsens Erhvervspulje.

Den primære årsag til det store økonomiske gap er forholdet mellem den samlede brændselsbesparelse (inkl. CO₂ afgift) på gas- og elprisen. Fordi elprisen er betydeligt højere end gasprisen, er det kun en marginal forskel mellem gaskedlen og elkedlen, som kan afskrive investeringen. Selv med en varmepumpe, er det svært at opstille en bæredygtig business case, medmindre virksomheden drifter i rigtig mange timer på et år. En af de væsentligste årsager er de høje investeringsomkostninger for varmepumpen sammenholdt med en COP, der kun ligger en smule over prisforholdet mellem el og gas.

Selvom metoden, som anvendes i denne analyse, viser negative business cases, er der allerede i dag eksempler på rentable elektrificeringscases. Økonomisk rentabilitet i disse cases opstår typisk pga. ombygning af eksisterende infrastruktur, ombygning af procesenheder og energieffektivisering.

6 Barrierer ifm. udfasningen af gas til proces i industrien

Dette kapitel ser nærmere på barrierer i forbindelse med omstillingen væk fra gas. Barriererne er identificeret af de 17 casevirksomheder og relaterer sig til tre overordnede kategorier: tekniske, økonomiske og samfundsmæssige.

6.1 Tekniske barrierer

Virksomheder, som har et stort gasforbrug til direkte fyring eller høje temperaturer, er særligt begrænset af de tekniske barrierer, når det gælder omstillingen væk fra gas. Særligt proceskrav og teknologisk modenhed er afgørende for, hvor meget og hvornår virksomhederne realistisk kan omstille deres energiforsyning. Eksempler på virksomheder, hvor de tekniske barrierer fylder meget, er virksomheder, som arbejder med fremstilling af metal og byggematerialer.

De tekniske barrierer for omstillingen, som er blevet identificeret, omfatter:

- Proceskrav
- Teknologisk modenhed
- Leveringstid
- Fysiske rammer hos virksomheden
- Kompetencer

6.1.1 Proceskrav

Produktionsprocesser, som det er vanskeligt at omstille pga. proceskrav, er primært processer, som anvender gas til direkte fyring, fordi direkte fyring kræver en kilde til afbrænding (flamme), som elbaserede løsninger ikke kan levere, samtidig med at alternative brændsler ikke er testet i stor skala. F.eks. eksisterer der ikke alternative løsninger til fibreringsovne inden for produktion af byggematerialer.

Flere af casevirksomhederne undersøger og forudsiger en løsning, hvor de både har elbaserede varmekilder til deres processer, og samtidig bibeholder eksisterende gas- eller fossilbaserede varmforsyning. De planlægger fremadrettet at anvende den elbaserede løsning som udgangspunkt, mens de på tidspunkter, hvor elprisen vurderes for høj, vil overgå til den eksisterende varmforsyning. Med denne strategi vil de kunne reducere produktionsomkostningerne. Bibeholdes den eksisterende varmforsyning kan den desuden eventuelt tage spidsbelastninger, så investeringsomkostningerne til ny elbaseret varmforsyning til grundlast kan reduceres. Dette giver yderligere større forsyningsikkerhed og fleksibilitet, da virksomhederne vil have flere varmekilder til rådighed.

6.1.2 Teknologisk modenhed

Teknologisk modenhed og spørgsmålet om hvorvidt den nødvendige teknologi eksisterer er en barriere, som også nævnes af en række casevirksomheder. Ligesom proceskrav, nævnes denne barriere især af virksomheder, som har processer med høje temperaturkrav og virksomheder, som anvender gas til direkte fyring.

Varmepumper til højtemperaturprocesser, som lever op til EU's miljøkrav, er ikke kommercielt tilgængelige. Udenfor EU findes der højtemperaturvarmepumper, som anvender kølemidler, der i dag ikke er godkendt inden for EU, da de ikke overholder de grænseværdier der er fastlagt i EU-reguleringen ift. ozon depletion potential (ODP) samt grænseværdier på global warming potential (GWP).

