

FLEKSIBILITET ER NØGLEN  
TIL FREMTIDENS  
INTEGREREDE  
ENERGISYSTEMER

---

**Titel**

Fleksibilitet er nøglen til fremtidens integrerede energisystemer

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut

Gregersensvej 1

2630 Taastrup

Analyse og Erhvervsfremme

**2018**

Forfattere: Stig Yding Sørensen, Rikke Vendelbo Sonne, Cathrine Stenberg

**Foto**

Teknologisk Institut

**ISBN**

978-87-91461-24-8

# Indhold

---

Integrerede energisystemer	5
Varmepumper er nøglen til fremtidens intelligente energisystem	8
Få ser barrierer for fremtidig brug af batterier	10
43 procent ser ingen barrierer for termisk lagring	11
Elektriske køretøjer	12
Digitalisering og avanceret databehandling	13
Virksomhederne i undersøgelsen	14
Sådan har vi lavet undersøgelsen	18
Teknologisk Instituts arbejde med integrerede energisystemer	19

## Fleksibilitet er nøglen til fremtidens integrerede energisystemer

---

Vedvarende fluktuerende energikilder som fx vind og sol udgør en stadig voksende del af den samlede energiforsyning. Ved brug af fluktuerende energikilder kan det være en udfordring dels at opretholde forsyningssikkerheden, dels at sikre stabilitet i energiforsyningen. Dette øger behovet for løsninger, som går på tværs af energisystemer – nemlig integrerede energisystemer.

Teknologisk Institut har spurgt forsyningsvirksomheder inden for varme, el og gas om deres forventninger til fremtidens integrerede energisystemer.

Forsyningsvirksomhederne forventer især at investere i varmepumper, både varmepumper i sig selv, integrerede varmepumper med termisk lagring eller solvarme og biomassebaserede anlæg integrerede med varmepumper. Udover investering i

varmepumper forventer forsyningsvirksomhederne at investere i termisk lagring samt digitalisering.

29 procent af varmevirksomhederne ser ingen barrierer i forhold til at lade varmepumper indgå i produktionen. Den største barriere for investering i varmepumper for forsyningsvirksomhederne er prisen på teknologien. 35 procent af varmesvirksomhederne svarer, at teknologien er for dyr, men endnu flere svarer, at lovgivningen, afgifter og tariffer forhindrer dem i at investere i varmepumper.

42 procent af forsyningsvirksomhederne ser ingen barrierer for, at batterier kan indgå i produktionen om fire til fem år. Endelig ser hver tredje forsyningsvirksomhed ingen barrierer i forhold til at kunne arbejde med elektriske køretøjer inden for de næste fire til fem år.

## Integrerede energisystemer

En samtænkning af forsyningen af varme samt el og gas, hvor disse indgår som en del af et fælles integreret system, kan udnytte den vedvarende energi bedst muligt.

Vedvarende fluktuerende energikilder som fx vind og sol udgør en stadig voksende del af den samlede energiforsyning. Ved brug af fluktuerende energikilder kan det være en udfordring dels at opretholde forsyningssikkerheden, dels at sikre stabilitet i energiforsyningen. Dette øger behovet for løsninger, som går på tværs af energisystemer – nemlig integrerede energisystemer.

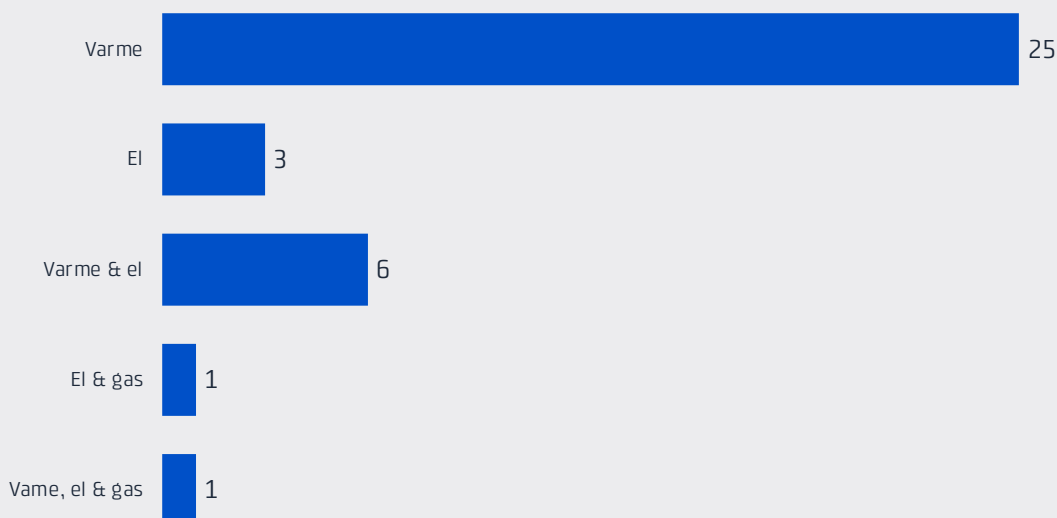
Disse integrerede energisystemer ligger lidt ude i fremtiden, og derfor er det ikke helt sikkert, hvordan det kommer til at se ud.

Integrerede energisystemer er især relevante for forsyningsvirksomheder, der arbejder inden for varme, el og/eller gas. Teknologisk Institut har således spurgt 36 forsyningsvirksomheder inden for disse områder om deres forventninger til fremtidens integrerede energisystemer samt deres rolle i denne udvikling.

25 ud af de 36 forsyningsvirksomheder arbejder med varme. Yderligere seks virksomheder arbejder med både varme og el, mens en enkelt virksomhed arbejder med de tre områder varme, el og gas. Tre ud af de 36 virksomheder arbejder kun med el, mens en enkelt arbejder inden for både el og gas.

### FIGUR 1. INTERVIEWEDE FORSYNINGSVIRKSOMHEDER INDEN FOR VARME, EL OG GAS

Forsyningsvirksomheder opdelt efter forsyningstype



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun forsyningsvirksomheder inden for el, varme og gas.

