



TEA kommunerne

Analyse af klimaeffekter ved en række forskellige PtX scenarier i Region Syddanmark

Kunde

TEA og Region Syddanmark

Formål

At undersøge forbruget af forskellige energikilder i TEA kommunerne i et scenarie, hvor TEA kommunerne efterlever de nationale klimamål i 2030 og 2050. Herudover at holde forbruget op mod den forventede produktion af grøn elektricitet og brint.

Værdi

At kende gabet mellem forbrug af vedvarende energi og produktion af vedvarende energi i fremtiden.

Metode

Modellen

- Analysen af energiforbrug og energiforbrugssammensætning i Region Syddanmark frem mod 2050 bygger på en model udviklet af COWI.
- Modellen fremskriver energiforbrugssammensætningen inden for forskellige sektorer i et scenarie, hvor Danmark nedsætter udledningen af drivhusgasser med 70% i 2030 og er klimaneutral i 2050.
- Modellen opdeler energibehovet i 14 sektorer og 11 energikilder, som er blevet gennemgået og fremskrevet med henblik på at erstatte de fossile brændstoffer med vedvarende energikilder med et særligt fokus på at omlægge til PtX.

Kommunal fremskrivning frem mod 2030 og 2050

- De kommunalt opgjorte energibehov for 2030 og 2050 angivet i kommunernes klimagasregnskaber bliver i modellen fremskrevet ud fra en national gennemsnitlig fordeling af energiformer for at opnå den danske klimalov.
- Derved omlægges energiforbrugssammensætningen for hver kommune indenfor hver sektor i forhold til, hvad der er angivet i kommunernes klimagasregnskaber. Energiforbruget holdes konstant.
- Den kommunalt fremskrevet energiforbrugssammensætning indenfor hver sektor i alle kommunerne vil være den samme.
- Tal for 2040 er en lineær interpolation mellem 2030 og 2050.

Nye og mere ambitiøse klimamål – Klimaneutral i 2045

- I SMV-regeringens regeringsgrundlag er årstallet for, hvornår Danmark skal være klimaneutral blevet fremrykket til 2045.¹
- I modellen bruges det gamle mål for klimaneutralitet, da kommunernes klimaplaner bygger på at være klimaneutrale senest i 2050.
- Det betyder, at for at nå klimaneutralitet i 2045 skal den energiforbrugssammensætning, som ses af analyseresultaterne for 2050, allerede være gældende 5 år tidligere (i 2045).

¹ Regeringen, Ansvar for Danmark – Det politiske grundlag for Danmarks regering, 2022, [Regeringsgrundlag 2022 \(stm.dk\)](#)

Forudsætninger

Data for kommunalt energiforbrug og -produktion

- Data for klimagasregnskaber baseres på regnskaber for 2019, som er stillet til rådighed af Region Syddanmark for alle kommuner og regionen som hele i 'RS-formater'²
 - Klimagasregnskaberne indeholder tal for national søtransport. Energiforbruget indeholder passagersejlruter (færgeruter). Forbruget tildeles ligeligt (50/50) de to kommuner, som der sejles mellem³.
 - Klimagasregnskaberne indeholder tal for national flytransport. Energiforbruget for lufttransport omfatter ikke lufttransport indenfor kommunegrænsen, men borgernes brug af lufttransport uafhængig af, hvor i landet det foregår.³
 - Klimagasregnskaberne indeholder tal for international flytransport og baseres på tal opgjort af DCE⁴.
 - Dette er tal for den internationale flytransports optankning i Danmark i 2019.
 - For at få tal for international flytransport på kommuneniveau spredes hele den internationale flytransport ud på baggrund af befolkningsdata.
- Tal for international søtransport bunkret i Danmark er fra Energistyrelsen energistatistik.
 - Den internationale søtransport fordeles imellem kommunerne på baggrund af kommunernes andel af den samlede danske befolkning i 2019.
- Nuværende solenergi- og vindenergikapacitet på kommuneniveau er fra Plan- og Landdistriktsstyrelsens plandata.
 - Det er kun landvindmøllerparker, som medtages for vindenergikapacitet.
- Ambitioner for produktion af vedvarende energi (hhv. sol og vind) er stillet til rådighed af Region Syddanmark og TEA (i MW).
 - For alle kommuner i Region Syddanmark er en liste over fremtidige ambitioner for vind- og sol udarbejdet ved overslagsberegninger ud fra kommunernes DK2020 klimaplaner.
 - For TEA-kommunerne er en TEA VE-pipeline udarbejdet ved indsamling af data via en rundspørge hos TEA-kommunerne.
- COWI liste over brint (og PtX) projekter.
 - Data i denne liste stammer primært fra Brintbranchen.