Brint kan være et alternativ til de fyrede processer med naturgas, men brugen af brint er endnu ikke udbredt i industrien. Teknologien til at kunne benytte brint i industrien har eksisteret i flere årtier, men der er kun få kendte leverandører på markedet, og omstilling til anvendes af brint overvejes derfor ikke som relevant for casevirksomhederne. Der er således en diskrepans mellem tilgængeligheden af teknologien og brugen af den, som kunne skyldes manglende kendskab til teknologien eller manglende infrastruktur, som også beskrives i sektion 6.3.1.

6.1.3 Leveringstid

Flere virksomheder nævner, at leveringstiden på f.eks. varmepumper forsinket omstillingen. Den aktuelle energikrise har sat skub på omstillingen, hvilket er med til at øge efterspørgslen på elkedler og varmepumper. Samtidig har økonomiske sanktioner bidraget til, at markedet for essentielle råvarer som eksempelvis stål, er presset, hvilket reducerer udbuddet af og dermed forsinket leveringen.

Leveringstiden vurderes imidlertid at være en midlertidig barriere for omstillingen væk fra gas.

6.1.4 Fysiske rammer hos virksomheden

Konverteringen til nye tekniske løsninger til energiforsyningen er ofte forbundet med større ombygninger af de fysiske forhold i en produktionsvirksomhed. Flere virksomheder nævner, at de pga. størrelsen på konverteringen løber ind i pladsproblemer på deres eksisterende site. F.eks. vil en større konvertering til el betyde nye installationer og rør, som typisk fylder mere end den eksisterende gasløsning.

Dette kræver udvidelse af deres areal, og her forventer flere virksomheder, at der kan opstå udfordringer med byggetilladelser og andre myndighedsgodkendelser. Dette gælder især for virksomheder, som ligger i nærhed af større naturområder eller byer, hvor det i forvejen er vanskeligt at få byggetilladelser og miljøgodkendelser.

Desuden skal der tages højde for, at der i byggefasen både skal være plads til den eksisterende gasløsning samt udvidelse af installationer, som kan understøtte en konvertering, så virksomhederne undgår det økonomiske tab ved at skulle lukke for produktionen, mens byggefasen er i gang.

6.1.5 Kompetencer

En række virksomheder fremhæver, at kompetencer er en barriere for omstillingen. Omlægningen fra gas til el kræver nye tekniske kompetencer indenfor vedligeholdelse og drift. Desuden kan omstillingen være så stor, at der er behov for særlige installationer, f.eks. kabler, som kræver autoriseret personale.

De fleste virksomheder er desuden afhængige af ekstern bistand ifm. udvikling og implementering af energiforsyningen.

6.2 Økonomiske

De økonomiske barrierer er væsentlige for de fleste virksomheder. Ved en omstilling af energiforsyningen vil der være tale om store investeringer, og der kan desuden være behov for at lukke helt eller delvist ned for produktionen, mens ombygningen foregår. Hvor stor betydning de økonomiske barrierer har for den enkelte virksomhed er dog forskellig og er påvirket af en række forhold, herunder:

- Virksomhedens overskudsgrad og likviditet
- Virksomhedens markedsposition og konkurrencen på markedet
- Krav fra leverandører, kunder og ejere om grønnere produktion med mindre CO₂-udledning
- Afhængighed af gas som forsyningskilde
- Komplexiteten af omstillingen og modenheden på tekniske alternativer

Casevirksomhederne har identificeret følgende økonomiske barrierer som de mest centrale i forbindelse med udfasning af gas:

- Energifriser
- Investeringssomkostninger
- Rentabilitet/tilbagebetalingstid
- Afgiftsstruktur

6.2.1 Energipriser

En af de største barrierer for omstilling væk fra gas med elektrificeringen er prisforskellen på el og gas. Dette skyldes i høj grad, at besparelserne på gas skal være højere end omkostningerne til indkøb af strøm inkl. afgifter og tariffer, hvis det skal være muligt at afskrive investeringen gennem besparelsen på energi, hvilket traditionelt er den måde energiprojekter anskues i industrien. Dette er i særlig grad afgørende i de tilfælde, hvor gevinsten fra energibesparelser ved omlægning fra el til gas, er begrænset. F.eks. er der større energieffektiviseringsgevinster med varmepumper pga. deres COP.

