



Erfaringer fra Varmeplan Danmark 2021 - Hvilke løsninger kan bruges på Færøerne?



Energikonference - Torshavn d. 3. Oktober 2022

Steffen Nielsen, Lektor
Forskningsgruppen for energiplanlægning
Aalborg Universitet, Institut for Planlægning

Indhold

1. Den generelle udvikling i hele det danske energisystem



2. Varmeplan Danmark 2021 – Fokus på varmesektoren



3. Hvilke løsninger kan bruges på Færøerne?



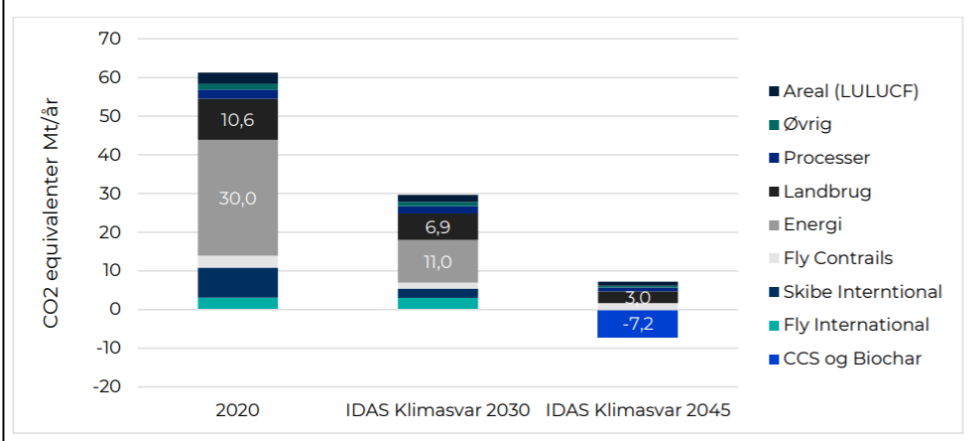
IDAs Klimasvar 2045

Et konkret bud på, hvordan Danmark kan opnå de politiske målsætninger:

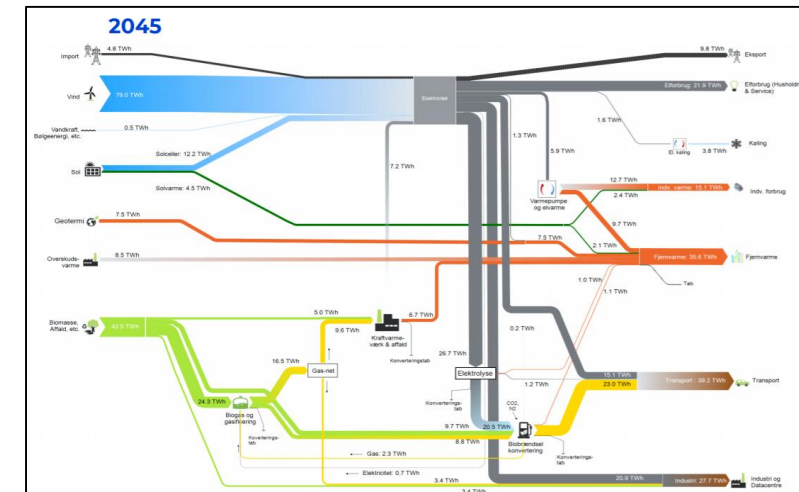
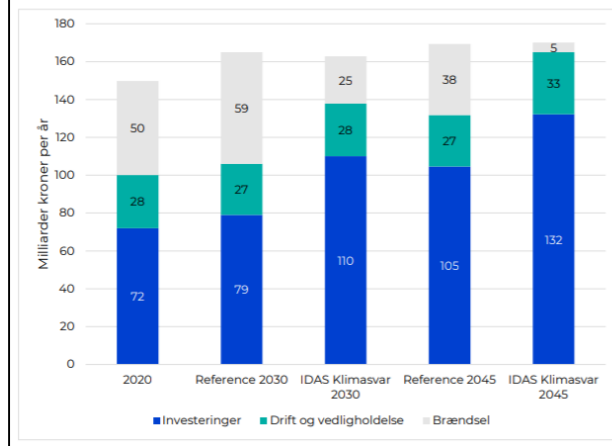
- 70% reduktion i klimagasserne i 2030
- Klimaneutralt Danmark i 2050
- Inkluderer dansk andel af international skibs- og flytrafik
- Holder sig indenfor Danmarks andel af bæredygtig biomasse
- Realiserer den langsigtede målsætning allerede i 2045
- Forholder sig til samspillet med landbrug, LULUCF og proces



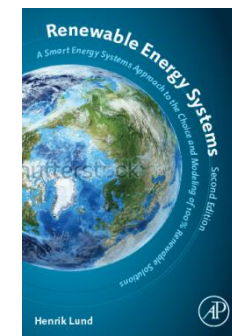
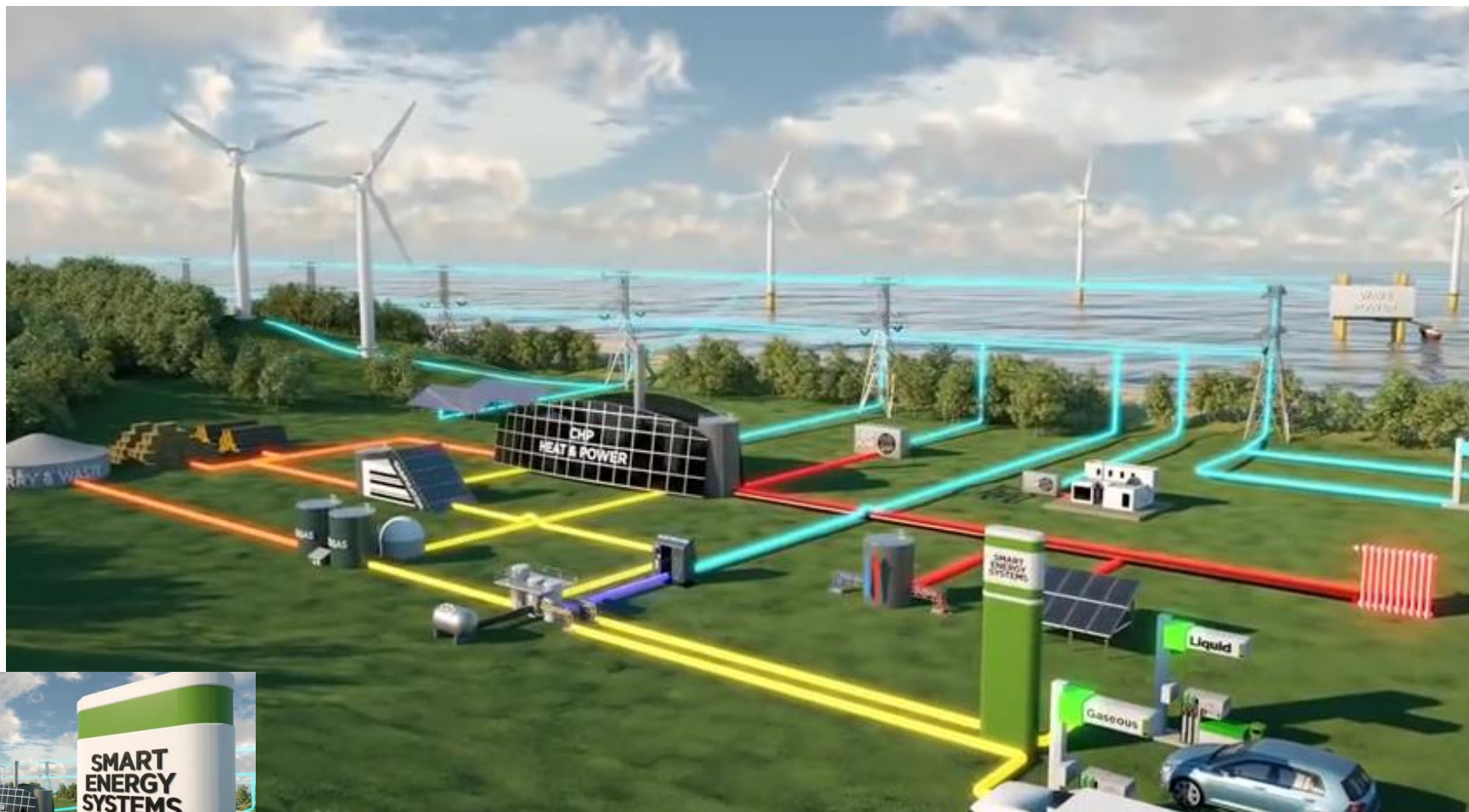
Figur 1B. Dansk CO₂-neutralitet i 2045. Dansk CO₂ emission iflg. FN-opgørelsesmetoden



