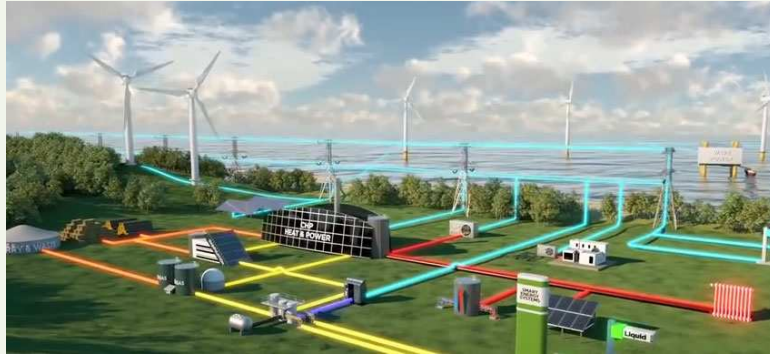


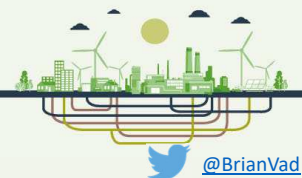
Brian Vad Mathiesen, Twitter @brianvad

10-04-2019



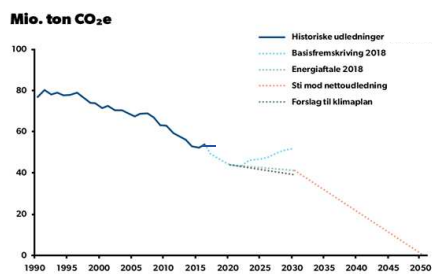
Teknologiudvikling, Scenarier og forudsætninger mod 2050:
- Hvad er et smart energisystem og hvor stor er biomasseudfordringen?

Brian Vad Mathiesen, Aalborg Universitet - 10. April 2019,
Folketingets Energi-, Forsynings- og Klimaudvalg - Høring