Med de fremskrivninger, som er antaget i denne analyse, vil alene energipriserne betyde, at det ikke er rentabelt at konvertere til en elektrisk løsning, fordi elprisen på sigt vurderes at ligge højere end naturgasprisen. Skal elektrificering være rentabel kræver det således, at betragtelige energieffektiviseringer er en del af omlægningen.

6.2.2 Investeringsomkostninger

Investeringsomkostningerne kan være en betydelig barriere. Dette gælder særligt, hvis der foretages en forceret omstilling. Gennemføres omstillingen i takt med en naturlig udskiftning af udtjent materiel, vil investeringen til teknologi være af mindre betydning for businesscasen, idet man her kan betragte investeringen alene som en merinvestering mellem en ny gaskedel og en alternativ forsyning, f.eks. en elkedel, som betragtes.

Afhængig af teknologi har investeringsomkostningen større eller mindre betydning for business casen. Varmepumpen er væsentlig dyrere end gaskedlen og udgør dermed en forholdsvis stor andel af den samlede investering. Til gengæld er tilslutningsafgiften større for en elkedel, fordi der er behov for at større elkapacitet for at levere samme energiforsyning til produktionen via elkedlen. Dette skyldes, at energieffektiviteten er væsentlig større i en varmepumpe i forhold til elkedel.

| | Elkedel til damp/vand | Elkedel til luft | Varmepumpe | Gaskedel |
|-------------|-----------------------|------------------|------------|----------|
| Mio. kr./MW | 0.52 | 1.92 | 6.47 | 0.45 |
| Faktor | 1.17 | 4.29 | 14.50 | 1 |

Tabel 18 – Investeringsomkostninger for energiforsyning opgjort i mio. kr./MW i 2023.

Slutteligt har virksomhedernes likviditet og evne til at rejse kapital betydning for i hvor høj grad investeringsomkostninger betragtes som en hindring for at omlægge energiforsyningen.

6.2.3 Rentabilitet

Rentabilitet har i udgangspunktet stor betydning for, om virksomhederne vælger at investere i en alternativ varmforsyning. Ofte vurderes rentabiliteten af projekterne ud fra, om de lever op til virksomhedernes interne krav til intern forretning af investeringer ("internal rate of return", IRR) og simpel tilbagebetalingstid (TBT).

Typisk er casevirksomhedernes krav til TBT på investeringer på maksimum 3 år. Flere casevirksomheder indikerer dog, at de er villige til at gå op til 5-10 år, hvis investeringen er med til at understøtte mål om f.eks. CO₂-neutral produktion. Yderligere indikerer nogle af casevirksomhederne, at TBT ikke er en begrænsende faktor, så længe TBT er kortere end levetiden for anlægget.

6.3 Samfundsmæssige

De samfundsmæssige barrierer vedrører en række forhold, herunder

- Energiinfrastruktur
- Elforsyningsikkerhed
- Bæredygtighedskrav

6.3.1 Energiinfrastrukturens udbygningshast

Usikkerhed om hvorvidt elinfrastrukturen udbygges med i det tempo, som der er behov for, er en barriere for en række virksomheder. Denne barriere er i dag forstærket af den aktuelle forsyningskrise, som kan medføre forsinkelse i levering af transformerstationer og øvrige infrastrukturdele, som er nødvendig for udbygningen af elinfrastrukturen.

Barrierer relateret til elinfrastrukturens udbygning har størst betydning for virksomheder, som har behov for store mængder strøm, og som ligger i områder, hvor elnettets kapacitet er begrænset pga. af lavere spændingsniveau eller ubalance mellem produktion og forbrug.

For nuværende eksisterer der ikke national brintinfrastruktur, som f.eks. er tilfældet for naturgas og bio-naturgas, hvor der er et veludviklet transmissions- og distributionsnet med tilhørende lagre. For at få og opretholde en brintforsyning er det derfor nødvendigt at opsøge aktører, som distribuerer brint via f.eks. lastbiler. På grund af manglende tilgængelighed og infrastruktur til transport og lagring af brint, anser flere virksomheder ikke brint som en reel mulighed i deres grønne omstilling.

Barrierer forbundet med manglende brintinfrastruktur og -marked har størst betydning for virksomheder, som bruger gas til direkte fyring, hvor elektrificering ikke er teknisk mulig.