² Viegand Maagøe, Metodenotat til Energi- og CO2-regnskabet, 2021, [Microsoft Word - Metodenotat v2.0 \(final\) \(sparenergi.dk\)](#)

³ Viegand Maagøe, Metodenotat for opgørelser i RS-formatet fra Energi- og CO2-regnskabet, SparEnergi.dk, 2022, [Metodenotat for RS-formatet V1 \(sparenergi.dk\)](#)

⁴ Danish Centre for Environment and Energy, Denmark's National Inventory Report 2021, No. 437, 2021, [Denmark's National Inventory Report 2021. Emission Inventories 1990-2019 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol \(au.dk\)](#)

Forudsætninger

Data for national energiproduktion

- National elproduktion i fremtiden er fra Energistyrelsens klima- og energifremskrivning 2021 og *Danmark kan mere II*.
- National brintproduktion i fremtiden fremskrives ved at bruge den nationale målsætning om 4-6 GW brintproduktion i 2030.
- Nationale energiproduktionstal er fordelt ud på kommunerne ud fra kommunernes andel af Danmarks samlede areal.

Afgrænsning

- Energiforbrug i forsvaret er ikke medtaget i analysen.
- Ikke kategoriseret brændsel angivet i klimagasregnskaberne indenfor Erhverv ekskl. fremstillingsvirksomhed, lufttransport og vejtransport medtages ikke i analysen.
- I analysen antages det, at alt grøn elproduktion i fremtiden skal komme fra landvindmøller og solceller. Betydningen af havvindmøller er derfor ikke med i analysen.

Kapacitetsfaktorer

Andelen af energiproduktionskapacitet, som bliver til faktisk energiproduktion:

- Elektrolyse = 60%²
- Solenergi = 12%³
- Vindenergi = 27%⁴

Vedvarende energis elproduktionsandele

- Andelen af elproduktion som skal komme fra hhv. sol og vind i 2019-2050 ifølge Energistyrelsens klima- og energifremskrivning. Vind inkluderer både havvindmølleparker og landvindmølleparker.

	2019	2030	2040	2050
Vind	69%	70%	70%	70%
Sol	4%	21%	26%	30%

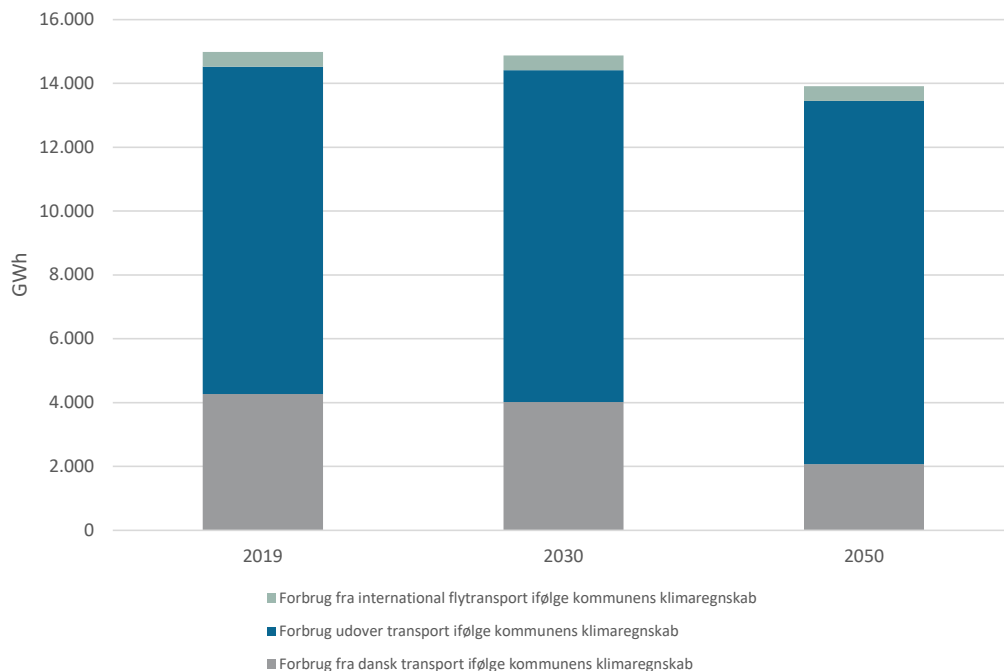
² European Commission, ASSET Study on Hydrogen generation in Europe: Overview of costs and key benefits, 2021, [Hydrogen generation in Europe - Publications Office of the EU \(europa.eu\)](#)

³ PA Energy Ltd., Solceller Dansk strategi for forskning, udvikling, demonstration, Del I - Baggrundsnotat, [Solceller \(ens.dk\)](#)

⁴ Energistyrelsen, Analyseforudsætninger til Energinet 2022, [Analyseforudsætninger til Energinet | Energistyrelsen \(ens.dk\)](#)