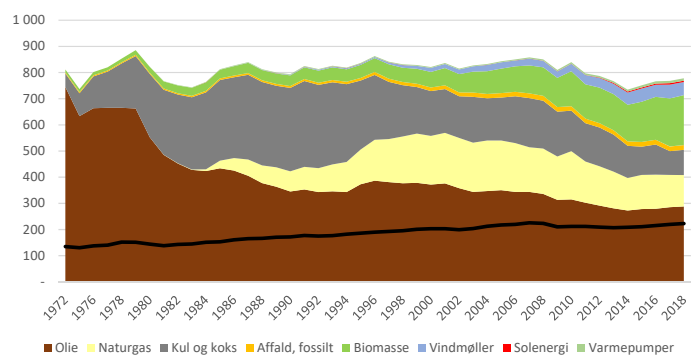


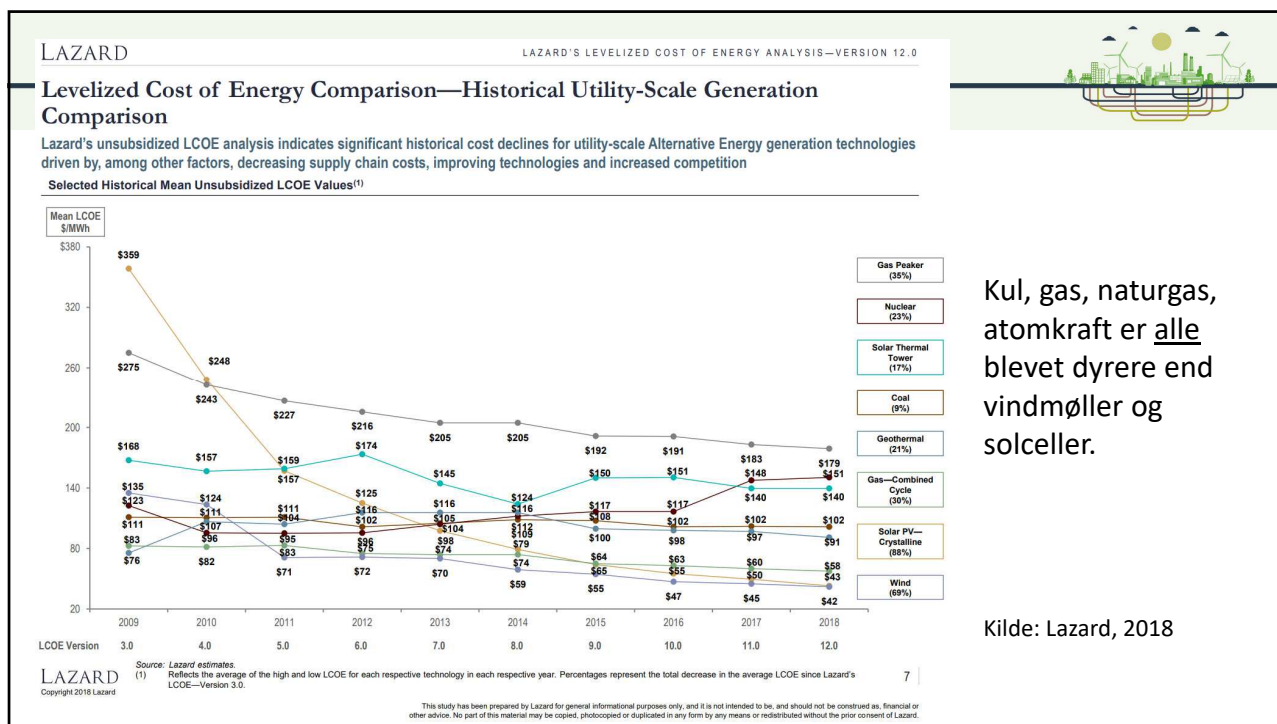