6.3.2 Elforsyningsikkerhed

Elforsyningsikkerheden og risikoen for planlagte afbrud (brown-outs) vurderes af flere casevirksomheder at være en barriere for den fulde elektrificering. Casevirksomhederne begrundede dette med, at elinfrastrukturen ikke er robust nok til at tilvejebringe samfundets hastige elektrificering samtidig med at andelen af vedvarende energi stiger. Hyppigere brown-outs kan få store konsekvenser for produktionsvirksomheder, idet det kan betyde delvis eller fuld stop for produktionen. Af samme årsag er flere virksomheder tøvende med helt at udfase ledningsgas, idet det giver dem mulighed for at udnytte gas i perioder, hvor elforsyningen er utilstrækkelig.

Elforsyningsikkerheden er særlig kritisk for virksomheder, som producerer 24/7.

Motivationen for at bibeholde gaskedlen som backup til el er tilmed forstærket af at de alternative brændsler (f.eks. brint) er forholdsvis uprøvet. De økonomiske og tekniske konsekvenser ved brug af brint, enten som primær eller sekundær forsyningskilde, er således med til at forstærke risikoen relateret til den fremtidige elforsyningsikkerhed.

6.3.3 Bæredygtighedskrav

Usikkerhed om fremtidig lovgivning og certificeringer ift. bæredygtighed af produkter og energiforsyningen øger risikoen for investeringer.

Især virksomheder, som beskæftiger sig med fremstilling af byggematerialer, efterspørger strengere krav og tydeligere lovgivning indenfor bæredygtigt byggeri, således deres kunder får et incitament til at betale en højere pris for materialer, som fremstilles bæredygtigt.

På trods af manglende lovgivning oplever flere produktionsvirksomheder, at bæredygtighed fylder hos kunder og internt i organisationen. Særligt store produktionsvirksomheder har ofte ambitiøse målsætninger om at opnå en grønnere profil. Andre virksomheder udgør et led i en leverandørkæde, og pålægges herigennem krav om bæredygtig produktion fra større kunder. For disse virksomheder er grøn omstilling allerede en kritisk konkurrenceparameter.

Hvad angår nogle SMV-virksomheder, som endnu ikke har egne klimamål, og som endnu ikke har oplevet, at deres kunder stiller krav til bæredygtighed, er fraværet af lovgivning inden for bæredygtig produktion en større barriere for den grønne omstilling. Dette forstærkes af, at SMV-virksomheder ofte ikke har samme likviditet og dermed mulighed eller risikovillighed i forhold til investeringer i grønne tiltag.

Når det kommer til biomasse, er produktionsvirksomheder generelt tøvende pga. usikkerheden forbundet med fremtidige lovkrav til bæredygtig biomasse. Manglende politisk handling og specifikke lovkrav til bæredygtig biomasse er specielt en barriere for virksomheder, som anvender gas til direkte fyring, da biomasse kan være et reelt teknisk alternativ til gas.

7 Tiltag der fremmer udfasningen af gas til proces i industrien

Dette kapitel ser nærmere på mulige tiltag, der kan understøtte en fremrykning af gasudfasningen i industrien. Der er identificeret tiltag relateret til politiske mål og markedssignaler, energiinfrastruktur samt offentlige tilskud. Tiltagene er desuden vurderet i forhold til hvilke barrierer, de adresserer (se Tabel 19) Tabel 19).

| | | Tekniske barrierer | | | | Økonomiske barrierer | | | Samfundsmæssige barrierer | | |
|----------|--|--------------------|----------------------|---------------|-------------|----------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| | | Proceskrav | Teknologisk modenhed | Leverings tid | Kompetencer | Energi priser | Renta billett | Investerings omkostninger | Udbygnings hast | Elforsynings sikkerhed | Bæredygtighedskrav |
| 1 | Politiske mål og markedssignaler | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Politiske målsætninger for udfasning gas i industrien (f.eks. 30 %-udfasning i 2030) | | | | | | x | | x | | |
| 1.2 | Bæredygtighedskrav til visse produkter (f.eks. i offentlige udbud) | | | | | | x | | | | x |
| 1.3 | Skærpede udbudskriterier til bæredygtighed | | x | | | | x | x | | | x |
| 2 | Energiinfrastruktur | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Rettidig udbygning af el-nettet | | | | | | | x | x | x | |
| 2.2 | Prissignaler som sikrer forsyningsikkerhed | | | | | x | | x | x | x | |
| 3 | Offentlige tilskud | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Udvidelse af støtteberettede tiltag i f.eks. Erhvervspuljen | | | | | | x | x | | | |
| 3.2 | Støtte til rådgivning af konverteringsprojekter | | | | x | | | | | | |
| 3.3 | EUDP-tilskud målrettet nye brændsler til direkte fyring | | x | | | x | x | x | | | |

Tabel 19 – Tiltag som kan bidrage til at reducere barrierer ved udfasningen af gas til proces i produktionserhverv.