Energiforbrug ifølge TEA kommunernes klimagasregnskaber

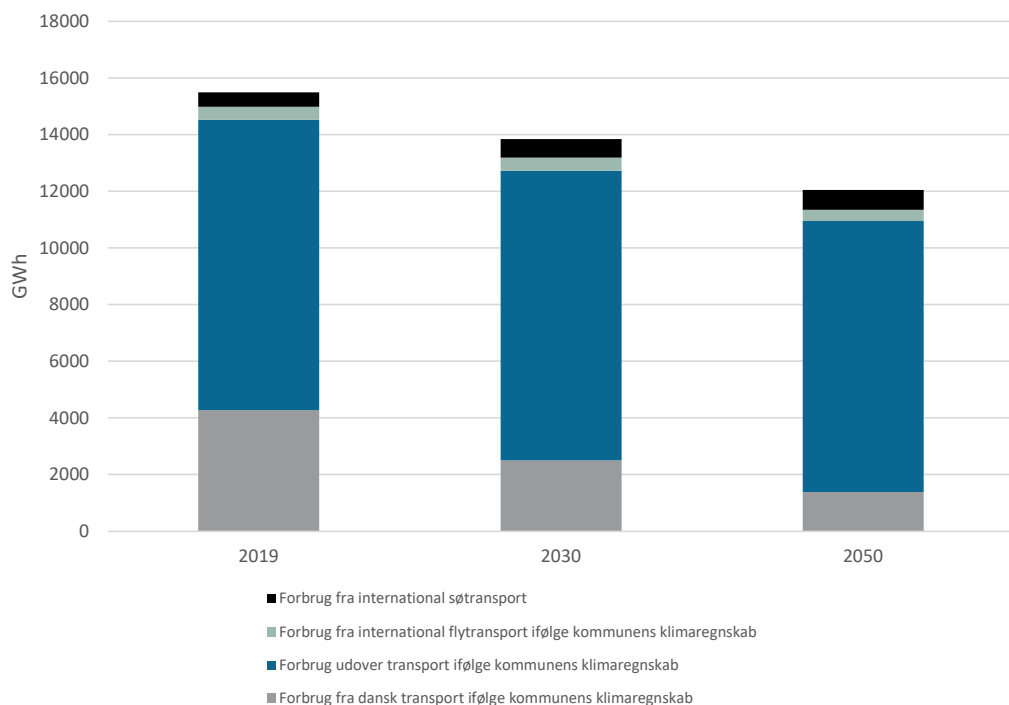
Figur 1: Energiforbruget i 2019, 2030 og 2050 ifølge kommunens klimagasregnskaber



- Figuren viser forbruget af energi i 2019, 2030 og 2050 ifølge TEA kommunernes klimagasregnskab.
- Tallene for 2030 og 2050 baseres på 'Klimafremskrivningen' fra Energistyrelsen, som fremskriver energiforbrugstallene for 2019 udfyldt af kommunerne.
- Forbruget af energi i international søtransport er ikke med i opgørelsen, da kommunernes klimagasregnskab ikke indeholder tal herfor.
- Forbruget af energi i international flytransport er TEA kommunernes andel af den samlede internationale optankning i Danske lufthavne (fordelt ud fra befolkning).
- Et fald i det samlede forbrug kan ske via to kanaler
 - 1) Et fald i forbruget af energi,
 - 2) En energieffektivisering ved at overgå til et mere energieffektivt brændstof.
- Det ses af figuren, at ca. 1/3 af det samlede energiforbrug kommer fra dansk transport i 2019.
- I 2050 vil det samlede forbrug af energi falde. Det er drevet af et fald i energiforbruget i dansk transport.
- Stigningen i forbruget fra de resterende sektorer fra 2019 til 2050 skyldes en stigning i energiforbruget hos husholdningerne og erhverv ekskl. Fremstillingsvirksomhed.

Energiforbrug ved efterlevelse af klimaloven

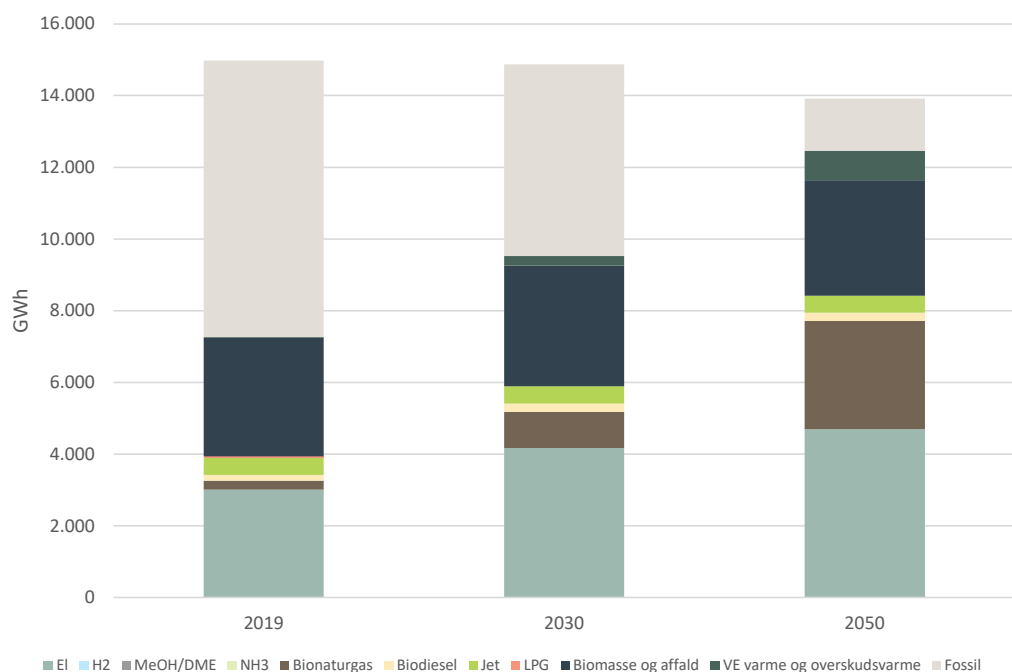
Figur 2: Energiforbrug i 2019, 2030 og 2050 ved opnåelse af klimaloven