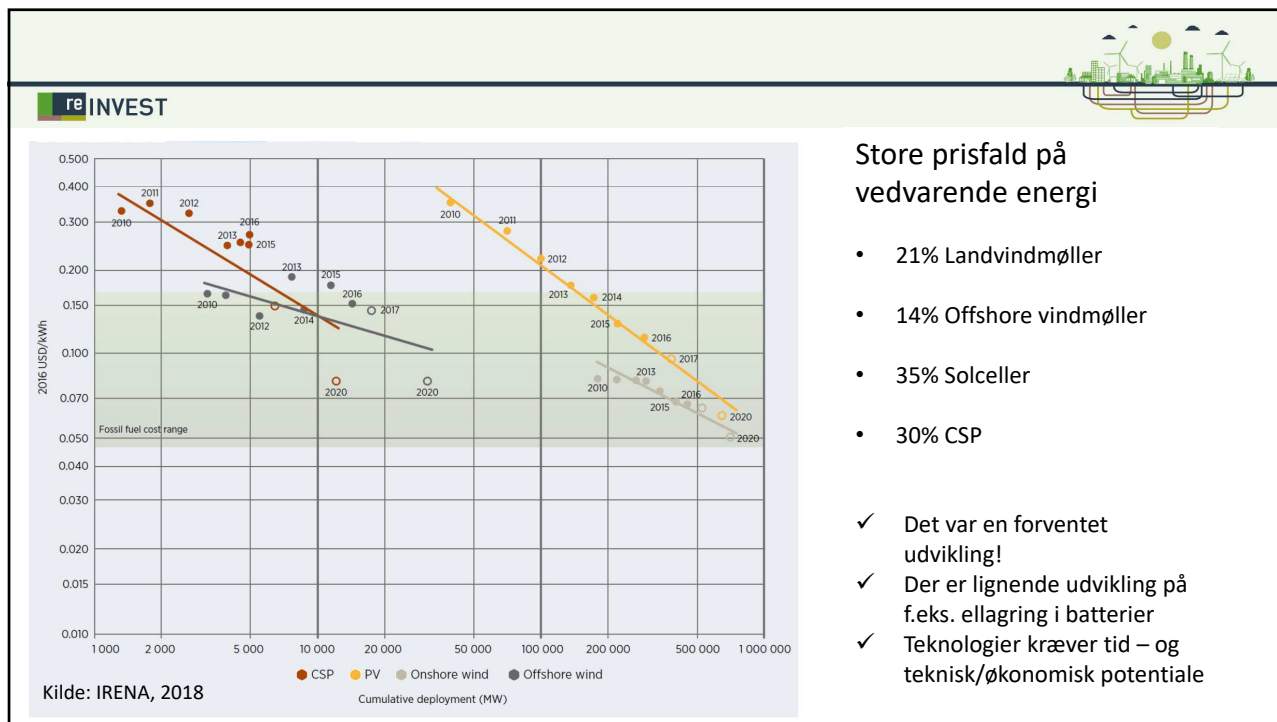
reINVEST