7.1 Politiske mål og markedssignaler

Politiske mål og markedssignaler reducerer risikoen for virksomhedernes investeringer, uanset om de forbedrer eller forværre investeringscasen for konverteringen af varmforsyningen til proces. De politiske mål kan f.eks. bestå af konkrete politiske målsætninger for delvis udfasning af gas i industrien, klarhed om fremtidig regulering af bæredygtig biomasse og skærpede udbudskriterier i byggeriet. Markedssignaler kan f.eks. være øget krav om mere bæredygtige produkter og dermed produktionsprocesser i hele værdikæden.

7.1.1 Politisk målsætning for udfasningen af gas i produktionserhverv

Konkrete målsætninger for udfasningen af gas i produktionserhverv fuldt op af konkrete handlingsplaner og tilskud skaber klarhed over gassens rolle i industrien i fremtiden. Tilsvarende den tidligere Regerings Gasstrategi fra 2022, som indeholdt en målsætning om at udfase gas i husholdninger, kan der f.eks.

sættes et mål for, hvor stor en andel gassen må udgøre i industrien frem til og efter 2030. Ved fastsættelse af mål, bør der tages stilling til, hvor stor en andel af ledningsgassen, som udgøres af grønne gasser, samt hvor stor en andel af grønne gasser, som kommer til at gå til transport og eksport.

Skal biogassen indgå som et væsentligt bidrag i omstillingen af industrien, er der desuden behov for klarhed om, hvordan biogas skal produceres og afgiftsbelægges. Hvis biogassen skal udgøre en større andel af industriens gasforbrug, vil det være hensigtsmæssigt at afskaffe CO₂-afgiften for virksomheder, som indkøber biogascertifikater.

7.1.2 Fremtidige lovkrav til bæredygtig biomasse

En af de større barrierer for omstillingen af produktionserhverv er fraværet af klare politiske signaler og lovkrav til bæredygtig biomasse. Dette gælder særligt virksomheder, som har processer (direkte eller indirekte fyrede), der er teknisk vanskelige at elektrificere. Da en skærpelse af kravene må forventes at resulterer i lavere udbud og stigende priser på biomasse, er flere virksomheder tøvende over for at satse på biomasse som brændsel.

Vished om fremtidige krav til certificeringer og brug af biomasse kan således hjælpe virksomhederne til at vurdere om biomasse, som erstatning/supplement til gas er fordelagtig relativt til andre brændselstyper. Uden klare politiske signaler, er der risiko for, at virksomhederne bliver handlingslammede og udskyder udfasningen af gas.

7.1.3 Skærpede udbudskriterier til bæredygtighed

Virksomheder, som opererer i konkurrenceprægede markeder, har behov for politisk indgriben for at rykke på den grønne omstilling. F.eks. har bygge- og anlægsbranchen udtrykt ønske om, at der fra politisk side stilles krav til grønnere asfalt, således betalingsvilligheden stiger. Dersom byggebranchen opererer i et meget konkurrencepræget marked, er producenter tøvende over for at tage investeringsrisiko i mere bæredygtig produktion, medmindre de har sikring på, at kunderne er villig til at betale en højere pris for et mere bæredygtigt produkt.

I Norge er der eksempler på, at skærpede bæredygtighedskrav i udbudsprocesser leder til grønnere produktion. For eksempel har et Norsk byggefirma i 2021 været i stand til at reducere CO₂-udledningen fra asfalt og beton med henholdsvis 40 procent og 20 procent som resultat af bæredygtighedskrav fra Statens Vegvesen (Norges pendant til Vejdirektoratet). For at leve op til kravene i udbuddet har byggefirmaet skulle præsentere klimabudgetter- og regnskab og redegjort for brug af materialer. På materialesiden var produktion af kulstoffattig beton og lavtemperaturasfalt med til at reducere den samlede CO₂-udledningen fra byggeriet¹².