- Figuren viser forbruget af energi i 2019, 2030 og 2050 ifølge fremskrivningen for energiforbrugssammensætning for at opnå den danske klimalov.
- Forbruget af energi i international søtransport er TEA kommunernes andel af den samlede internationale bunkring i danske skibshavne (fordelt ud fra befolkning).
- Forbruget af energi i international flytransport er TEA kommunernes andel af den samlede internationale bunkring i danske lufthavne (fordelt ud fra befolkning).
- Et fald i det samlede forbrug kan ske via to kanaler
 - 1) Et fald i forbruget af energi,
 - 2) En energieffektivisering ved at overgå til et mere energieffektivt brændstof.
- Det ses af figuren, at fra 2019-2050 vil energiforbruget falde ved opnåelsen af klimaloven.
- Samlet set vil energiforbruget falde til et lavere niveau end angivet i fremskrivningen af klimagasregnskaberne (figur 1).

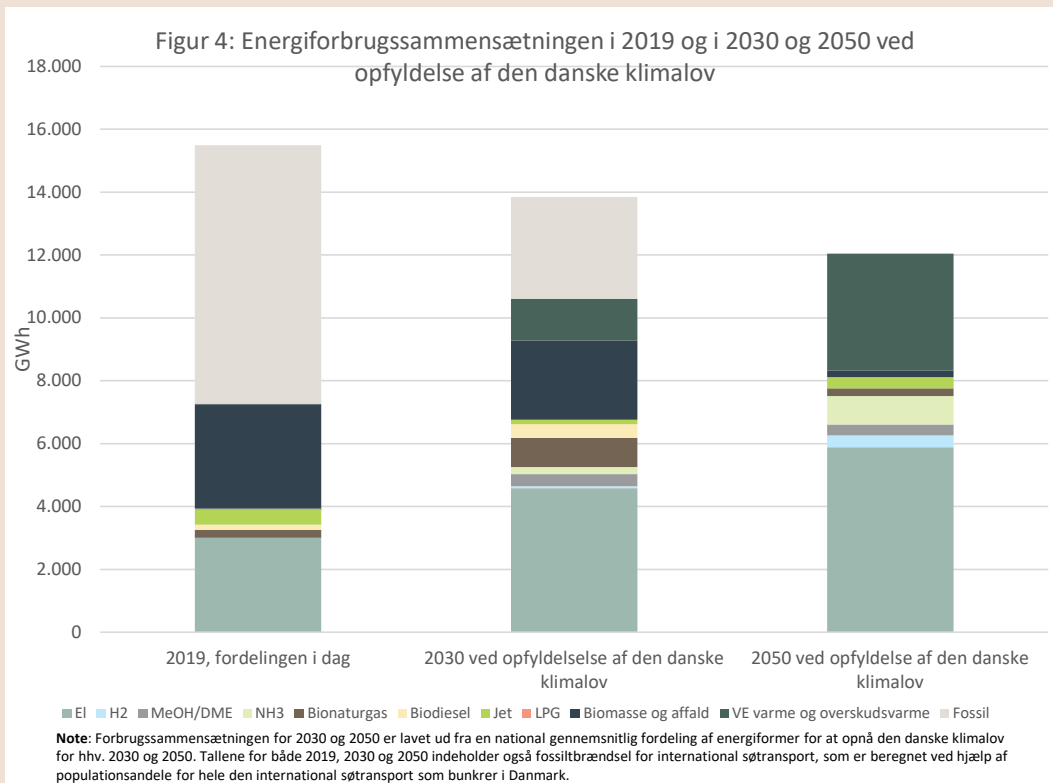
Energiforbrugssammensætning ifølge TEA kommunernes klimagasregnskaber

Figur 3: Energiforbrugssammensætningen i 2019 og i 2030 og 2050 ifølge kommunens klimagasregnskaber