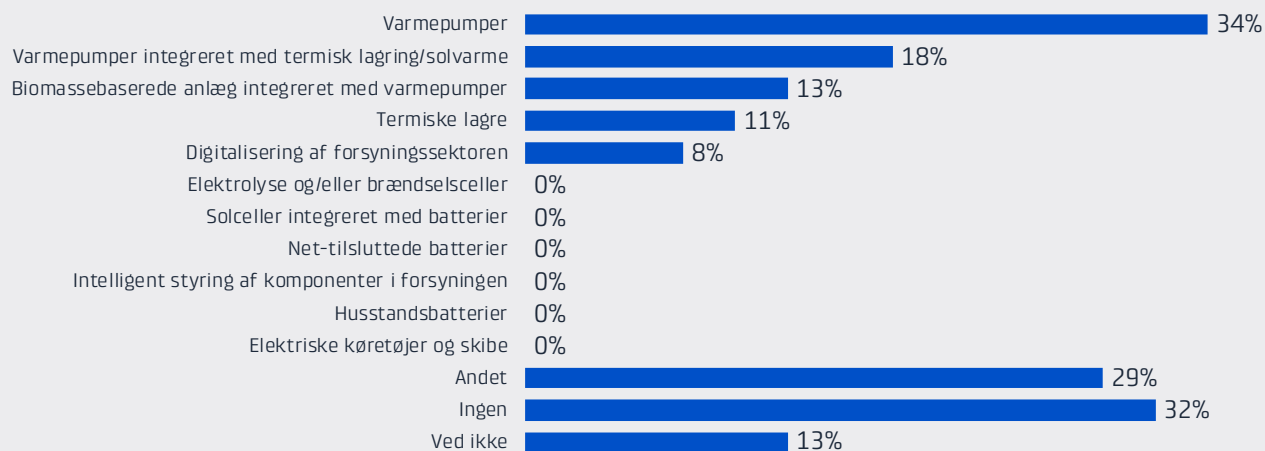
Teknologisk Institut har spurgt de 36 forsyningsvirksomheder, hvilke teknologier inden for integrerede energisystemer, de forventer at investere i inden for de næste fire til fem år.

Mere end hver fjerde forsyningsvirksomhed svarer, at de forventer at investere i varmepumper. Dertil kommer 18 procent, som forventer at investere i varmepumper integreret med termisk lagring og/eller solvarme, og 13 procent, som forventer at investere i biomassebaserede anlæg integreret med varmepumper.

Disse resultater bærer i høj grad præg af, at langt størstedelen af forsyningsvirksomhederne arbejder inden for varmeforsyning. Inden for dette arbejdsområde vil varmepumper naturligvis være en oplagt fremtidig investeringsmulighed.

## FIGUR 2. TEKNOLOGIER INDEN FOR INTEGREREDE ENERGISYSTEMER

Teknologier inden for integrerede energisystemer, som forsyningsvirksomheder forventer at investere i inden for de næste 4 til 5 år



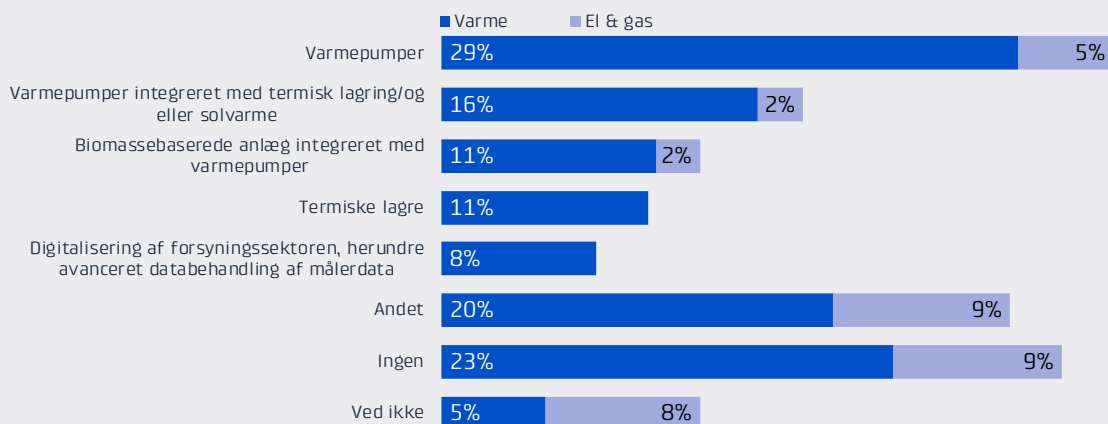
Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun forsyningsvirksomheder inden for el, varme og gas.  
Spørgsmål: Hvilke teknologier inden for integrerede energisystemer forventer I at igangsætte udviklingsaktiviteter for/jeres virksomhed i løbet af de næste 4-5 år?

Virksomheder, der arbejder med både varme og el/gas, indgår i de følgende figurer både som en del af forsyningsvirksomhederne inden for varme og virksomhederne inden for el og gas.

Forsyningsvirksomheder inden for varmeområdet forventer i højere grad at investere i teknologier inden for integrerede energisystemer og er samtidig mere afklarede omkring de teknologier, som de forventer at investere i.

## FIGUR 3. FORVENTEDE INVESTERINGER FORDELT PÅ TYPE FORSYNINGSVIRKSOMHED

Forventede investeringer i teknologier inden for integrerede energisystemer  
Opdelt på type af forsyningsvirksomhed



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun forsyningsvirksomheder inden for el, varme og gas.  
Spørgsmål: Hvilke teknologier inden for integrerede energisystemer forventer I at igangsætte udviklingsaktiviteter for/i jeres virksomhed i løbet af de næste 4-5 år?

Knap tre ud af ti af forsyningsvirksomhederne svarer, at de forventer at investere i andre teknologier end de nævnte. I Figur 4 nedenfor er der præsenteret nogle af de typiske svar fra kategorien 'andet'.

## FIGUR 4. ÅBNE SVAR I FORVENTEDE FREMTIDIGE INVESTERINGER

Andre teknologier inden for integrerede energisystemer, som forsyningsvirksomhederne forventer at igangsætte udviklingsaktiviteter for i jeres virksomhed i løbet af de næste 4-5 år?



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder. 11 svar i "Andet"  
Spørgsmål: Hvilke teknologier inden for integrerede energisystemer forventer I at igangsætte udviklingsaktiviteter for/i jeres virksomhed i løbet af de næste 4-5 år?