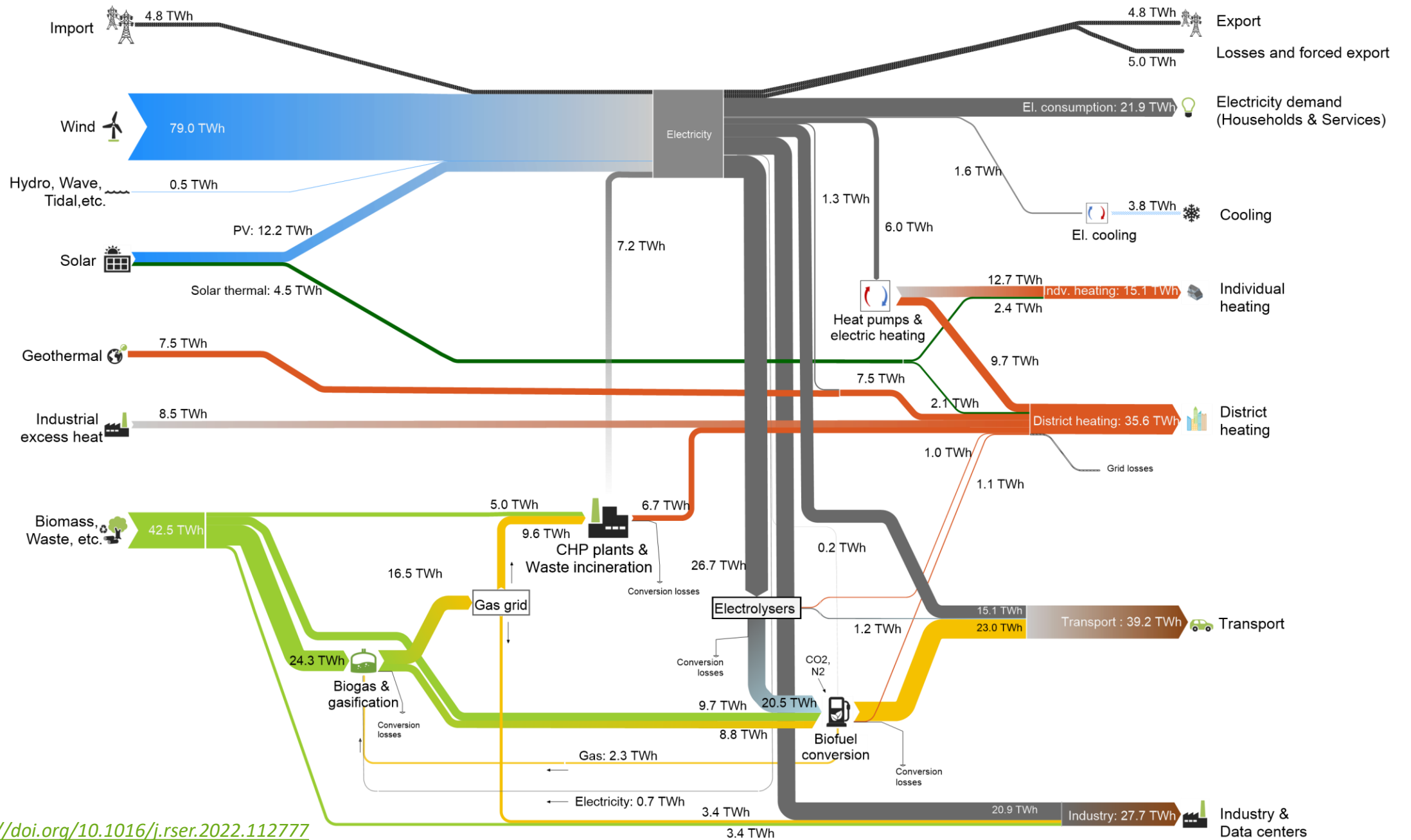
Figur 3. Samfundøkonomiske omkostninger 2020, 2030 og 2045



Holistisk tilgang til det smarte energi system



IDAS Klimasvar 2045



Kilde: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112777>

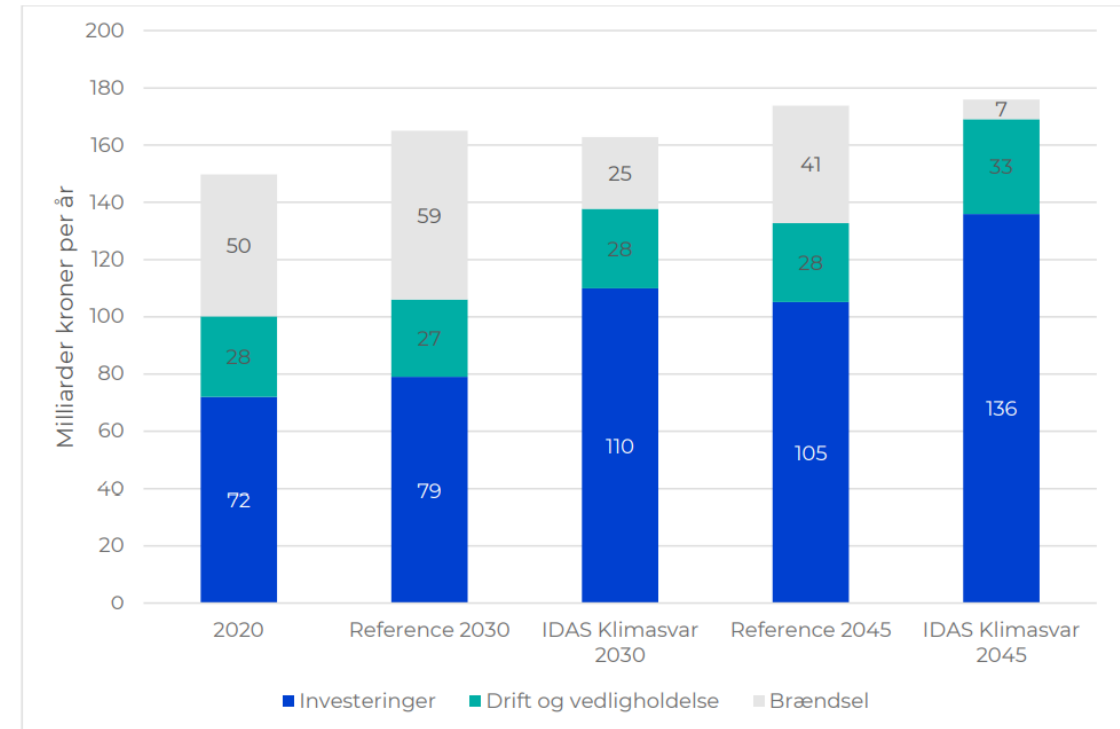
Samlede omkostninger og ændringer i disse



Tabel 1. De største investeringer i perioden 2020 til 2030

	Investeringsbehov	Årlige afskrivning og rente i 2030
	Milliarder DKK	Millioner DKK/år
Bygningsrenovering	124	5360
Offshore og onshore vindmøller	78	4173
El-køretøjer (ekstraomkostning inkl. e-roads)	73	6896
Individuelle varmepumper	70	5114
Industri (besparelser og elektrificering)	36	2570
Fjernvarmeudvidelse og 4G fjernvarme	30	1467
Solceller	21	937
Biogasanlæg	18	1223
Nye gasfyrede værker	16	897
Store varmepumper	9	499
Elektrolyse og brintlager	8	501
Geotermi	8	440
Bølgekraft	5	303
Forgasning, hydrogenring og elektrofuels	5	316
Ladestandere, infrastruktur og ITS	4	2252
Intelligent fleksibelt elbehov	3	235
Solvarme, Overskudsvarme og varmelagre	3	176
Fjernkøling	2	89
Gasnet	2	89
Sum	515	33.536

Figur 5. Samfundsøkonomiske omkostninger 2020, 2030 og 2045



Varmeplan Danmark 2021

Hvordan kan varmesektoren bedst bakke op om de politiske mål?