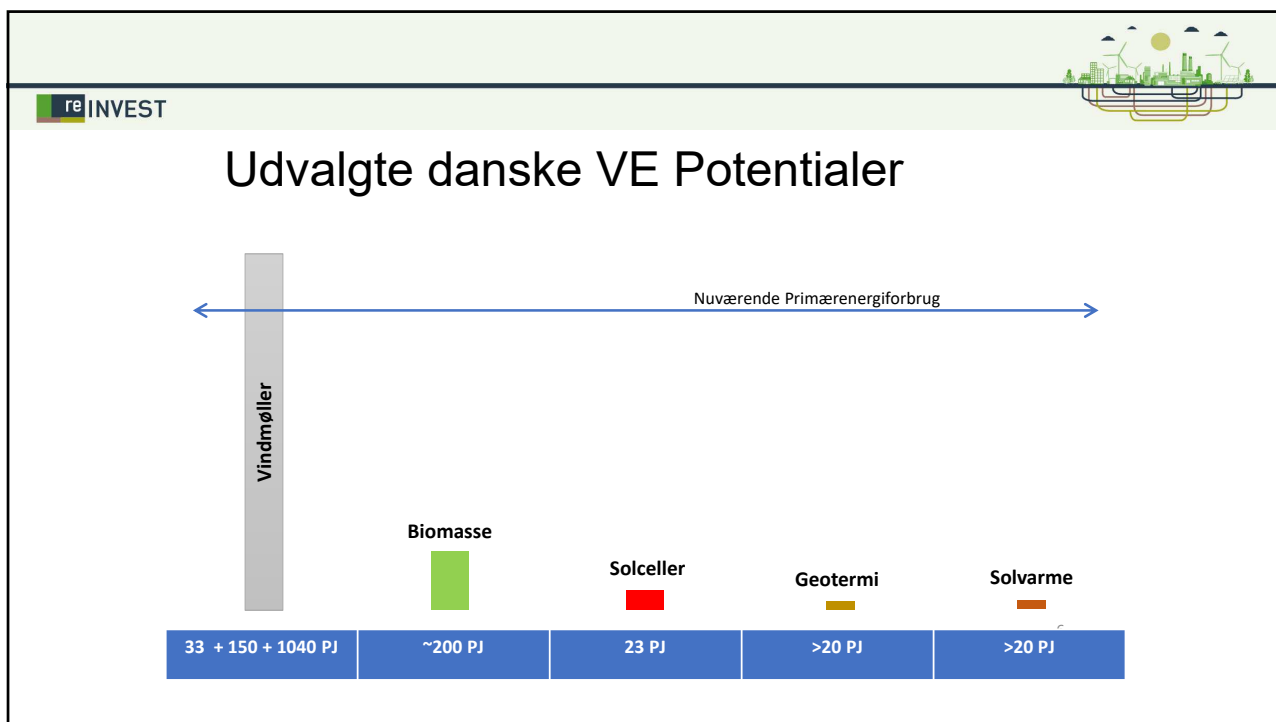
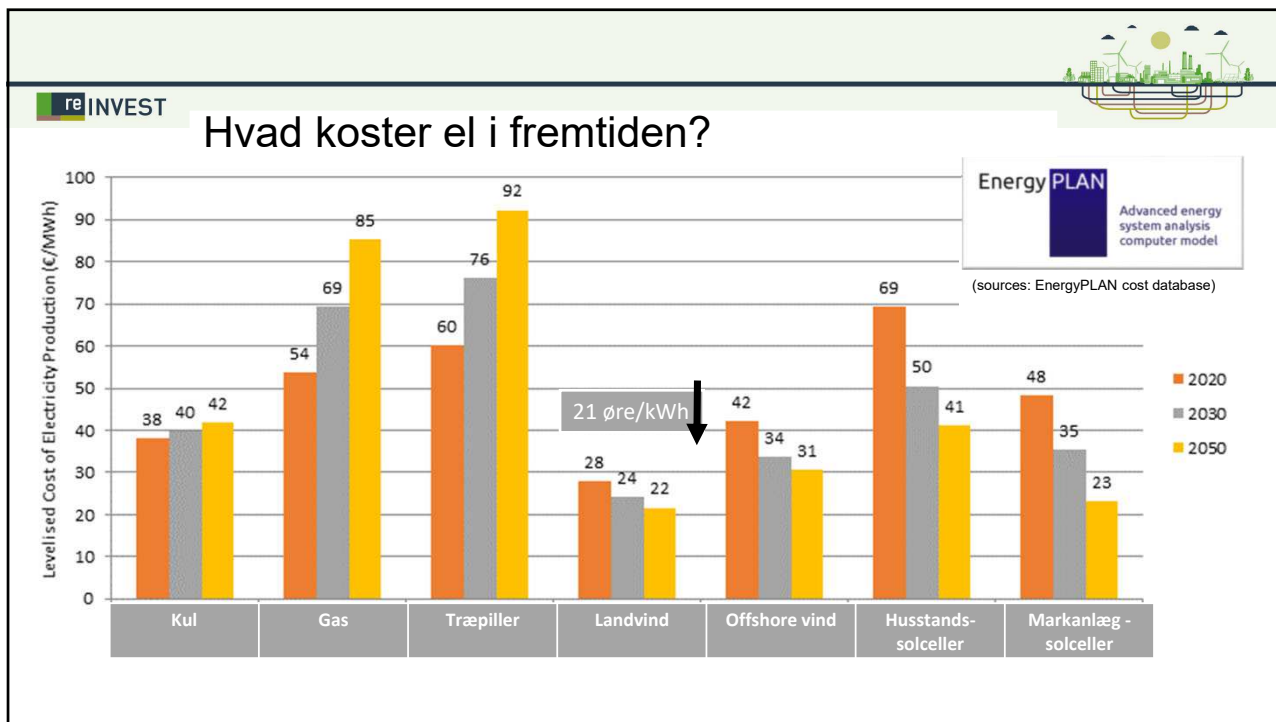
**CO₂-udslippet og
energiforbruget stiger**