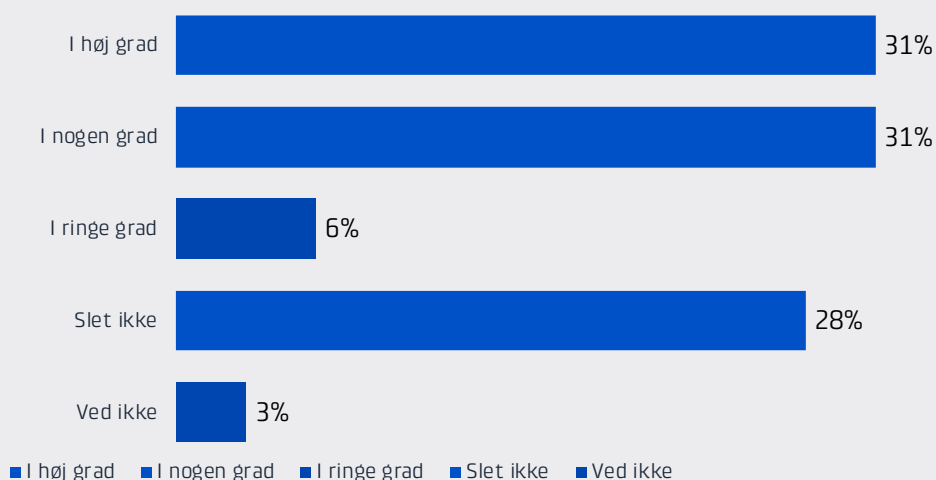
# Varmepumper er nøglen til fremtidens intelligente energisystem

Varmepumper kan udnytte varmen i jorden og luften, fra spildevand eller andre varmekilder til at producere energi til eksempelvis produktion af fjernvarme, som udgør en stor del af den kollektive varmeforsyning.

62 procent af varmevirksomhederne forventer i høj eller nogen grad at investere i varmepumper i den kollektive varmeforsyning inden for de næste fire til fem år.

## FIGUR 5. FORVENTER TIL FREMTIDIGE INVESTERINGER I VARMEPUMPER

Forsyningsvirksomhedernes forventninger til at investere i varmepumper som en del af den kollektive varmeforsyning  
Kun svar fra varme-virksomheder



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 32 svar. Kun forsyningsvirksomheder, der arbejder inden for varme.  
Spørgsmål: I hvilken grad vurderer I, at I vil investere i varmepumper i den kollektive varmeforsyning i de kommende 4-5 år?

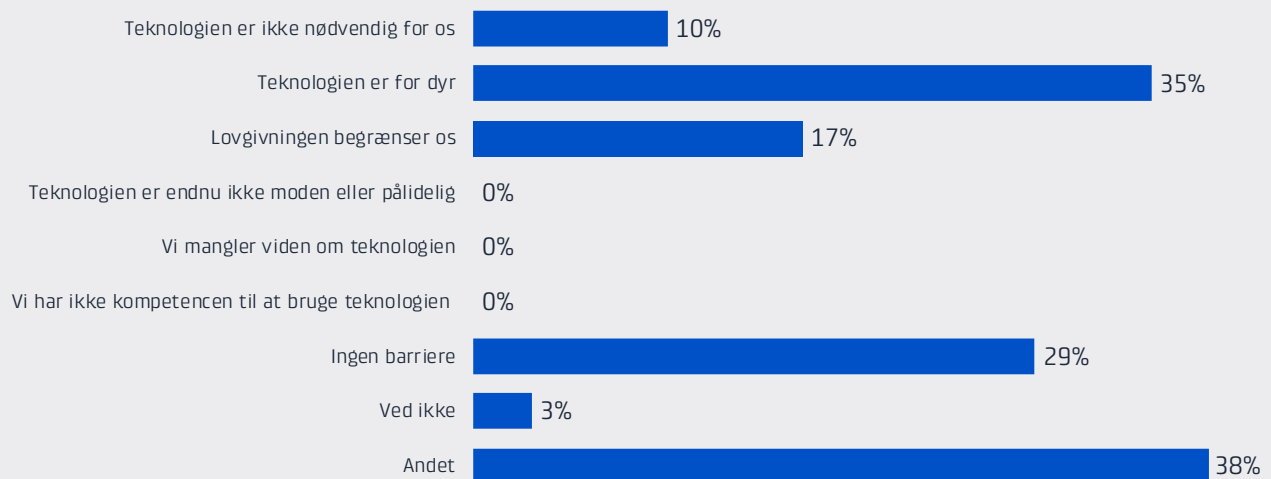


29 procent af varmemvirksomhederne ser ingen barrierer for, at varmepumper kan indgå som en del af deres produktion inden for de næste fire til fem år. 35 procent finder, at det er for dyrt at investere i varmepumper.

Langt størstedelen af svarene under andet handler om afgifter. Heriblandt nævnes både afgifter på strøm, nettariffer på strøm og elvarmeafgiften.

## FIGUR 6. BARRIERER FOR VARMEPUMPER SOM EN DEL AF PRODUKTIONEN

Forsyningsvirksomhedernes syn på barrierer for, at varmepumper kan indgå som en del af produktionen inden for de næste 4 - 5 år



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 32 svar. Kun forsyningsvirksomheder, der arbejder inden for varme.  
Spørgsmål: Hvilke barrierer ser I for, at varmepumper kan indgå i jeres produktion inden for de næste 4-5 år? Flere svar mulige.

# Få ser barrierer for fremtidig brug af batterier

Batterier anvendes til lagring af el i elnettet eller i bygninger i forbindelse med bygningsintegrerede solceller. I elforsyningsvirksomhedernes elnet anvendes batterier primært til stabilisering af frekvens og spænding, udjævning af spidsbelastning samt op- og nedregulering.