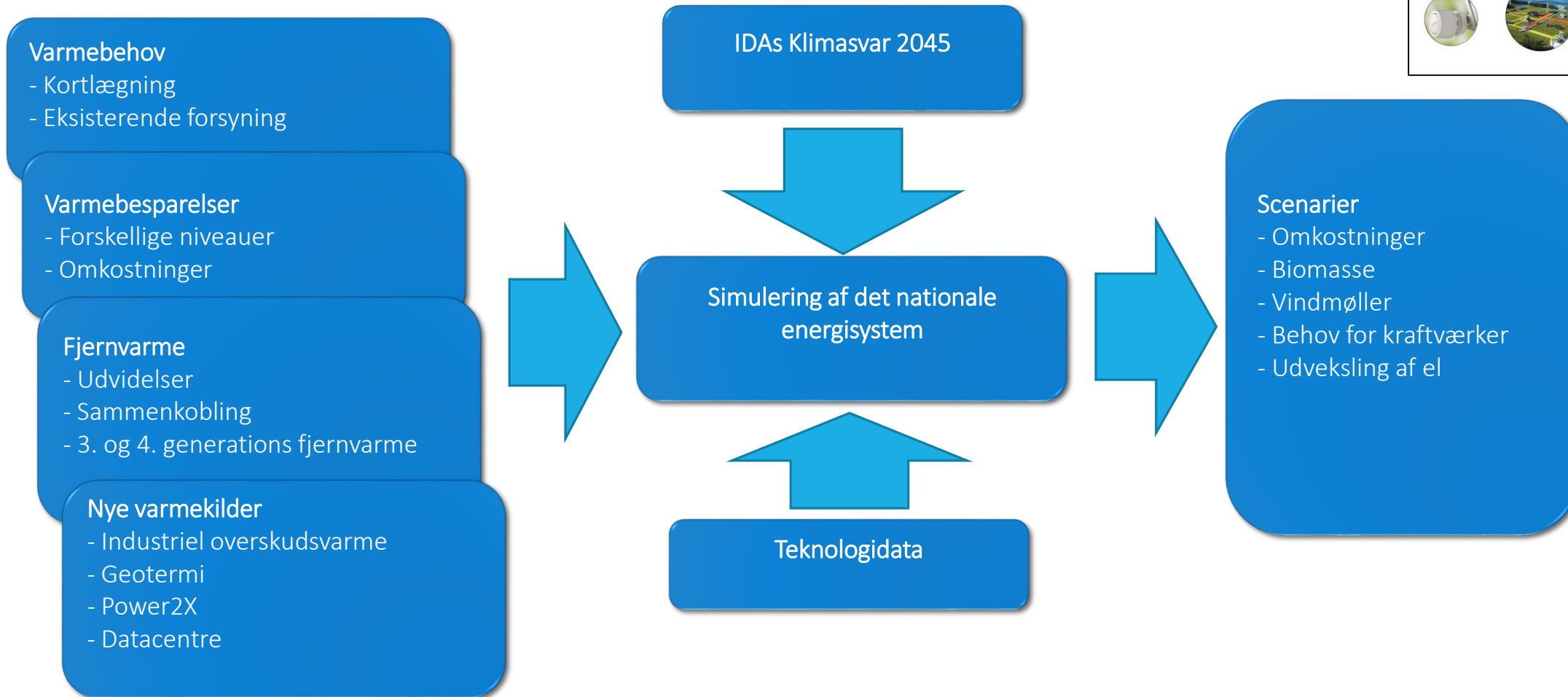
- 70% reduktion i klimagasserne i 2030
- Klimaneutralt Danmark i 2050

Nøglespørgsmål:

- Hvor er balancen mellem varmebesparelser og varmeforsyning?
- Hvor skal der være fjernvarme og hvor skal det være individuelt?
- Hvad skal den individuelle varmeforsyning baseres på?
- Hvor skal fjernvarmen komme fra?
- Hvad er de innovative udfordringer f.eks. 4. generations fjernvarme, smart meters, digitalisering, power2X, datacentre, geotermi mv.
- Hvordan hjælper varmesektoren bedst ift. fleksibilitet i hele energiforsyningen?



Varmesektoren som en del af det samlede energisystem



Varmeplan Danmark 2021 har fire hovedpointer:

1. **Energibesparelser i bygningsmassen er vigtige.** Vi skal finde den rette balance mellem energibesparelser og energieffektiviseringer og vedvarende energi. Det betyder, at vi forsat skal satse på energireovering.
2. **Fjernvarmen bør udbygges** i takt med at vi nedlægger naturgas og oliefor. Uden for fjernvarmeområderne bør varmen komme fra **individuelle varmepumper**. Denne kombination giver den mest energieffektive og fleksible løsning, som samtidigt mindsker behovet for biomasse og antallet af vindmøller.
3. I fjernvarmeforsyningen bør der **sættes målrettet på overgangen til 4. generations fjernvarme** med lavere temperaturer. Det giver de laveste omkostninger og den mest effektive udnyttelse af geotermi, overskudsvarme, effektiv elektrificering gennem store varmepumper og eksisterende og nye varmelagre.
4. I fremtidens energisystem er der **store potentialer for geotermi og overskudsvarme** fra industri, datacentre og Power2X. Disse muligheder bør udnyttes.

At kunne opnå disse punkter kræver planlægning – og derfor opfordres alle kommuner til at udarbejde en strategisk varmeplan, hvor bl.a. mulighederne for fjernvarmeudvidelser og nye varmekilder undersøges.



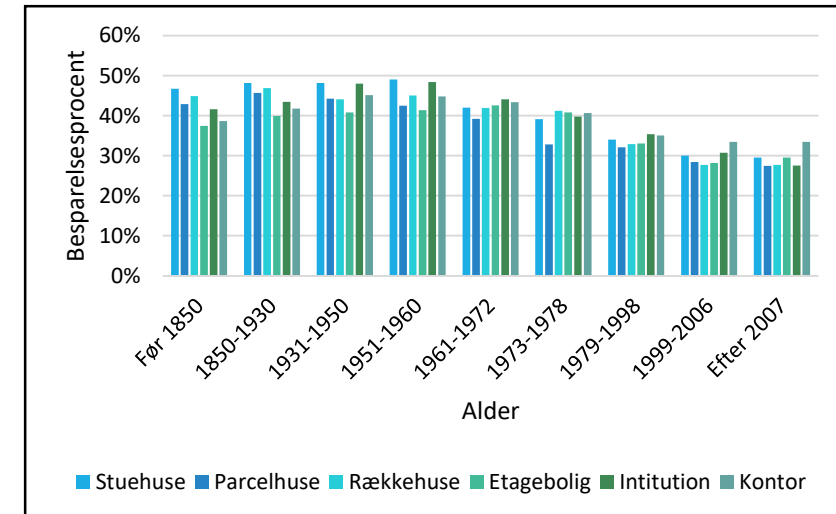
VARMEPLAN DANMARK 2021 En Klimaneutral Varmeforsyning