Tilsvarende gør sig gældende for producenter af isoleringsmaterialer til bygninger, hvor uklarhed omkring politiske målsætninger for grønnere bygninger øger risikoen for investeringer i mere bæredygtig produktion.

7.2 Energiinfrastruktur

Rettidig og tilstrækkelig udbygning af infrastruktur spiller en betydelig rolle for det tempo, hvorved gasudfasningen kan finde sted.

7.2.1 Rettidig udbygning af elnettet

Rettidighed i udbygningen af infrastruktur er afgørende for at kunne tilvejebringe øget VE produktion og tilslutning af nye elforbrugere. Derudover sikrer rettidig udbygning af elinfrastrukturen, at elforsyningsikkerheden opretholdes. Den risiko, som kan være forbundet med lavere elforsyningsikkerhed i fremtiden, afholder nogle virksomheder fra at elektrificere.

¹² <https://inq.dk/artikel/norsk-motorvejsbyggeri-reducerer-co2-udledning-asfalt-med-40-procent-253146>

Rettidig udbygning af elnettet kræver afbureaukratisering af elnetskabernes beslutningsprocesser for investeringer i udbygninger- og forstærkninger af elnettet. Afbureaukratisering fordrer, at der ses på at lempe og tilpasse den økonomiske regulering, som elnetselskaberne er underlagt i dag.

Historisk har der været en tendens til, at investeringer i elnettet er udført med en stor grad af overforsigtighed. Skal investeringer i elnettet foretages rettidigt, skal der være en konsensus om, at elnetselskaberne har lov til at tage en større investeringsrisiko for at sikre, at elnettet er robust i fremtiden.

7.2.2 Prissignaler for elforsyningssikkerhed

Ud over en solid og veludbygget fysisk infrastruktur, kan forsyningssikkerheden også opretholdes ved hjælp af markedsmæssige tiltag gennem prissignaler. Prissignaler kan være med til at flytte forbruget og dermed bl.a. udjævne spidsbelastningen af elnettet. Det er med til at sikre, at elnetskabernes omkostninger til udbygninger og forstærkninger af elnettet holdes på et rimeligt niveau, hvilket er en af de parametre, som er afgørende for at sikre, at tarifniveauet, og dermed den samlede energipris, for fremtidige elforbrugere ikke kommer ud af kontrol.

7.3 Offentlige tilskud

Offentlige tilskud er et virkemiddel, som sikrer at virksomheder får kompensation for at antage investeringsrisiko. Investeringstilskud vil reducere kapitalomkostningerne og derigennem nedbryde barrierer for investeringer, som ellers ikke skønnes at ville være blevet gennemført.

Det er vurderingen, at udfasningen af gas i industrien samlet set kræver en kombination af tilskudspuljer, herunder EUDP-midler til udviklingen af nye brændsler til direkte fyring, særlige tilskud til energirådgivning, og udvidelse af Erhvervspuljen.

7.3.1 Udvidelse af støtteberettigede tiltag i Erhvervspuljen

Erhvervspuljen har til formål at fremme grøn omstilling og energibesparelser i private virksomheder. Erhvervspuljen administreres af Energistyrelsen og puljen er på i alt 3,5 mia. kr. fra 2020 til 2029. Som redegjort for i kapitel 5, vurderes det samlede tilskudsbehov for udfasning af det tekniske potentiale at være 9-25 mia.kr. frem mod 2030.

I slutningen af 2022 er Erhvervspuljen blevet ændret, således det fremadrettet er mere attraktivt for virksomheder at søge tilskud til projekter, som primært sparer CO₂. Med de nye ændringer er der indført en prioriteringsfaktor, hvor gaskonverteringer i udgangspunktet får 25 % mere i tilskud end tidligere.