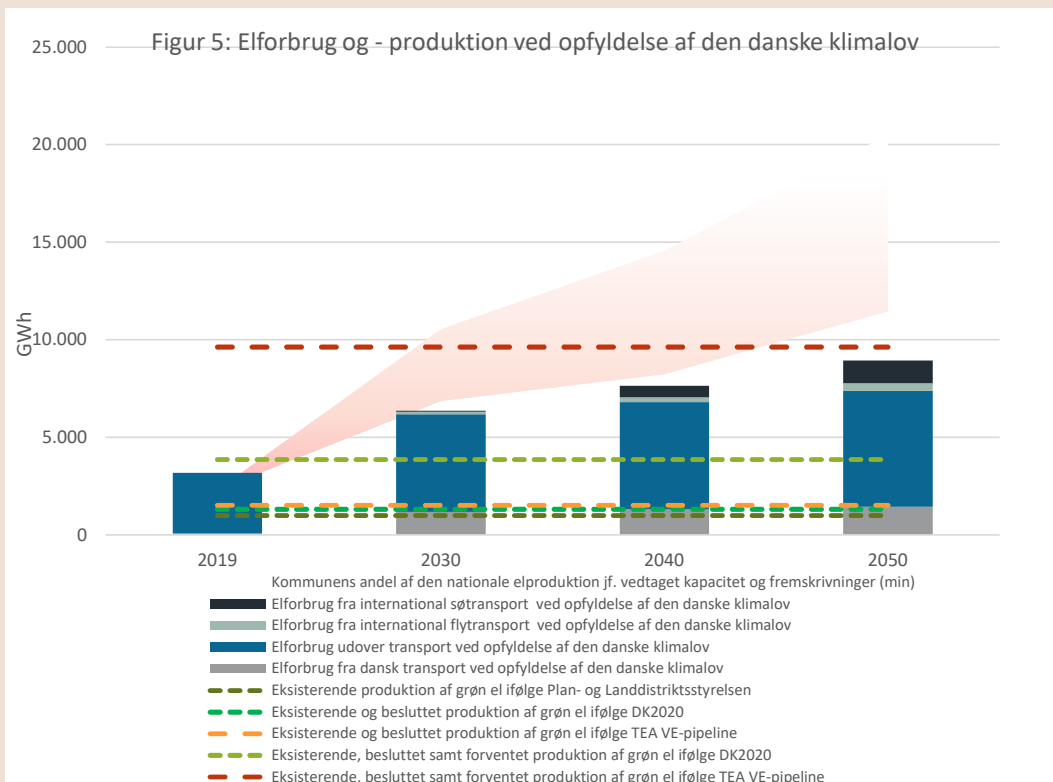
- Figuren viser sammensætningen af energiforbruget i 2019, 2030 og 2050 i et scenarie, hvor energiforbruget følger fremskrivningen angivet i TEA kommunernes klimagasregnskab.
- Tallene for 2030 og 2050 er energistyrelsens fremskrivninger. Energiforbrugstallene for 2019 er udfyldt af kommunerne.
- Figuren viser, at ifølge TEA kommunernes klimagasregnskaber vil fossile brændsler ikke være udfaset i 2050, og kommunerne *vil derved ikke leve op til klimaloven* hvis udviklingen udelukkende følger Klimafremskrivningen.
- Forbruget af bionaturgas stiger fra 2019-2050. Det skyldes en omlægning fra opvarmning med fossilt gas til opvarmning med bionaturgas.

Energiforbrugssammensætning ved efterlevelse af klimaloven



- Figuren viser sammensætningen i energiforbruget i 2019, 2030 og 2050 i et scenarie, hvor TEA-kommunerne efterlever den nationale klimalov.
- Forbruget i hhv. 2030 og 2050 angivet i klimagasregnskabet er fremskrevet ved at omlægge energiforbruget inden for 14 overordnede sektorer, så kommunerne efterlever den nationale klimalov i 2030 og i 2050.
- Figuren viser, at for at overholde klimaloven skal fossilt brændsel være udfaset i 2050.
- Figuren viser yderligere, at for at opnå en udfasning af fossilt brændsel i 2050 skal energiforbruget omlægges fra at i høj grad bestå af fossilt brændsel til i høj grad at bestå af vedvarende energi.

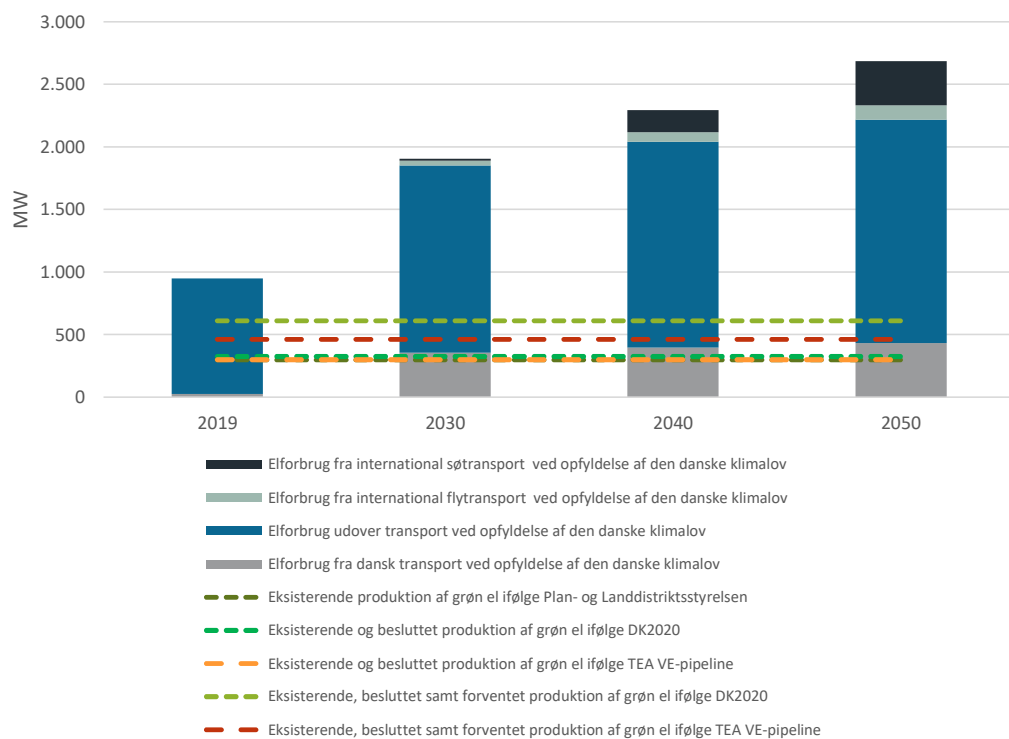
Elforbrug og -produktion ved efterlevelse af klimaloven