Kortlægning af varmebehov

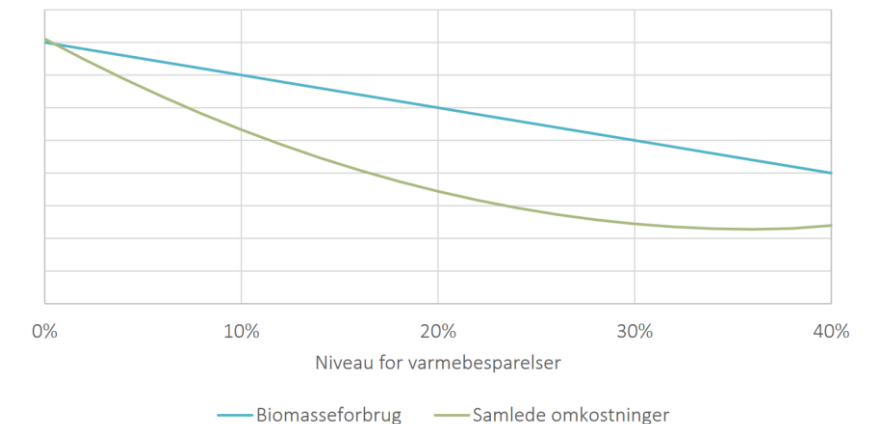
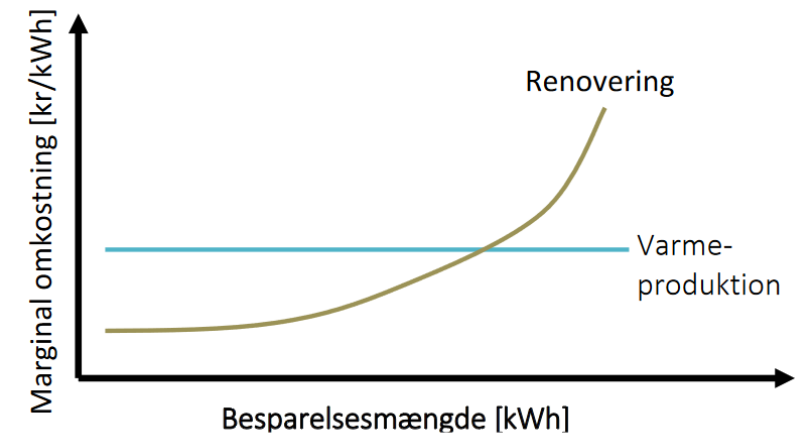


- Varmeatlasmetode udviklet siden 2006
- I Varmeplan Danmark anvendes Version 6.0 (tal fra 2019)
- Anvender data fra **Bygnings- og Boligregistret (BBR)**
 - Anvendelse
 - Alder
 - Areal
 - Varmeforsyning
- Varmeforbrugsmodel baseret på data fra **Forsyningselskabernes Indberetningsmodel for Energidata (FIE)**
- Varmebesparelser fra **Statens Byggeforskningsinstitut (Sbi)** som opstiller følgende 7 niveauer for energieffektiviseringer:
 - Minimum basal renovering af bygningsdelene til byggeteknisk acceptabel standard
 - Niveau 1 + Isolering af tomme hulmure
 - Niveau 2 + Vinduer med energimærke A
 - Niveau 3 + Nogen isolering på loft og tag
 - Sædvanlig god praksis for isolering ved renovering
 - Energifokus ved isolering af renoverede bygningsdele
 - Niveau 6 + efterisolering af loft og tag som er isoleret svarende til Niveau 6



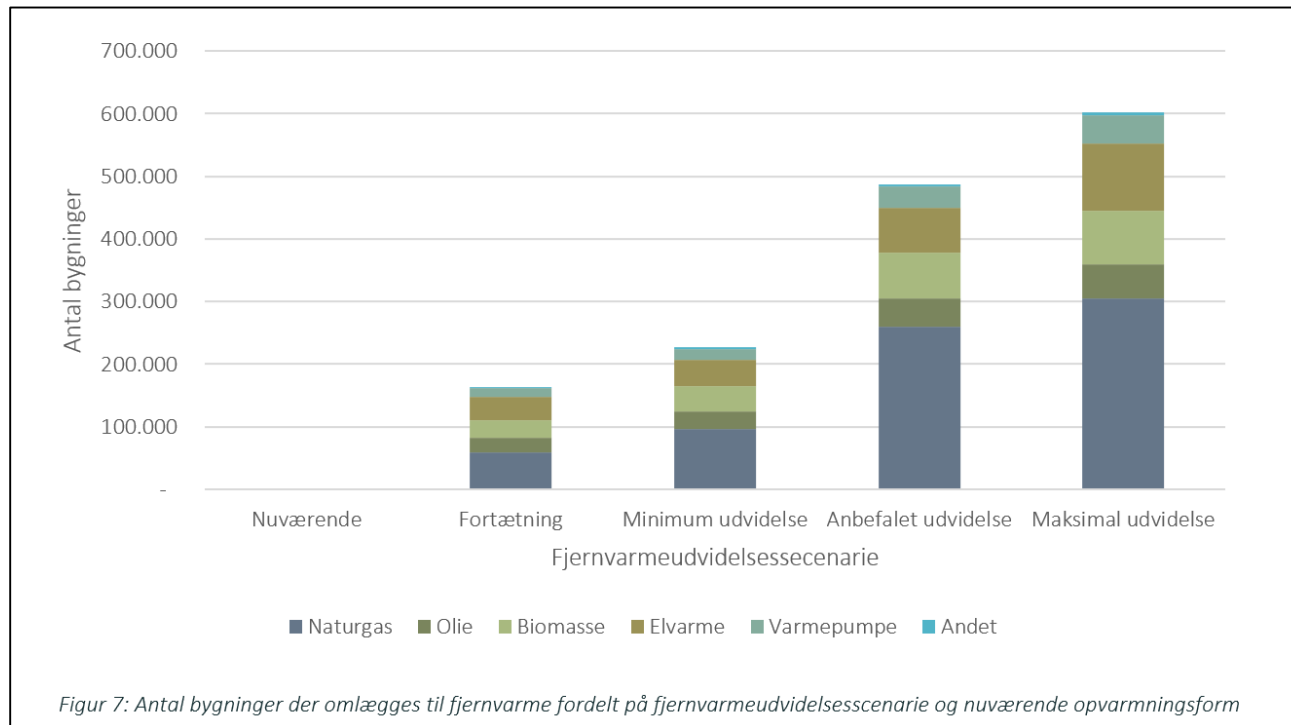
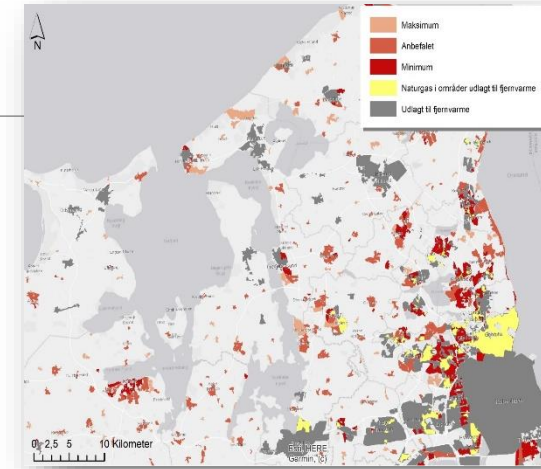
36-40% Energibesparelser i bygningsmassen

- **Energibesparelser i bygningsmassen er vigtige.**
- Vi skal finde den rette balance mellem energibesparelser og energieffektiviseringer og vedvarende energi.
- Økonomisk ligger balancen ved 36% (besparelse på 1,1-1,3 mia. DKK/året)
- Presset på biomasse kan mindsket for en marginal ekstraomkostning ved at gå til 40%



Fjernvarmen bør udbygges til 63-70%

- Nuværende: Nuværende bygninger registreret med fjernvarme (~50%)
- Fortætning: Alle bygninger i områder udlagt til fjernvarme (~59%)
- Minimum udvidelse: Udvidelser til byområder med varmedensitet over 15 kWh/m² (~63%)
- **Anbefalet udvidelse:** Udvidelser til byområder med varmedensitet over 10 kWh/m² (~70%)
- Maksimum udvidelse: Udvidelser til byområder med varmedensitet over 5 kWh/m² (~74%)



Figur 7: Antal bygninger der omlægges til fjernvarme fordelt på fjernvarmeudvidelsesscenarie og nuværende opvarmningsform

Naturgas konverteres:

- 260.000 til fjernvarme
- 115.000 til indiv. varmepumper

Oliefy:

- 44.000 til fjernvarme
- 70.000 til indiv. varmepumper

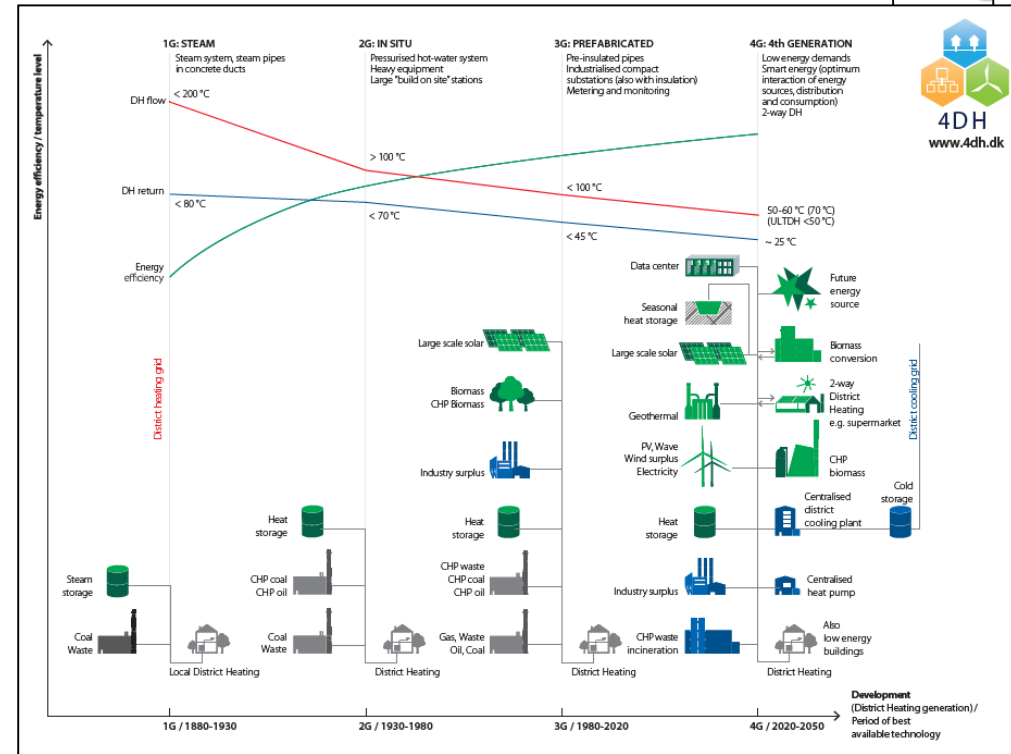
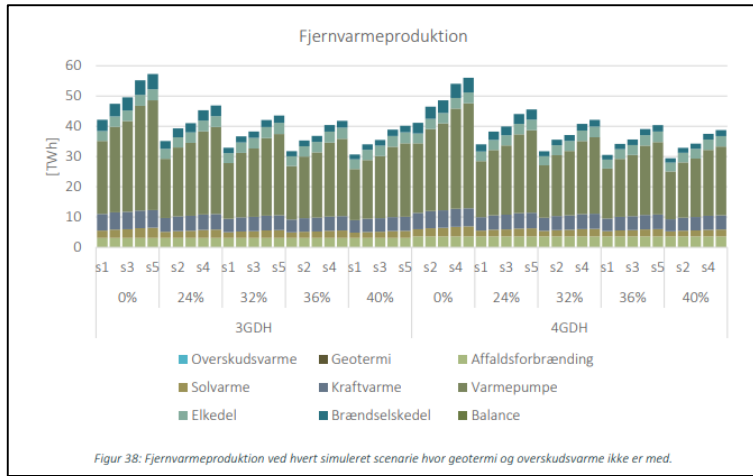
Biomassefy:

- 74.000 til fjernvarme
- 183.000 til indiv. varmepumper



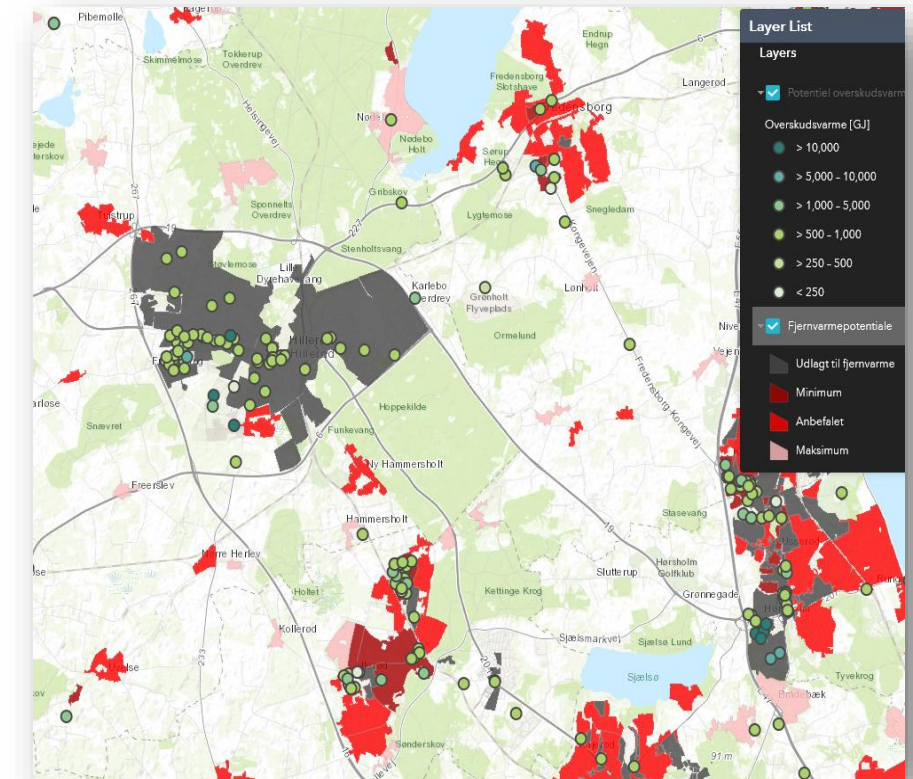
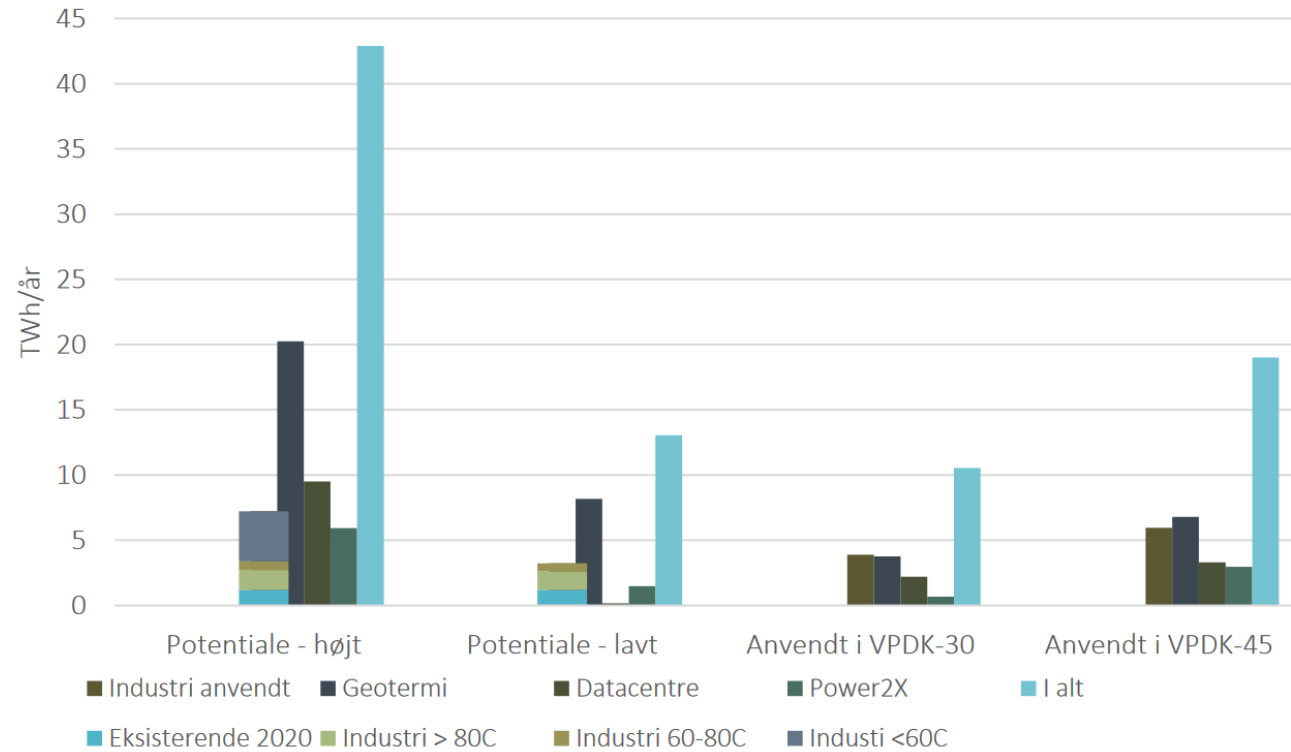
4. generations lavtemperatur fjernvarme