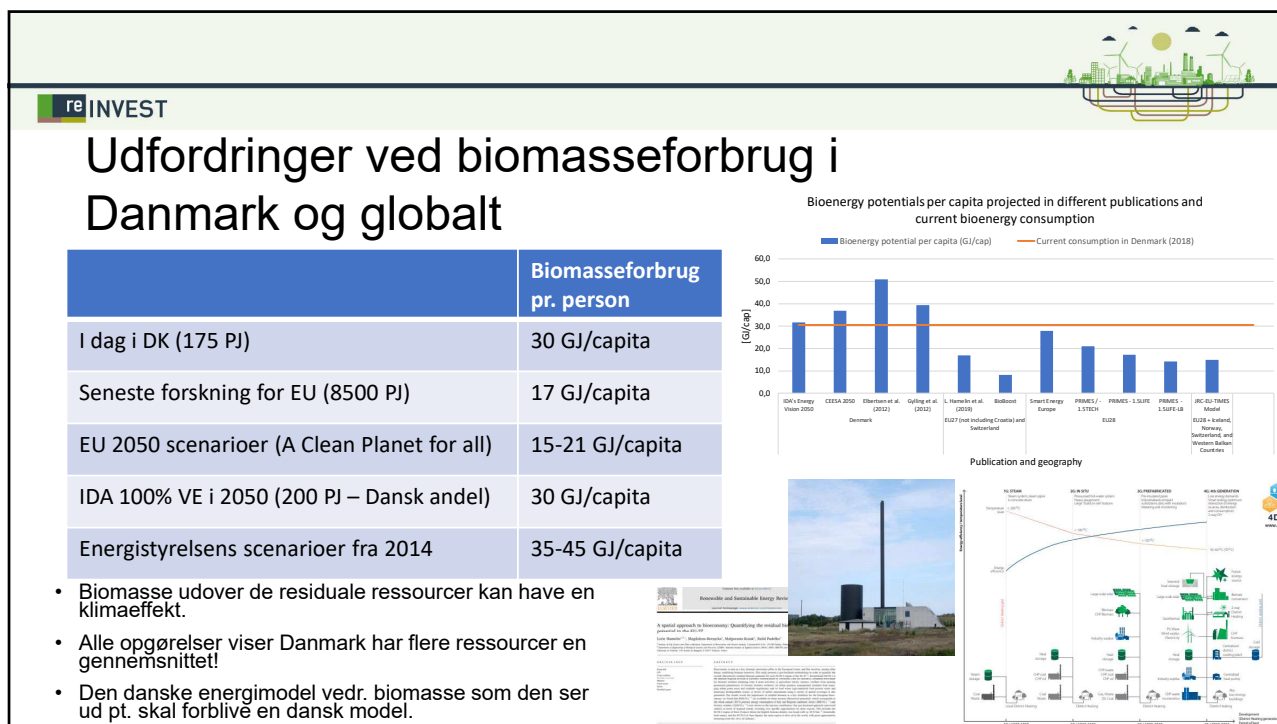
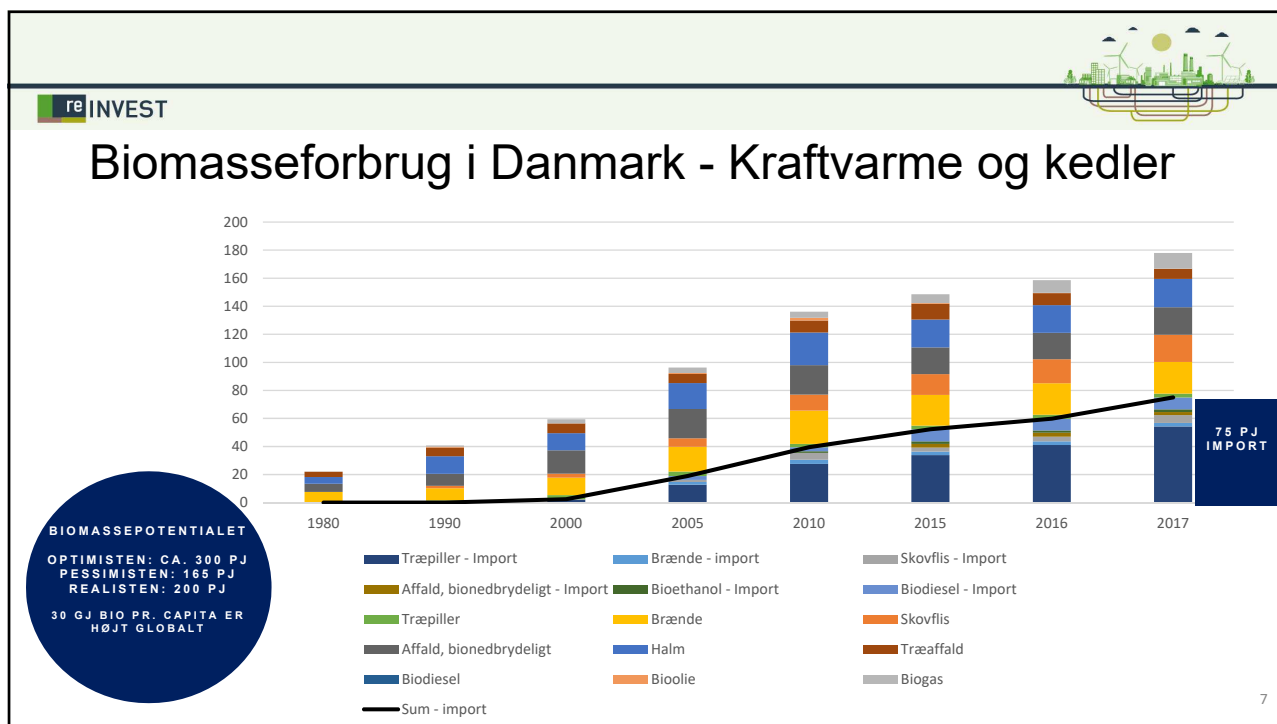