- Figuren viser elforbruget i TEA kommunerne i et scenarie, hvor kommunerne efterlever klimaloven, og hvor elforbrug til produktion af andre energiformer (f.eks. brint og PtX) medregnes.
- Den **lyserøde** sky viser en beregning af TEA kommunernes produktion af grøn el, hvis den fremskrevne nationale elproduktion (jævnfør data fra Energistyrelsens klima- og energifremskrivning 2021 og udmeldingerne i *Danmarks kan mere II*) fordeles ud fra TEA kommunernes areal.
 - Den nationale elproduktion indeholder både tal for produktionsanlæg placeret på land og i havet.
 - TEA kommunernes andel er fundet ved at fordele den fremskrevne nationale elproduktion via arealdata, dvs. ud fra TEA kommunernes andel af Danmarks samlede areal.
- De stiplede linjer angiver elproduktionen fra sol- og vindenergi i TEA kommunerne.
 - Den **mørkegrønne** stiplede linje er *eksisterende* vedvarende energiprojekter på land ifølge Plan- og Landdistriktsstyrelsen.
 - Den **turkisgrønne** stiplede linje er *eksisterende energiprojekter (den mørkegrønne) og besluttede* vedvarende energiprojekter på land ifølge kommunernes DK2020-planer.
 - Den **lysegrønne** stiplede linje er for *eksisterende, besluttede (den turkisgrønne) samt forventede (ambitioner)* vedvarende energiprojekter på land ifølge kommunernes DK2020-planer.
 - Den **orange** stiplede linje er for *eksisterende energiprojekter (den mørkegrønne) og besluttede* vedvarende energiprojekter ifølge TEA VE-pipeline.
 - Den **røde** stiplede linje er for *eksisterende, besluttet (den orange) samt forventede* vedvarende energiprojekter ifølge TEA VE-pipeline.
- Figuren viser, at hvis TEA-kommunerne fastholder ambitionerne for implementering af sol- og vindenergi, så vil kommunerne tilsammen producere nok grøn el til at dække forbruget af el i fremtiden.
 - De eksisterende VE projekter kan kun dække omkring 10% af elforbruget i TEA-kommunerne i 2050.

Produktion af el fra landvindenergi for at dække elforbruget

Figur 6: Forbrug og produktion af el fra landvindmøller



- Figuren viser, hvor mange MW landvindenergi, som skal opstilles TEA kommunerne for at dække den andel af elforbruget, som ifølge Energistyrelsens klima- og energifremskrivning 2021 skal dækkes af energiproduktion fra vindenergi (inkl. kommunernes andel af havvindenergi)..

- Det er i et scenarie, hvor andelen af elforbruget som dækkes af vindenergi (både havvind og landvind), følger nedenstående tabel.

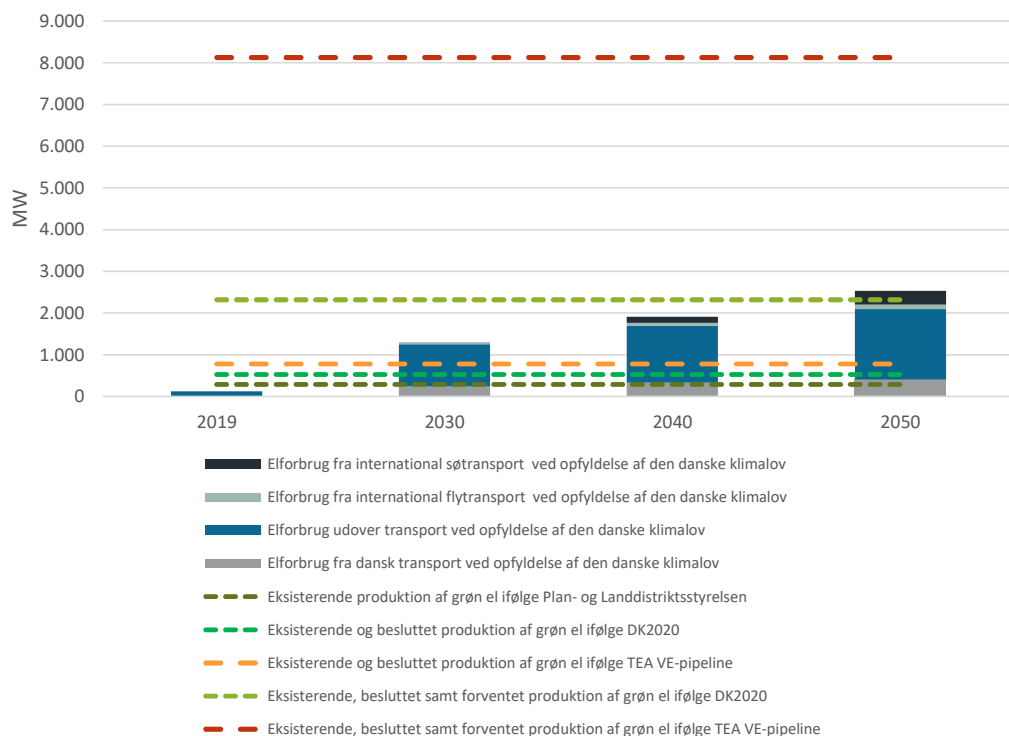
	2019	2030	2040	2050
Vind	69%	70%	70%	70%
Sol	4%	21%	26%	30%