I fjernvarmeforsyningen bør der **satses målrettet på overgangen til 4. generations fjernvarme** med lavere temperaturer. Det giver de laveste omkostninger og den mest effektive udnyttelse af geotermi, overskudsvarme, effektiv elektrificering gennem store varmepumper og eksisterende og nye varmelagre.



Kortlægning af potentialer for geotermi og overskudsvarme

I fremtidens energisystem er der **store potentialer for geotermi og overskudsvarme** fra industri, datacentre og Power2X. Disse muligheder bør udnyttes.



Figur 10: Potentialet for industriel overskudsvarme, varme fra datacentre og power2X, samt potentialet for geotermi. Anvendte mængder varme-estimer i "Varmeplan Danmark 2021" i 2030 og 2045.



HVILKE LØSNINGER KAN BRUGES I FORHOLD TIL
VARMEFORSYNINGEN PÅ FÆRØERNE?



Færøernes nuværende elforsyning

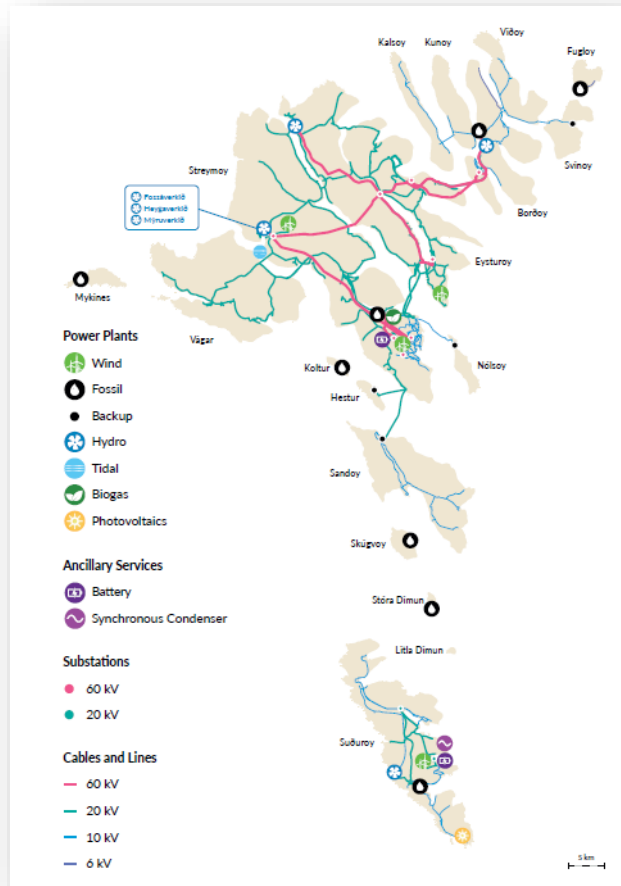


Table 1.1: Power and storage capacities of power plants and ancillary services in each island as shown in Figure 1.3. The power plants and ancillary services are listed from North to South. *kWh **MVA.

Island	Name	Type	Generation (MW)	Storage (MWh)
Fugloy	Elverkið í Fugloy	Fossil	0.18	-
Svínoy	Elverkið í Svínoy	Backup (fossil)	0.26	-
Borðoy	Elverkið á Strond	Fossil	3.60	-
		Hydro	1.40	24
Eysturoy	Eiðisverkið	Hydro	21.70	5927
	Neshagi	Wind	4.50	-
	Mýrarnar	Wind	1.98	-
	Fossáverkið	Hydro	6.30	2577
Streyroy	Heygaverkið	Hydro	4.80	523
	Mýruverkið	Hydro	2.40	2275
	Mínesto	Tidal	0.20	-
	Sundsverkið	Fossil	82.30	-
	FØRKA	Biogas	1.50	-
Húsareyn	Húsahagi	Battery	2.30	*707
		Wind	11.70	-
Mykinesi	Elverkið í Mykinesi	Fossil	0.15	-
Koltur	Elverkið í Koltri	Fossil	0.03	-
Hestur	Elverkið í Hesti	Backup (fossil)	0.15	-
Nólsoy	Elverkið í Nólsoy	Backup (fossil)	0.26	-
Sandoy	Elverkið í Skopun	Backup (fossil)	1.78	-
Skúgvoy	Elverkið í Skúgvoy	Fossil	0.23	-
Stóra Dímun	Elverkið í Dímun	Fossil	0.09	-
		Wind	6.30	-
		Battery	7.50	*7500
Suðuroy	Í Heiðunum	Synchronous condenser	**8.00	-
		Hydro	3.00	924
	Elverkið í Botni	Hydro	3.00	924
	Vágverkið	Fossil	13.30	-
Sumba PV	Photovoltaics	0.26	-	

Tróndheim, H. M. (2022). *Ensuring Supply Reliability and Grid Stability in a 100% Renewable Electricity Sector in the Faroe Islands*. Aalborg Universitetsforlag. Ph.d.-serien for Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet

Scenarier for Færøernes elssystem

Løsningerne for varmesektoren hænger sammen med udviklingen i elsektoren.

F.eks. bør elforsyningen være baseret på vedvarende energi for at varmepumper bliver en klimaeffektiv løsning

1. Reference scenario
2. With tidal power as an investment option
3. With the option to burn biofuel at an existing thermal power plant
4. Without CO₂ emission restriction

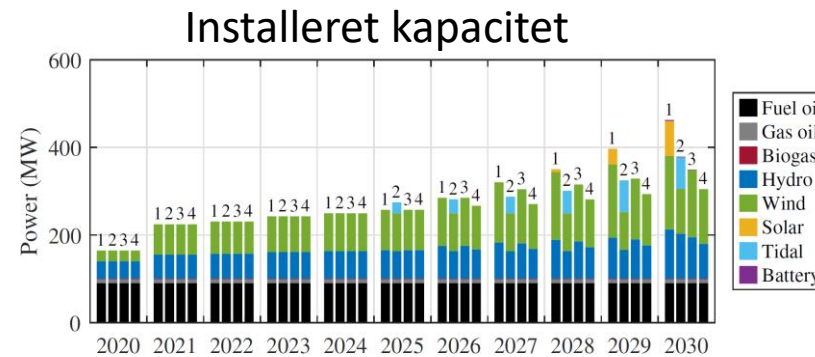


Fig. 3.18: The Optimal Generation Capacities from 2020 to 2030 for Scenarios 1-4. Scenarios: 1-reference, 2-tidal, 3-biofuel and 4-CO₂.