Primær energiforsyning, PJ



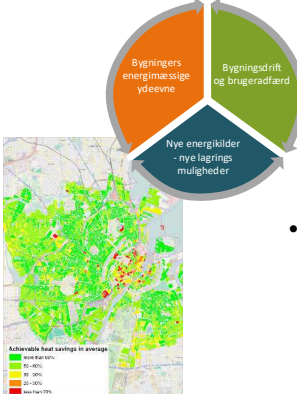






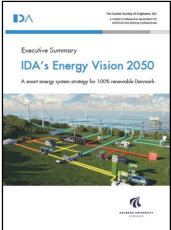
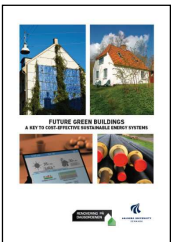
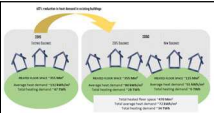
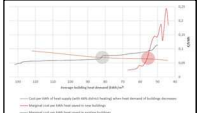
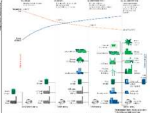
re INVEST

Hvad er en "smart" bygning?



- Byggeriets varmekonsum skal reduceres med ~40%
 - Kvantitativt: Hvis ikke, så øges presset på økonomi, biomasse og vind (+ 58 PJ og 2 mia.kr./året)
 - Kvalitativt: Hvis ikke, skabes der barrierer for lavtemperatur-fjernvarme og varmepumper (samt integration med fjernkøling)
- IKKE behov for husholdningsbatterier. Det er ikke "Smart" at flytte forbruget i boligen. Det gøres billigere og bedre i fællesskab.

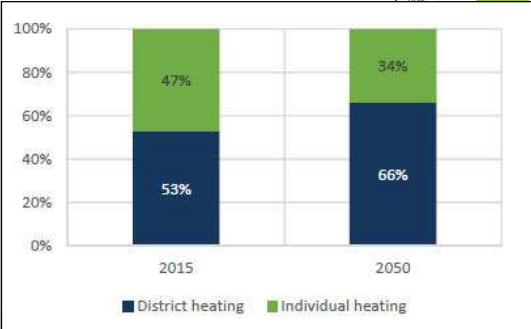
Der er brug for fokus på drifts-fasen og Smart Meters kan hjælpe med at nedbringe el og varme forbruget + med at fremme lav-temperatur opvarmning

re INVEST

Hvordan skal bygningerne opvarmes i 2050?

- Mere fjernvarme og flere varmepumper! – i kombination med besparelser



100%
80%
60%
40%
20%
0%

2015 2050

■ District heating ■ Individual heating

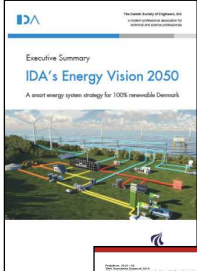
47% 53% 34% 66%

IDA 2050: F.eks Solvarme i fjernvarmen 2,3 TWh (6%) og Geotermi 4,6 TWh (12%). VP, Biomasse og Solvarme i indbygninger 2,2 TWh (15%)

Forskere: Er der virkelig ingen alternativer til biomassekraftvarmeværker?

“Den demonstrative proces vedrørende omstilling fra kul til grøn el og varme er vigtig. Derfor skal alle alternativer på bordet, inden nye beslutninger tages.”

IDA 2050: F.eks Solvarme i fjernvarmen 2,3 TWh (6%) og Geotermi 4,6 TWh (12%). VP, Biomasse og Solvarme i indbygninger 2,2 TWh (15%)




Smart Energy Systems

Download rapport:
www.EnergyPLAN.eu/IDA

Energilagring

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)