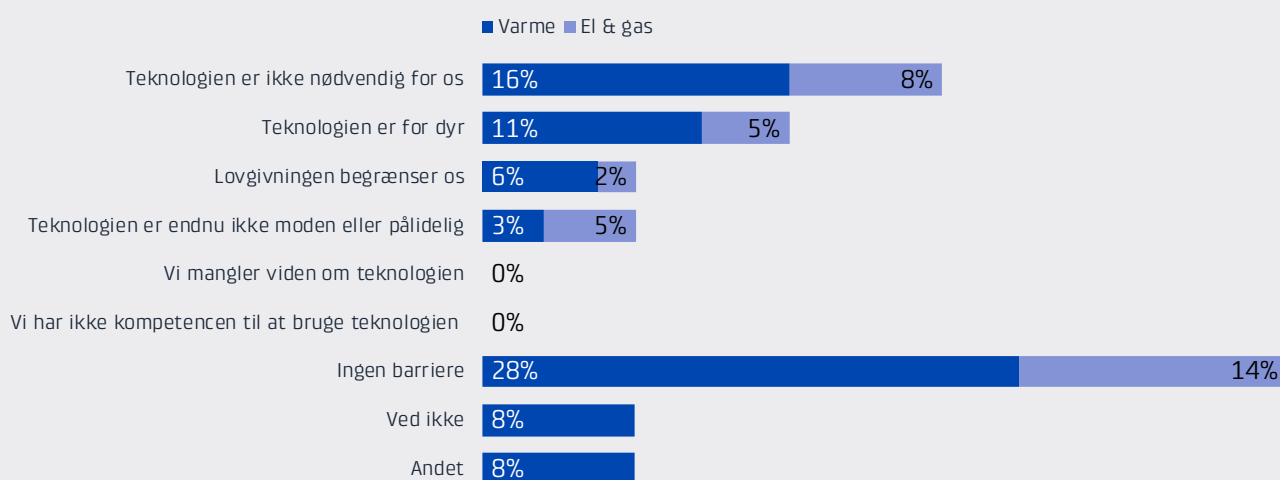
42 procent af forsyningsvirksomheder svarer, at de ikke ser nogle barrierer for, at batterier kan indgå som en del af produktionen om fire til fem år. Figur 2 viste dog, at ingen af de adspurgte virksomheder forventer at investere i hverken nettilsluttede batterier, husstands-batterier eller solceller integreret med batterier.

Tilsvarende svarer 24 procent af forsyningsvirksomhederne, at teknologien ikke er nødvendig for dem. Det er således knap hver fjerde forsyningsvirksomhed, der ikke har brug for batterier som en del af deres produktion. Det skyldes sandsynligvis, at størstedelen (24 ud af 35, jf. Figur 1 af de adspurgte forsyningsvirksomheder udelukkende er varmforsyningsvirksomheder, der derfor ikke umiddelbart har brug for batterier som en del af deres produktion.

Der er tre virksomheder, der svarer 'andet'. Alle svarene omhandler kapacitet eller holdbarhed på tilgængelige batterier, og drejer sig således om modenheten og pålideligheden af teknologien.

## FIGUR 7. BARRIERER FOR BATTERIER SOM EN DEL AF PRODUKTIONEN

Forsyningsvirksomhedernes syn på barrierer for batterier som en del af produktionen inden for de næste 4 – 5 år



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun forsyningsvirksomheder inden for el, varme og gas. Spørgsmål: Hvilke barrierer ser I for, at batterier kan indgå i jeres produktion inden for de næste 4-5 år? Flere svar mulige.

# 43 procent ser ingen barrierer for termisk lagring

Termisk lagring betyder, at termisk masse, som kan akkumulere varme eller kulde, benyttes som bidrag til at stabilisere energiforbruget. Termiske lagre kan enten bruges til at opbevare varme eller kulde eller til lagring af el ved anvendelsen af højtemperaturlagre.

Termisk lagring kan øge systemeffektivitet, fleksibiliteten i energi- eller processystemer samt anvendelsen af vedvarende energi.

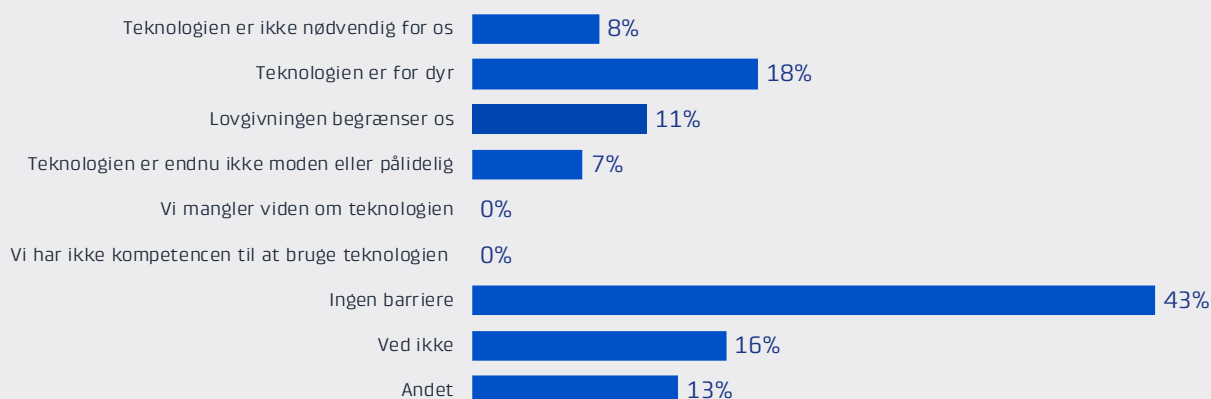
Af Figur 2 fremgår det, at 11 procent af forsyningsvirksomhederne forventer at investere i termisk lagring inden for de næste fire til fem år. Heraf arbejder alle virksomhederne inden for varmeforsyning.

42 procent af forsyningsvirksomhederne ser ingen barrierer for at benytte termisk lagring som en del af produktionen inden for de næste fire til fem år. Knap hver femte forsyningsvirksomhed synes, at teknologien er for dyr, mens 13 procent finder teknologien unødvendig.

Under kategorien 'andet', bliver der især henvist til en barriere i forhold til plads. Termisk lagring kræver et stort areal, og alt efter forsyningsvirksomhedens placering kan plads være en dyr og knap ressource.

## FIGUR 8. BARRIERER FOR TERMISK LAGRING SOM EN DEL AF PRODUKTIONEN

Forsyningsvirksomhedernes syn på barrierer for termisk lagring som en del af produktionen inden for de næste 4 – 5 år



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 32 svar. Kun forsyningsvirksomheder, der arbejder inden for varme.  
Spørgsmål: Hvilke barrierer ser I for, at termisk lagring kan indgå i jeres produktion inden for de næste 4-5 år? Flere svar mulige.