Med de seneste ændringer er Erhvervspuljen blevet væsentligt forbedret og nemmere for virksomhederne at tilgå. Der er i mellemtiden fortsat potentiale for at optimere Erhvervspuljen ift. at sikre den grønne omstilling i erhverv. Det kan f.eks. gøres ved at udvide listen over tilskudsberettigede tiltag. Særligt to tiltag kan med fordel fjernes fra den aktuelle negativliste over tiltag, som ikke er støtteberettiget, nemlig Etablering af nye bygninger og nyanlæg og Energibesparelser som følge af CO₂-reduktioner i forbindelse med etablering eller optimering af energiproducerende anlæg, herunder solceller, biogas mfl.

7.3.1.1 Tilføj nybyg og nyanlæg til positivlisten over støtteberettigede tiltag i Erhvervspuljen

Som beskrevet i afsnit 6.1.4, kan de fysiske rammer være en væsentlig barriere for elektrificeringen. Der kan i mange tilfælde være behov for at udvide produktionsarealet i en midlertidig periode, dvs. mens ombygningen finder sted, eller der kan være behov for at foretage en permanent udvidelse af de fysiske rammer, så der bliver er plads til den nødvendige elinfrastruktur på lokationen.

I dag er det kun muligt at få tilskud til et nyt anlæg, som erstatter et gammelt anlæg og omkostninger til nye bygninger eller anlæg er derfor ikke støtteberettigede i Erhvervspuljen. Et virkemiddel til at fremme

udfasningen af gas til fordel for elektrificering kan således bestå i at gøre investeringsomkostninger til nødvendige nye bygninger og anlæg/apparater støtteberettiget under Erhvervspuljen.

7.3.1.2 Tilføj energiproduktion til positivlisten over støtteberettigede tiltag i Erhvervspuljen

Egenproduktion ved opstilling af vedvarende energi (solceller, biogas mm.) på matriklen til forsyning af dele af elforbruget har en række fordele for produktionsvirksomheder. Egenproduktion i form af solceller medfører først og fremmest besparelser til tariffer og tilslutningsbidrag, hvilket reducerer både investeringsomkostningen og de løbende omkostninger forbundet med at overgå fra en gaskedel til en elbase-ret varmeforsyning. Gevinsten ved egenproduktion vurderes at være størst for virksomheder, som er placeret uhensigtsmæssigt i forhold til elnettet og som har behov for at trække store mængder strøm til at opretholde en stabil varmeforsyning til proces. Egenproduktion kan tilmed bidrage til øget forsynings-sikkerhed og reducere driftsomkostninger til indkøb af strøm.

Egenproduktion kan også bestå af biogasproduktion, baseret på organisk materiale fra virksomheders affaldsfraktioner. Ikke alene reducerer det virksomheders afhængighed af den kollektive gasforsyning, men det muliggør også udnyttelse af ressourcer, som de ellers ville være nødt til at bortskaffe. I forhold til hvor stort potentialet er for at udnytte biogas lokalt, er det få virksomheder, som benytter egenproduceret biogas. Dette skyldes dels prisforskellen mellem gas og biogas, som er direkte tilsluttet. Prisforskellen spænder mellem 1-1,5 kr./Nm³. Endelig kræver biogasproduktion særlige kompetencer, som typisk ligger uden for virksomhedernes kerneområde.

7.3.2 Tilskud til energirådgivning til konverteringsprojekter

Tilskud til energirådgivning er et virkemiddel, som kan fremskynde udfasningen af gas i produktionserhverv. Særligt SMV-segmentet har begrænsede muligheder og kapital til at søge ekstern rådgivning, hvilket i nogle tilfælde betyder, at de venter med at igangsætte projekter. Tilknytning af ekstern rådgiver vil i mange tilfælde være afgørende for at den løsning som virksomheden vælger, bliver den mest optimale. Dette da en rådgiver vil have en større specifik viden på et område, som vil være helt nyt for virksomhederne. Tilskud til ekstern rådgivning kan f.eks. kan desuden understøtte at flere virksomheder får kortlagt deres energi- og CO₂-kortlægninger, hvilket igen er med til at sikre de mest energioptimale løsninger. Derudover kan en ekstern rådgiver bistå i forbindelse med ansøgninger til tilskudspuljer og projektering.

7.3.3 EUDP-støtte målrettet nye brændsler til direkte fyring

I dag er det teknisk og økonomisk vanskeligt at omstille varmeforsyningen til direkte fyring i produktionsprocesserne. Det skyldes dels, at biomassetilgængeligheden ventes at falde på baggrund af højere bæredygtighedskrav samt at biogas ikke er økonomisk rentabelt.