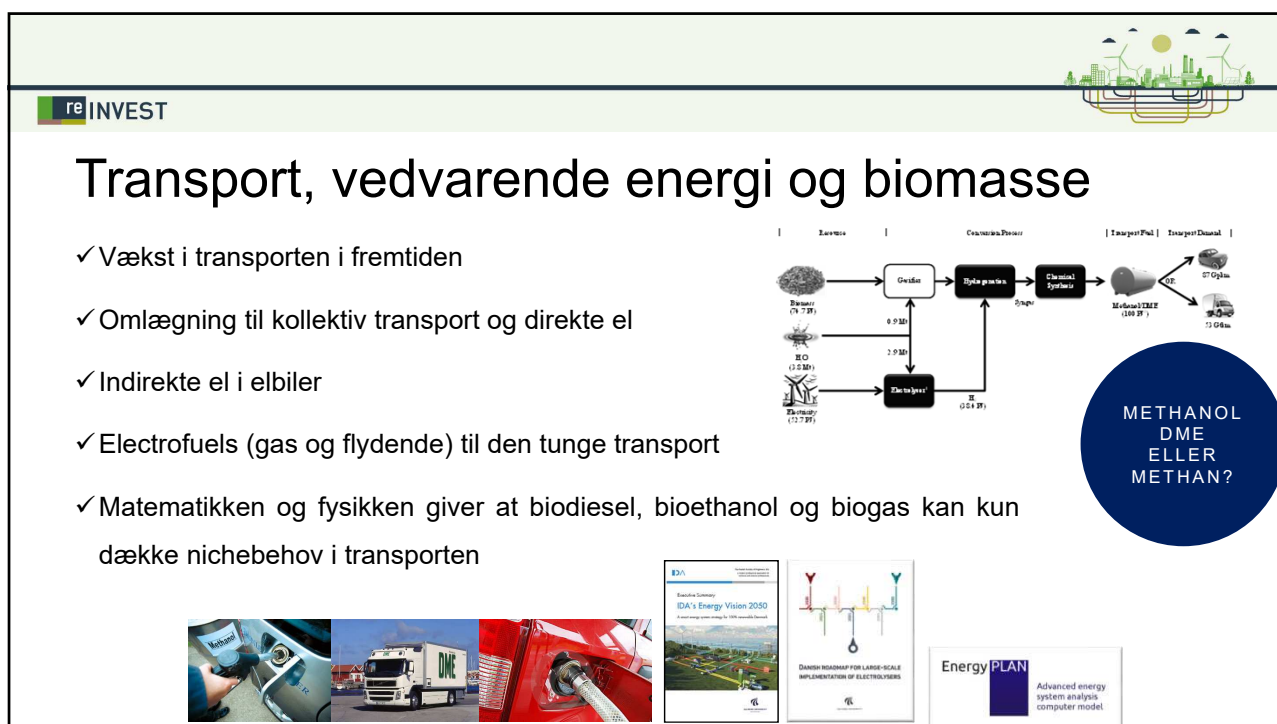
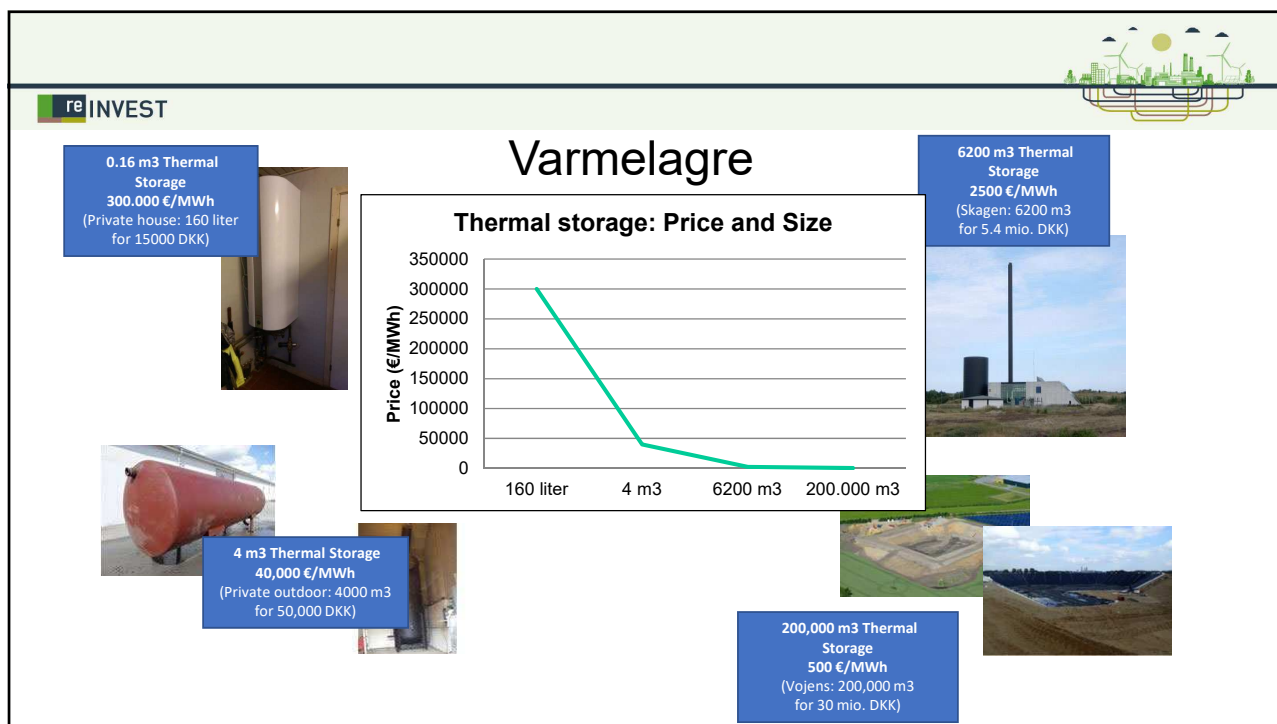
Energy storage: Price and Efficiency