# Elektriske køretøjer

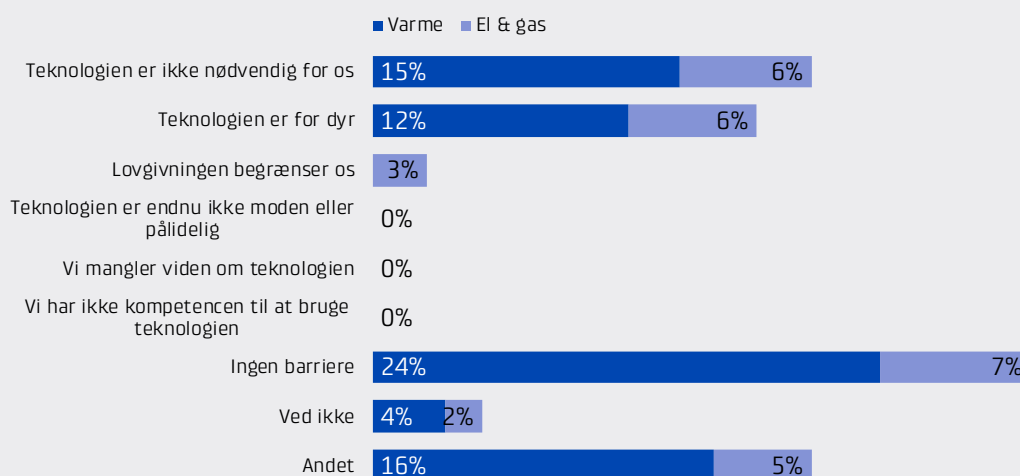
Knap hver tredje forsyningsvirksomhed ser ingen barrierer i forhold til at kunne arbejde med elektriske køretøjer inden for de næste fire til fem år, mens 21 procent svarer, at teknologien ikke er nødvendig for dem.

Hver femte forsyningsvirksomhed svarer 'andet' til hvilke barrierer, de ser for elektriske køretøjer. Svarene i denne kategori knytter sig især til batteriernes holdbarhed samt rækkevidden på køretøjerne.

Figur 2 afslørede, at ingen af forsyningsvirksomhederne inden for varme eller el og gas forventer at investere i elektriske køretøjer inden for de næste fire til fem år.

## FIGUR 9. BARRIERER FOR ELEKTRISKE KØRETØJER I ARBEJDET

Forsyningsvirksomhedernes syn på barrierer for at kunne arbejde med elektriske køretøjer inden for de næste 4 – 5 år



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun virksomheder der arbejder inden for varme, el eller gas. Spørgsmål: Hvilke barrierer ser i for, at I kan arbejde med elektriske køretøjer i jeres virksomhed inden for de næste 4-5 år? Flere svar mulige.

# Digitalisering og avanceret databehandling

I forhold til digitalisering og avanceret databehandling af målerdata ser langt de fleste forsyningsvirksomheder ingen barrierer for at kunne have det, som en del af deres virksomhed inden for de næste fire til fem år.

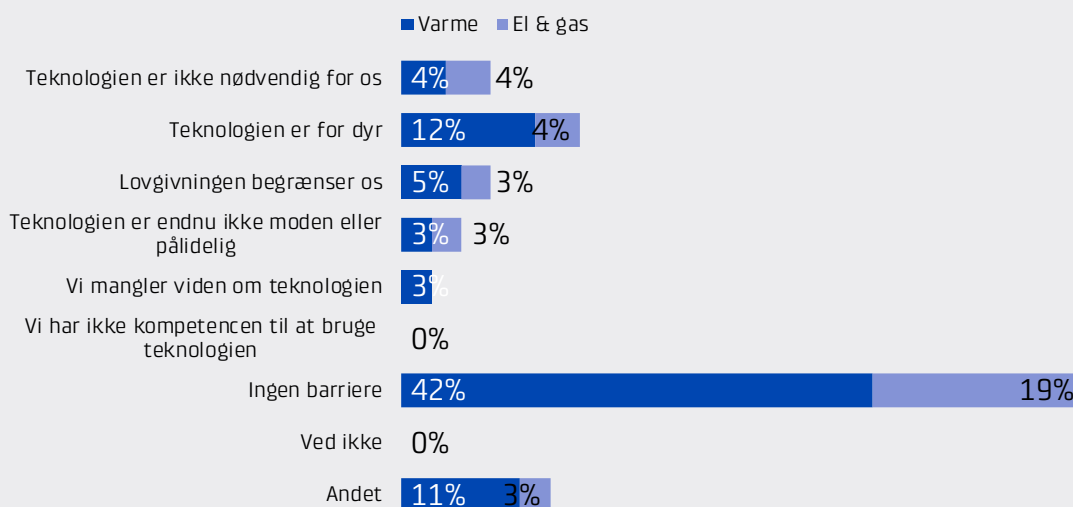
Figur 2 viste, at 8 procent af forsyningsvirksomheder forventer at investere i digitalisering af forsyningssektoren, heraf består alle 8 procent af

varmeforsyningsvirksomheder. Ingen af forsyningsvirksomhederne forventer at investere i intelligent styring af komponenter i forsyningen.

Blandt de åbne besvarelser under kategorien 'andet', udviser forsyningsvirksomhederne bekymring for persondataforordningen samt prisen på at skulle integrere de nye teknologier.

## FIGUR 10. BARRIERER FOR DIGITALISERING OG AVANCERET DATABEHANDLING

Forsyningsvirksomhedernes barrierer for, at digitalisering og avanceret databehandling af målerdata som en del af deres virksomhed inden for de næste 4 – 5 år



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun virksomheder der arbejder inden for varme, el eller gas. Spørgsmål: Hvilke barrierer ser i for, at digitalisering og avanceret databehandling af målerdata indgår i jeres virksomhed inden for de næste 4-5 år? Flere svar mulige.

## Virksomhederne i undersøgelsen

---

De 36 forsyningsvirksomheder, der har deltaget i undersøgelsen, udgør et bredt udsnit af forsyningsvirksomheder i Danmark. Vægtningen af svarene betyder, at resultaterne er repræsentative for forsyningsvirksomheder i Danmark. I nogle tilfælde kan der være så få svar, at der er betydelig usikkerhed.