Elektrobrændsler fra Power-to-X (f.eks. brint, e-metanol) kan komme til at spille en rolle i den del af industrien, som ikke kan elektrificeres. Fordelen ved e-metanol er, at denne brændselstype relativt let kan anvendes i eksisterende kedler. Ulemperne er bl.a., at der er CO₂-udledning ved afbrænding af e-metanol og at der er et betydeligt energitab ifm fremstillingen pga. konverteringer. Brint kan også anvendes til direkte fyring i produktionsprocesser. Fordelen ved brint er, at energitabet ikke er så stort som for e-metanol og at der ikke er nogen CO₂-udledning ved afbrænding i forbrugsleddet. Ulempen er, at brint ikke kan erstatte gas i eksisterende kedler.

Erfaringen med alle typer elektrobrændsler er relativt begrænset i dag og derfor vil der være en relativ stor risiko for first-movers. En særlig EUDP-pulje, som er målrettet nye brændsler til direkte fyring kan således være med til at opbygge erfaringer med anvendelsen af nye brændsler i industrien og dermed reducere risikoen for first-movers.

Et af de tiltag, som kan bidrage til at sikre forsyningsikkerheden i fremtiden, er højere grad af prisdifferentiering for transport af strøm i nettet. Eksempler er geografisk differentierede produktionstariffer, og tidsdifferentierede forbrugstariffer.

Udover tariffer bør der ses på forskellige betalingsordninger for afbrydelighed, således det bliver mere attraktivt at være afbrydelig elkunde. Hvis flere elforbrugere vælger afbrydelige netprodukter, minimeres risikoen for forsyningssvigt og dermed driftsforstyrrelser for produktionsvirksomheder.

Selvom produktionsvirksomheder i udgangspunktet foretrækker at have adgang til en stabil energiforsyning, kan det i nogle tilfælde være attraktivt at give afkald på elforsyningsikkerheden, hvis det til gengæld betyder, at der er betydelige besparelser at hente på tilslutning og tariffer. Dette kræver i mellemtiden, at virksomheder har alternative brændsler, som kan sættes i drift, hvor elforsyningsikkerhed svigter.

I lyset af det seneste års energi- og forsyningskrise, som har betyde høje energipriser, ventes flere virksomheder at overgå til en flerstrengt energiforsyning i fremtiden, idet det forbedrer deres forsyningsikkerhed og giver dem mulighed for løbende at optimere deres driftsudgifter til energi.

Referencer

- [1] Energistyrelsen (April, 2022). Teknologikatalog for fornybare brændstoffer. [Link](#)
- [2] Energistyrelsen (Oktober, 2022) Teknologikatalog for procesvarme. [Link](#)
- [3] Energistyrelsen (August, 2022). Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionssektoren. [Link](#)
- [4] Interview med Cocio den 28. november 2022
- [5] Interview med Schulstad den 28. oktober 2022
- [6] Interview med Stryhns den 11. november 2022
- [7] Interview med Viking Malt den 4. november 2022 og den 9. januar 2023
- [8] Interview med NCC den 23. november 2022
- [9] Interview med Gardit den 2. november 2022 og den 9. januar 2023
- [10] Interview med 3N Lakering den 2. november 2022 og den 16. januar 2023
- [11] Interview med Novozymes den 28. oktober
- [12] Interview med Saint Gobain den 21. november 2022
- [13] Interview med Orkla den 23. januar 2023
- [14] Interview med Avista Green den 14. december 2022
- [15] Interview med CP Kelco den 29. november
- [16] Interview med Royal Unibrew den 31. oktober 2022 og den 9. januar 2023
- [17] Interview med Danish Crown den 24. oktober og den 9. januar 2023
- [18] Interview med Lactosan den 30. september 2022 og 4. januar 2023
- [19] Interview med Haldor Topsøe den 24. oktober 2022 og 16. januar 2023
- [20] Interview med Brdr. Hartmann den 21. november 2022
- [21] Interview med Svedan den 4. januar 2023
- [22] Interview med Newtronics 15. december 2022
- [23] Interview med San Electro 15. december 2022