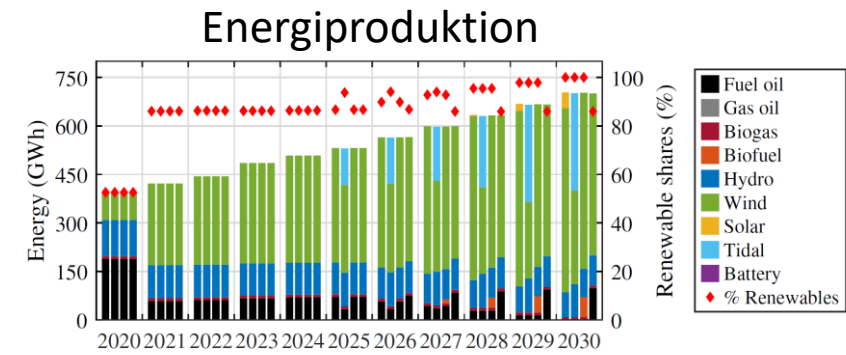


Fig. 3.22: The optimal production from 2020 to 2030 for scenarios 1-4. The renewable shares are shown on the right y-axis. Scenarios: 1-reference, 2-tidal, 3-biofuel and 4-CO₂.

Tróndheim, H. M. (2022). *Ensuring Supply Reliability and Grid Stability in a 100% Renewable Electricity Sector in the Faroe Islands*. Aalborg Universitetsforlag. Ph.d.-serien for Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet

Everywhere

Heat Savings

Balance Savings vs.
Supply

30-50% Total
Reduction

Urban Areas

District Heating
Networks

High Heat Density
Areas

Supply ~50% of the
Heat Demand

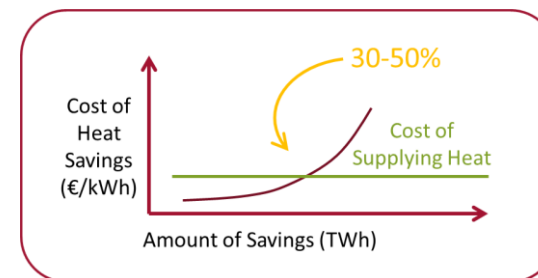
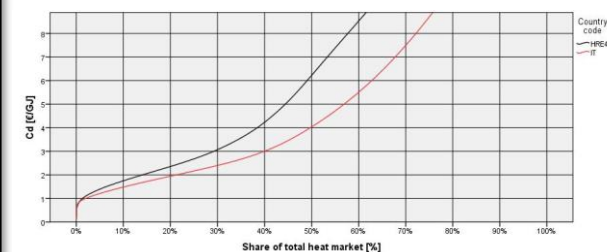
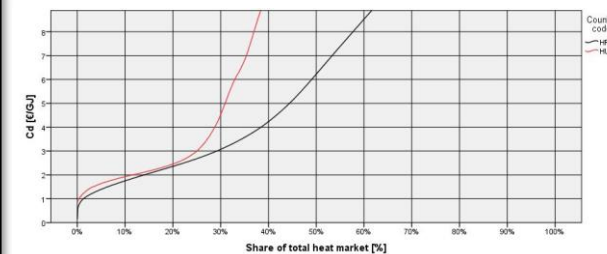
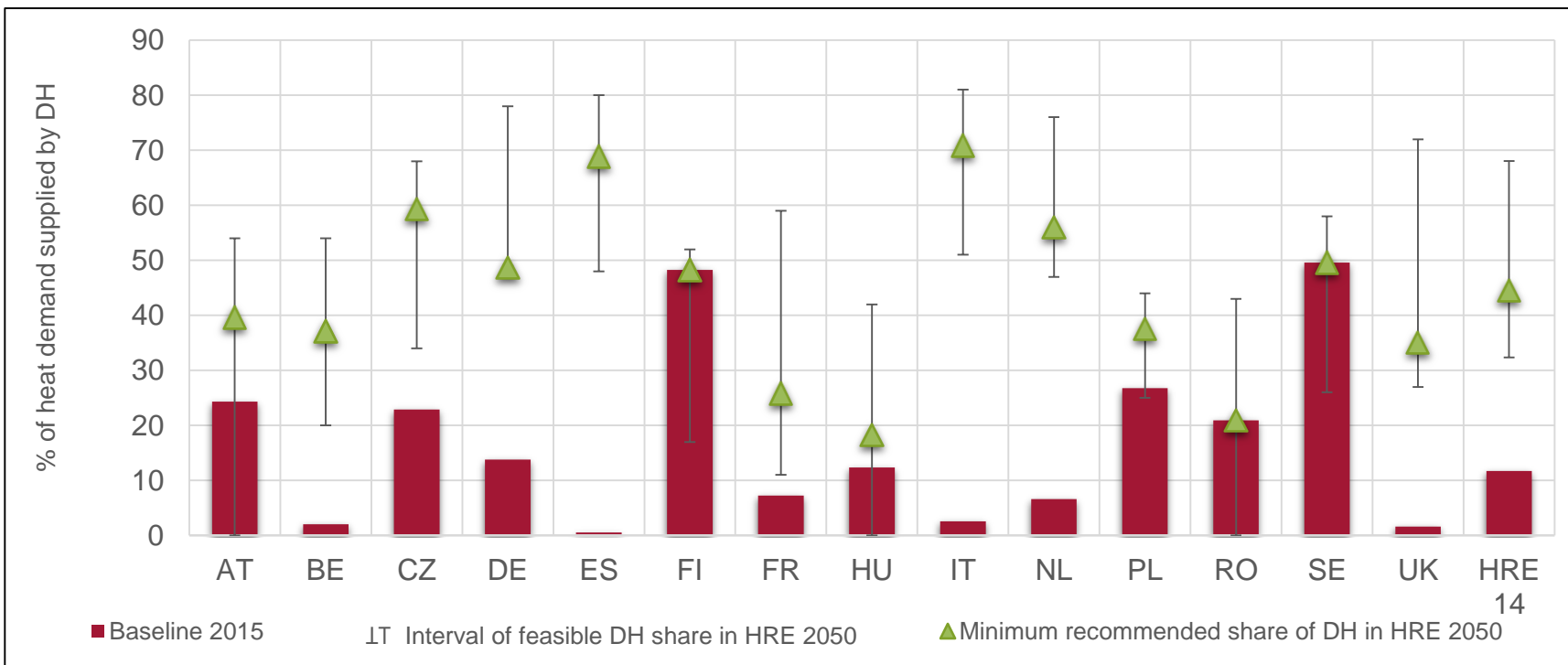
Rural Areas

Primarily Electric Heat
Pumps

Smaller Shares of Solar
Thermal & Biomass
Boilers

Remaining ~50% of the
Heat Demand

Anbefalende niveauer for fjernvarme i 14 EU Lande



France: total energy system costs (M€/year)		Residential sector space heating savings (additional to a 30% reduction already in the Baseline)					
		0	5%	10%	15%	20%	25%
Percentage of market share covered by DH	0%	175532	175582	175266	175452	175883	175978
	5%	175219	175263	174932	175104	175529	175608
	11%	174875	174898	174548	174699	175099	175162
	18%	174566	174570	174197	174329	174706	174752
	26%	174327	174317	173922	174037	174394	174418
	34%	174197	174168	173752	173852	174191	174200
	42%	174190	174142	173709	173789	174107	174101
	51%	174400	174334	173878	173940	174240	174216
	59%	175121	175038	174562	174604	174885	174844
	68%	176559	176454	175961	175986	176246	176185
79%	185911	185790	185275	185282	185524	185443	