Der er stor forskel på størrelsen af typiske el-forsyningsvirksomheder og typiske varmeforsyningselskaber. Gennem de sidste 5-10 år er der sket en stor konsolidering af el-forsyningen fra mange små forsyninger til færre større enheder. Denne konsolidering er ikke sket inden for varmeforsyningen endnu. Derfor er der i undersøgelsen en overvægt af mange forholdsvis små varmeforsyninger og få store el-forsyninger.

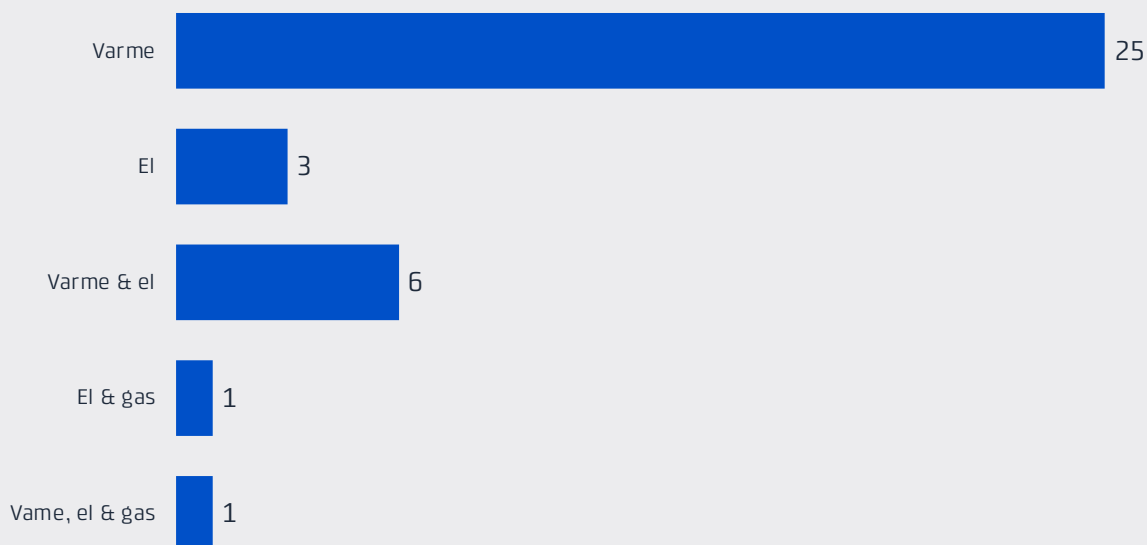
16 procent af forsyningsvirksomhederne er innovative virksomheder, der er defineret som virksomheder, der inden for de seneste to år har udviklet nye produkter eller services, som kan

sælges. 34 procent af forsyningsvirksomhederne er ambitiøse. Det vil sige, at deres ambition er at vokse mere end andre virksomheder i branchen i de kommende år. Innovation og ambition er indikatorer på forsyningsvirksomheder, som både kan og vil noget mere. Det er herfra de nye teknologier, metoder og services vil komme i de kommende år.

Danske forsyningssteknologier og systemer er efterspurgt i udlandet. 15 procent af virksomhederne havde systemeksport i 2017. Hver tredje virksomhed betragter sig som markedsledende på sit område. Ikke alle forsyningsvirksomheder er udsat for konkurrence med andre forsyningsvirksomheder om forbrugerne, og at være "markedsledende" kan have flere fortolkninger fra "den eneste på vores marked" og "den bedste blandt forsyningsvirksomheder" til "vi er stolte af vores virksomhed". Systemeksporten er en god indikator for, at 15 procent af virksomhederne er så gode, at udlandet har interesse for at købe tilsvarende systemer til Danmark.

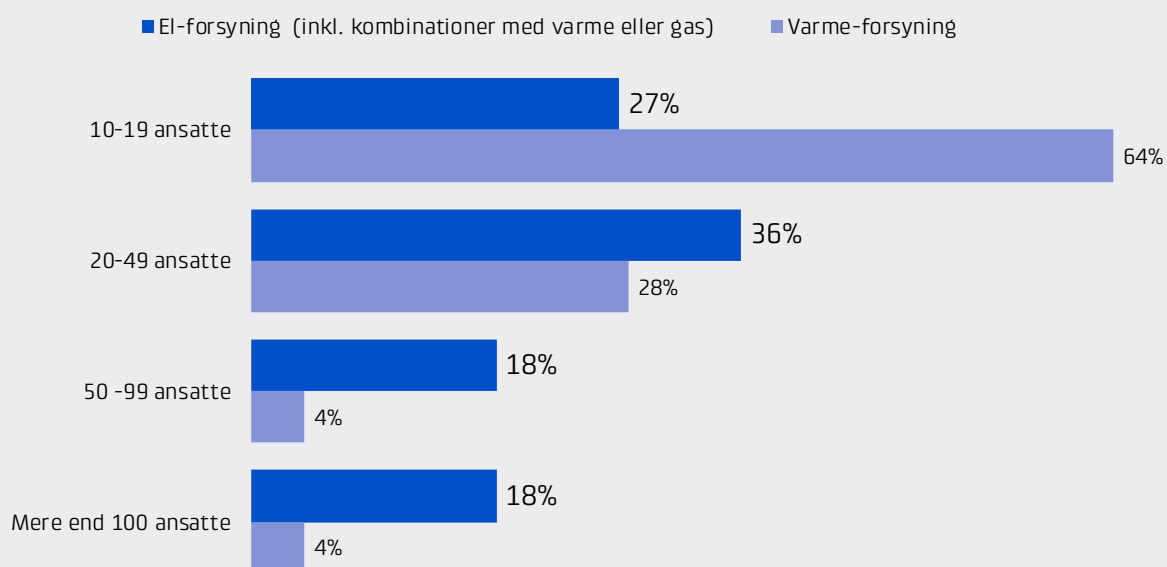
## FIGUR 11. PROFIL AF FORSYNINGSVIRKSOMHEDER I SURVEY

Forsyningsvirksomheder opdelt efter forsyningstype



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun forsyningsvirksomheder inden for el, varme og gas.