Technology	Price (€/MWh)	Efficiency (%)
Electricity	~100,000	~60
Thermal	~10,000	~100
Gas	~1,000	~100
Liquid Fuel	~100	~100

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

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

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





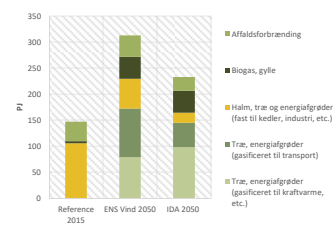
Gassystemet

- Udfasning af Naturgas (fra nu 37 TWh/år)
 - Varmebesparelser, konvertering til fjernvarme, grønne gasser
 - Barrierer: Aktører, gæld og vedligehold, samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger – Aftalemodel?
- Vi har behov for gasnet i fremtiden, men udfordringen er kompleks (mere kompleks end branchen hævder)
 - biogas og forgasset biomasse bruges i industrien og fleksibelt kraft/varme (hovedsageligt direkte)
 - Brint, CO₂, syntese gas til elektrofuels samt lagring
- Nye gassystemer og mere viden er nødvendig.



Nogle biomasseteknologier i vedvarende energisystemer

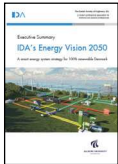
- Knap ressource og ikke klimaneutral i store mængder – skal anvendes effektivt
- Højeste værdiskabelse vinder:
 - Produkter, kemi, lægemidler,
 - energiformål sidst i køen - anvendelse er forbundet med typen af biomasse
- Biogas og forgasset biomasse bruges i industrien og fleksibelt kraft/varme (hovedsageligt uopgraderet)
- Elbaserede transport biobrændsler (Electrofuels)
- Undgå ren varmeproduktion eller baseload – udnyt til kraftvarme
- Tænk affald og biomasse sammen
 - En del ud som gas - andet til materialer
 - Forbrænding sidst i køen
 - Tænk affaldsforbrænding sammen med geotermi






Top 10 investeringer mod 100% vedvarende energi i 2050

	Teknologi	Estimat på merinvesteringer frem mod 2050 i et ud af mange 100% VE scenarier i milliarder kroner
1	Boligrenovering	220
2	Vindmøller	210
3	Individuelle varmepumper	110
4	Fjernvarmeudvidelse	41
5	Electrofuel produktion	33
6	Solceller	20
7	Individuel solvarme	20
8	Biogas anlæg	20
9	Ladestationer	16
10	Store varmepumper i fjernvarmen	15





Teknologiudvikling og politikeksempler

Teknologi	Samfundsøkonomi	Privatøkonomi	Udfordring
Landvindmøller	God	Usikkerhed for investor	"Energy only" elmarkedet understøtter ikke langsigtede investeringer. Aktørerne i markedet er "risk-averse" og opfører sig ikke økonomisk rationel.
Offshore vindmøller	Godt potentiale	Usikkerhed for investor	
Solceller	Godt potentiale på industritage/market	Usikkerhed for investorer. Tage udnyttes ikke.	
Kraft-, kraftvarmeværker	God	Meget dårlig	Kørselsafgift ville fremme elbiler
Elbiler	God	God, men langsigtet	
Boligrenovering	God	God, men langsigtet	Borgerne handler ikke som modellerne siger og er ikke økonomisk rationelle
Electrofuels	God (i forhold til andre VE løsninger)	Usikker, meget usikker	Brændsler til tung transport kommer ikke selv, selv om nogle teknologierne er modne.
..... og mange flere.....	 Med god samfundsøkonomi...	Og dårlig privatøkonomi eller tekniske forhindringer	Utalige – lige nu er der mange teknologier under stop-go regimet