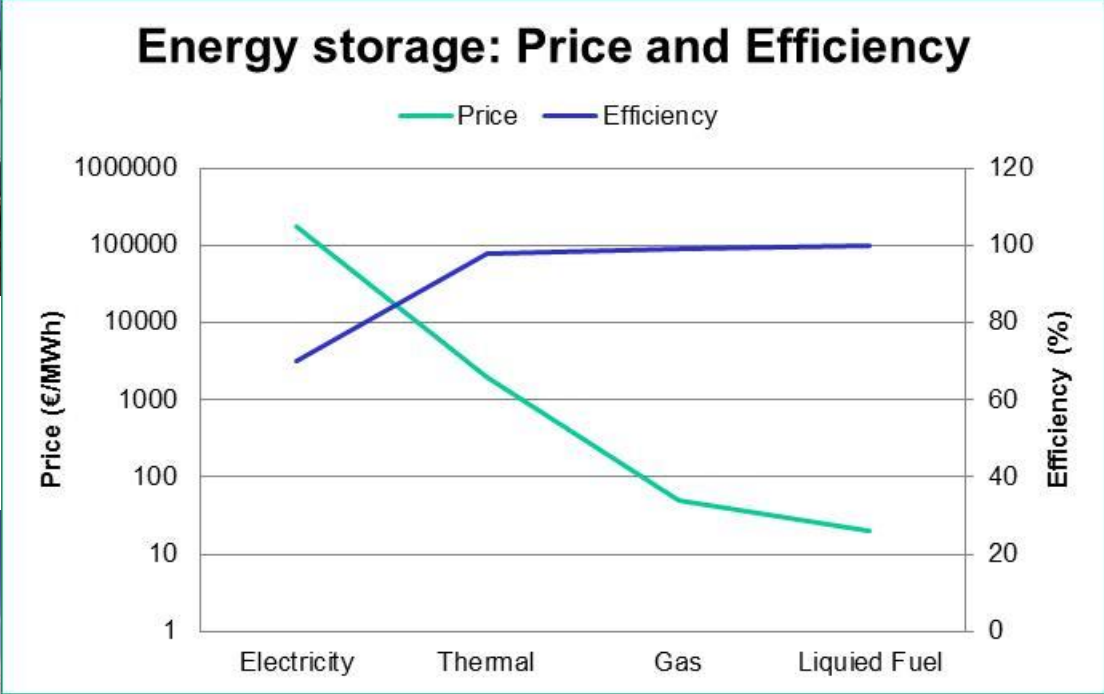


Energilagre forskel på pris og effektivitet

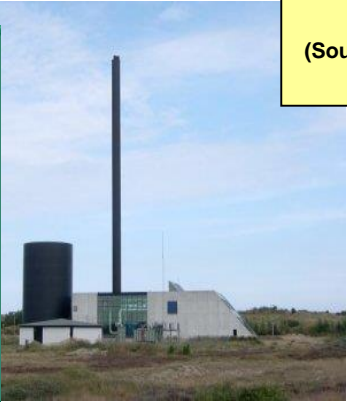
Pump Hydro Storage
175 €/kWh
(Source: Electricity Energy Storage Technology Options: A White Paper Primer on Applications, Costs, and Benefits. Electric Power Research Institute, 2010)



Natural Gas Underground Storage
0.05 €/kWh
(Source: Current State Of and Issues Concerning Underground Natural Gas Storage. Federal Energy Regulatory Commission, 2004)



Thermal Storage
1-4 €/kWh
(Source: Danish Technology Catalogue, 2012)



Oil Tank
0.02 €/kWh
(Source: Dahl KH, Oil tanking Copenhagen A/S, 2013: Oil Storage Tank. 2013)



Hvilke teknologier med relevans for varmesektoren er med i IDAs Klimasvar?



Velkendte teknologier som er bærende for at opfylde 70 pct.'s målsætningen

- Energireovering af eksisterende bygninger
- Udnyttelse af overskudsvarme fra industri
- Udbygning med fjernkøling med kølelagre samt anvendelse af grundvandskøling
- Udvidelse af fjernvarmeområder
- Erstatning af olie- og naturgasfyr med fjernvarme og individuelle varmepumper
- Onshore og offshore vindmøller
- Solceller primært opsat på store tage i industrien omkring store byer eller på parkeringspladser mv.
- Bevarelse af decentrale gasfyrede kraftvarmeværker samt opførelse af nye gasfyrede kraftvarmeværker
- Udbygning med biogas til industri og kraft- og kraftvarmeværker
- Biomasse; træ, affald, biogas mv. til kraftvarme og kraftværker og træflis, halm til fjernvarme

Delvist velkendte, delvist nye teknologier, som vi skal udvikle, som også får betydning i 2030

- Store varmepumper i fjernvarmen i samspil med industriel overskudsvarme, fjernkøling og omgivelsesvarme fra bl.a. drænvand og spildevand mv.
- Store sæsonvarmelagre, særligt i fjernvarmeforsyningen
- Geotermi
- Omlægning til 4. generations lavtemperatur fjernvarme
- Udnyttelse af overskudsvarme fra datacentre og elektrolyseanlæg til fjernvarme
- Intensiv energieffektivisering i industrien
- Erstatning af kul og olie med el og biomasse i industrien
- Elektrolyseanlæg med fleksibel drift i forhold til el fra vedvarende energikilder og elnet-belastning (fuldlasttid på cirka 50 pct.)
- Store brintlagre som anvendes fleksibelt i samspil med elektrolyseanlæg og elektrofuel-produktion
- Integreerede elektrofuel-produktioner med Carbon Capture anlæg, CO₂-lagre og kemisk syntese (DME, Metanol, Ammoniak)

Nye teknologier vi skal udvikle nu, fordi vi skal bruge dem efter 2030

- Mere effektive elektrolyseanlæg (SOEC)
- Videreudvikling af storskala elektrolyseanlæg og integrerede løsninger til elektrofuel-produktion, herunder carbon capture og kemisk syntese
- Storskala elektrolyse og elektrofuels inkl. Carbon Capture (vigtigt teknologi for både CCU og CCS)
- Storskala termisk forgasning af biomasse, pyrolyse og HTL samt evt. andre teknologier, der kan konvertere biomasse til gas eller flydende brændsler



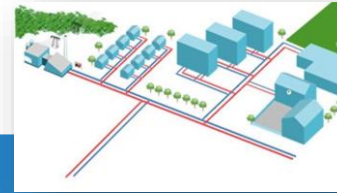
Hvad kan Færøerne overveje ift. varmeforsyningen?



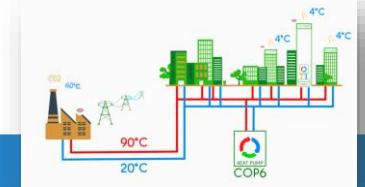
1. Varmebesparelser i bygningsmassen
- Typisk et niveau på 30-40% af rumvarmen
 - Bedre styring af varmesystemer



2. Individuelle varmepumper i bygninger udenfor fjernvarmeområderne i kombination med øget VE produktion

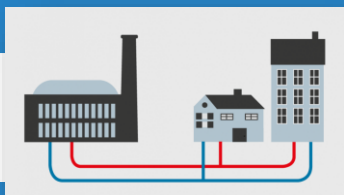


3. Udvidelse af fjernvarmen til områder med høj varmedensitet
- Vigtigt med en høj tilslutning

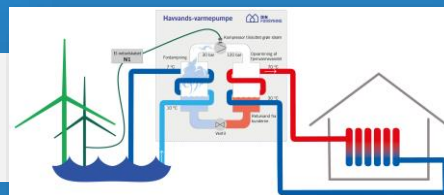


4. Udvikling af fjernvarmen imod 4. generations fjernvarme
- Reducerer nettab
 - Øget effektivitet

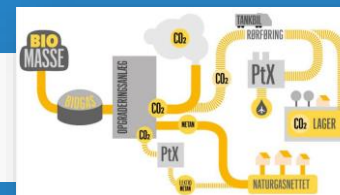
5. Større udnyttelse af overskudsvarme i fjernvarmen
- Eksisterende industrier
 - Nye industrier
 - Affaldsforbrænding (husk øget genanvendelse i fremtiden)



6. Store varmepumper i fjernvarmen i kombination med øget VE produktion
- Varmekilden kan være vigtig. Fx. havvandsvarmepumpe



7. Hvilket brændsel kan bruges som backup?
- Biomassepotentiale? (inkl. biogas)
- Power-to-x anlæg?
- Import af brændsler?



8. Flexibilitet i form af varmelagring bør undersøges
- Kunne også være andre energilagre (disse er dog ofte dyre)





Erfaringer fra Varmeplan Danmark 2021 - Hvilke løsninger kan bruges på Færøerne?



Energikonference - Torshavn d. 3. November 2022

Steffen Nielsen, Lektor
Forskningsgruppen for energiplanlægning
Aalborg Universitet, Institut for Planlægning