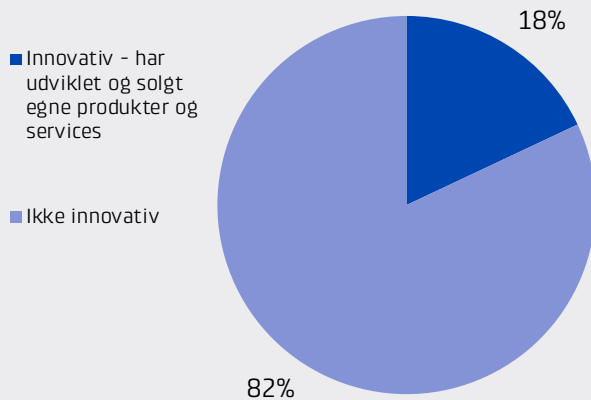
## FIGUR 12. FORDELING AF FORSYNINGSVIRKSOMHEDER I SURVEY EFTER ANTAL ANSATTE



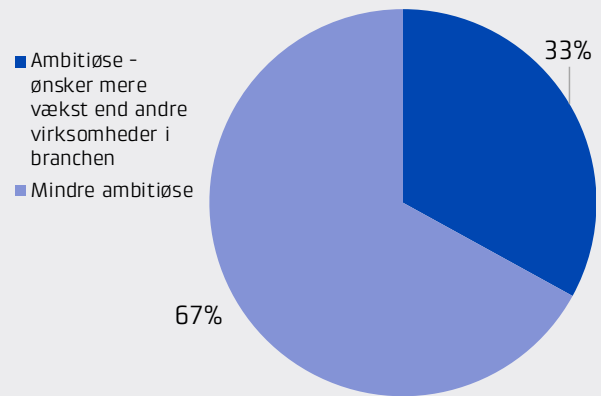
Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun varme-, el- og gasforsyningsvirksomheder. Opdeling efter antal ansatte

## FIGUR 13. ANDEL INNOVATIVE OG AMBITIØSE VIRKSOMHEDER

**Innovation.** Andel af forsyningsvirksomhederne, som har udviklet nye produkter og services de sidste 2 år

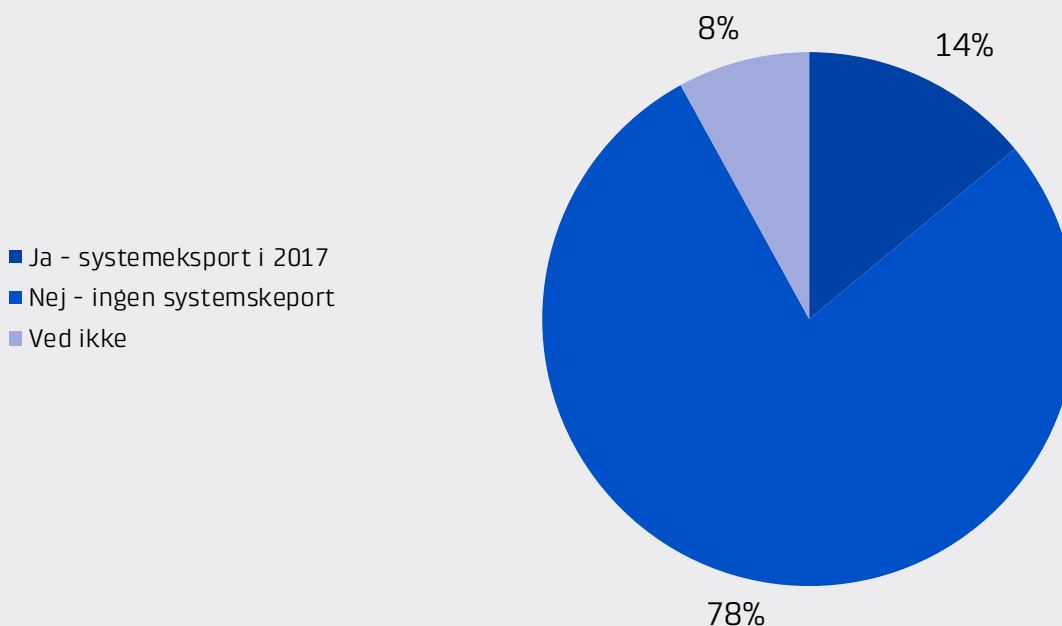


**Ambition.** Andel af forsyningsvirksomhederne, som ønsker mere vækst end andre i samme branche i de kommende 2-4 år



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun varme, el og gasvirksomhed. Spørgsmål: Har virksomheden inden for de sidste 2 år udviklet nye produkter og services, som kan sælges? Og Hvad er ambitionen for virksomhedens vækst i de kommende 2 - 4 år?