- De stiplede linjer angiver elproduktionen fra landvindenergi i TEA kommunerne.
 - Den mørkegrønne stiplede linje er eksisterende vedvarende energiprojekter på land ifølge Plan- og Landdistriktsstyrelsen.
 - Den turkisgrønne stiplede linje er eksisterende energiprojekter (den mørkegrønne) og besluttet vedvarende energiprojekter på land ifølge kommunernes DK2020-planer.
 - Den lysegrønne stiplede linje er for eksisterende, besluttet (den turkisgrønne) samt forventede (ambitioner) vedvarende energiprojekter på land ifølge kommunernes DK2020-planer.
 - Den orange stiplede linje er for eksisterende energiprojekter (den mørkegrønne) og besluttet vedvarende energiprojekter ifølge TEA VE-pipeline.
 - Den røde stiplede linje er for eksisterende, besluttet (den orange) samt forventede vedvarende energiprojekter ifølge TEA VE-pipeline.
- Figuren viser, at hvis TEA-kommunerne skal dække 70% af deres elforbrug med vindenergi i 2050, så skal kommunerne opstille lidt over 2.500 MW vindenergi på land.*
- Figuren viser yderligere, at TEA-kommunernes ambitioner for opstilling af landvindmøller ikke er nok til, at kommunerne kan efterleve, at 70% af elforbruget skal dækkes af elproduktion fra vindenergi.

* I et scenarie hvor vi antager, at alt energiproduktion fra vind skal komme fra landvindmøller og kommunen ingen vindenergiproduktion har fra havvindmøller.

Produktion af el fra solenergi for at dække elforbruget

Figur 7: Forbrug og produktion af el fra solceller



○ Figuren viser, hvor mange MW solenergi, som skal opstilles TEA kommunerne for at dække elforbruget, som ifølge Energistyrelsens klima- og energifremskrivning 2021 skal komme fra solenergi.

○ Det er i et scenarie, hvor andelen af elforbruget, som dækkes af solenergi, følger nedenstående tabel.

	2019	2030	2040	2050
Vind	69%	70%	70%	70%
Sol	4%	21%	26%	30%

○ De grønne linjer angiver elproduktionen fra solenergi i TEA kommunerne.

○ Den mørkegrønne stiplede linje er eksisterende vedvarende solenergi projekter ifølge Plan- og Landdistriktsstyrelsen.

○ Den turkisgrønne stiplede linje er eksisterende solenergi projekter (den mørkegrønne) og besluttet vedvarende solenergi projekter ifølge kommunernes DK2020-planer.

○ Den lysegrønne stiplede linje er for eksisterende, besluttet (den turkisgrønne) samt forventede (ambitioner) vedvarende solenergi projekter ifølge kommunernes DK2020-planer.