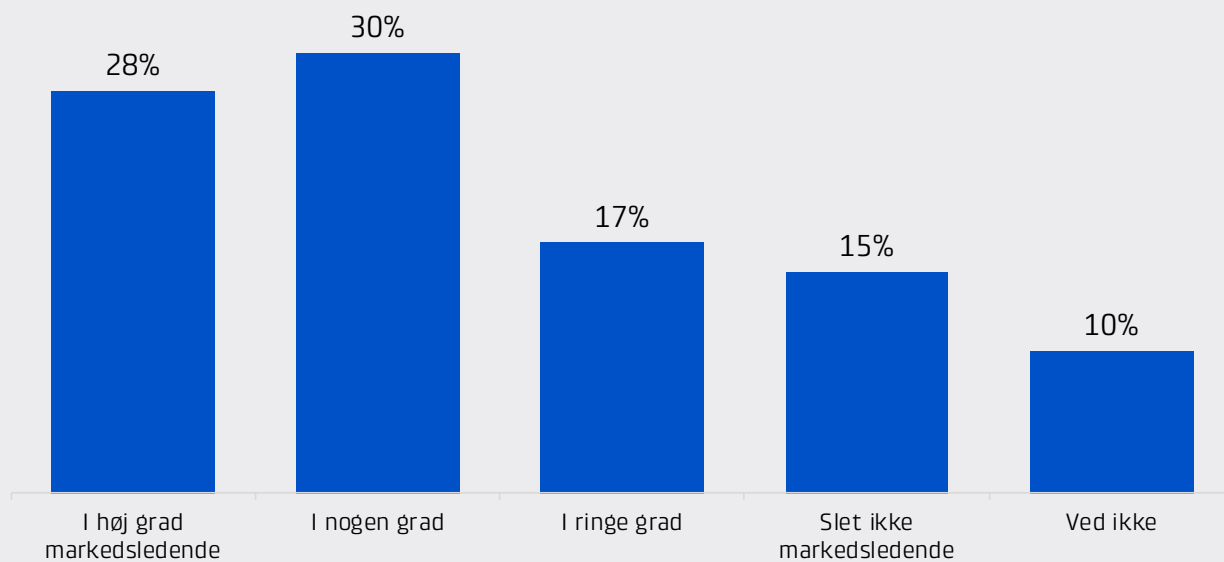
## FIGUR 14. ANDEL FORSYNINGSVIRKSOMHEDER MED SYSTEMEKSPORT I 2017



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun varme, el og gasvirksomhed. Spørgsmål: Har virksomheden eksporteret varer eller services til udlandet i 2017?



FIGUR 15. ANDEL AF FORSYNINGSVIRKSOMHEDER, DER ER MARKEDSLEDENDE



Note: Interview med danske forsyningsvirksomheder 36 svar. Kun varme, el og gasvirksomhed. Spørgsmål: I hvilken grad er virksomhedens produkter eller services markedsledende?



# Sådan har vi lavet undersøgelsen

---

Teknologisk institut har med hjælp fra Jysk Analyse A/S kontaktet forsyningsvirksomheder i Danmark. Virksomhederne er blevet kontaktet som led i Teknologisk Instituts undersøgelse af "Fremtidens teknologier i danske virksomheder".

Undersøgelsen er lavet, fordi den 4. industrielle revolution (Industri 4.0) stiller nye krav og udfordringer og giver nye muligheder til virksomhederne i Danmark i de kommende år.

Som en af Danmarks største udbydere af teknologisk service til forsyningsvirksomheder har vi ønsket at tage en temperaturmåling på fremtidens teknologi i de danske forsyningsvirksomheder.

Populationen af forsyningsvirksomheder er defineret af Teknologisk Institut som virksomheder inden for forsyning. Virksomheder med følgende NACE-koder indgår i populationen 350000 – 390000. Kun hovedselskaber indgår i populationen, og alle virksomheder med 10 til 1.000 ansatte indgår.

Dataindsamlingen er foregået i perioden 20. februar 2018 til 1. marts 2018 som telefoninterview ved Jysk Analyse A/S. Der er foretaget indtil otte opkald til virksomheder, hvor der ikke er truffet en svarperson.

Dataindsamlingen er gennemført som telefoninterview med en person fra ledelsen i virksomheden.

Alle telefoninterview er gennemført ved hjælp af SOPHI, et CATI-system udviklet af Jysk Analyse A/S, in-house hos Jysk Analyse A/S, med egne uddannede interviewere.

Spørgerammen er udviklet af Teknologisk Institut. Spørgerammen er blevet pilottestet. Pilottesten førte kun til små korrektioner i den anvendte spørgeramme. I de tilfælde, hvor virksomhederne eller respondenterne var i tvivl om undersøgelsen, blev der afsendt en e-mail med en kort introduktion vedr. undersøgelsen, og der blev truffet en aftale om at ringe op igen.

Der er opnået kontakt til 123 virksomheder, hvoraf 69 (56 procent) indvilgede i at deltage og gennemførte interviewet. 15 procent af de kontaktede virksomheder er registreret som "Ikke relevant virksomhed", dvs. at respondenterne har angivet, at de ikke arbejder inden for forsyningsbranchen, eller at emnet/spørgsmålene ikke er relevante for virksomheden.

På baggrund af sammensætningen i det realiserede sample og tal for populationen er der foretaget en vejning af data med baggrund i branche, antal ansatte og region. Resultaterne af undersøgelsen offentliggøres i en serie af analyser om fremtidens teknologi i danske virksomheder.

# Teknologisk Instituts arbejde med integrerede energisystemer

---

Med den kraftigt stigende andel af uflexibel vedvarende energiproduktion fra vind og sol vil der være behov for en større fleksibilitet i distributionen og forbruget af energi for at kunne udnytte den vedvarende energi optimalt.

Energibranchen befinder sig i en fase, hvor andelen af fluktuerende vedvarende energi-kilder vokser, og prisen på solceller og batterier falder kraftigt. Samtidig er der indført flexafregning af elforbruget hos en række forsyningsselskaber. Disse omvæltninger skaber nye vækstmuligheder for danske virksomheder og for udvikling af nye fleksible komponenter, systemløsninger og forretningsmodeller, hvor flere teknologier kombineres i samlede løsninger, fx kombination af solceller, batterier og elbilladning samt varme-pumper, termiske lagre og solfangere.

Teknologisk Institut arbejder med flere teknologiske løsninger inden for integrerede fleksible energiløsninger som fx:


- Test og udvikling af hustandsbatterier, nettilsluttede batterier og integrerede sol-celle/batteriløsninger.
- Test og udvikling af elektriske køretøjer, lade-stationer til elbiler og elektriske drivlinjer til skibe.
- Degradering og sikkerhed i forbindelse med anvendelse og transport af batterier.
- Udvikling af højtemperatur termiske lagre.
- Test og udvikling af varmepumper integreret med termisk lagring.
- Udvikling af små og store varmepumper.

Kontakt:

Centerchef Frank Elefsen

E: [fre@teknologisk.dk](mailto:fre@teknologisk.dk)

T: +45 72 20 12 50.



En sammensætning af forsyningen af varme samt el og gas, hvor disse indgår som en del af et fælles integreret system, kan udnytte den vedvarende energi bedst muligt.

Som en del af et integreret energisystem forventer mere end hver fjerde forsyningsvirksomhed at investere i varmepumper inden for de næste fire til fem år. Dertil kommer flere forsyningsvirksomheder, som forventer at investere i varmepumper integreret med termisk lagring og/eller solvarme eller som forventer at investere i biomassebaserede anlæg integreret med varmepumper.

Teknologisk Institut har spurgt forsyningsvirksomheder inden for varme, el og gas om deres forventninger til fremtidens integrerede energisystemer.