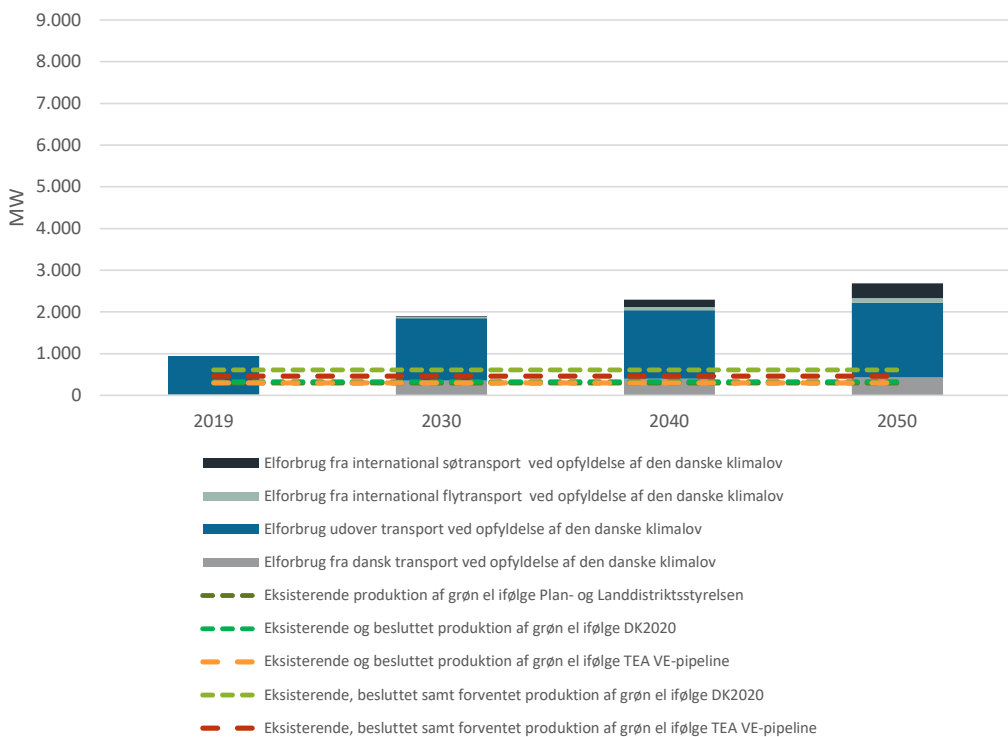
○ Den orange stiplede linje er for eksisterende energi projekter (den mørkegrønne) og besluttet vedvarende energi projekter ifølge TEA VE-pipeline.

○ Den røde stiplede linje er for eksisterende, besluttet (den orange) samt forventede vedvarende energi projekter ifølge TEA VE-pipeline.

○ Figuren viser, at hvis TEA-kommunerne bibeholder deres ambitioner for produktion af solenergi, så vil de producere næsten tre gange så meget solenergi, som der kræves af 30% af elforbruget i TEA-kommunerne i 2050.

Produktion af sol- og landvindenergi for at dække elforbruget

Figur 6: Forbrug og produktion af el fra landvindmøller

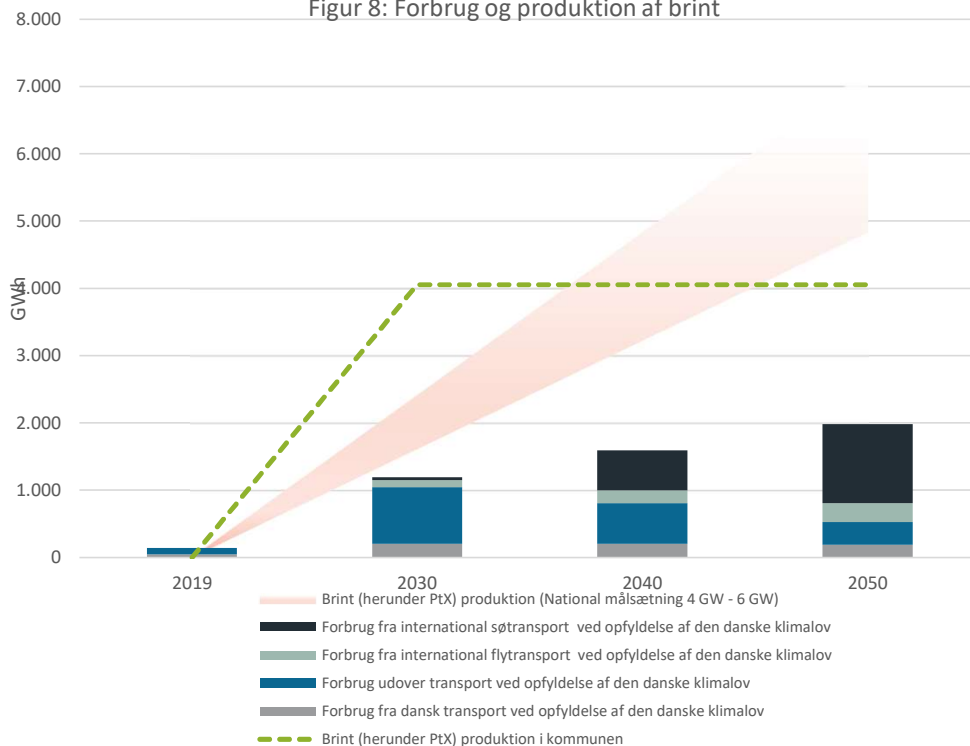


Figur 7: Forbrug og produktion af el fra solceller



Forbrug af brint ved opfyldelse af den danske klimalov

Figur 8: Forbrug og produktion af brint



- Figuren viser forbruget af brint, hvis TEA kommunerne omlægger deres energiforbrug, så de efterlever klimaloven. Her medregnes det brintforbrug, som der skal bruges til at producere andre energiformer f.eks. Methanol.
- Den **lyserøde** sky viser en beregning af TEA kommunernes andel af den nationale målsætning for produktionskapacitet af brint i 2030 på 4-6 GW.
 - Kommunernes andel er fundet ved at fordele kapaciteten på 4-6 GW brint via arealdata, dvs. ud fra TEA kommunernes andel af Danmarks samlede areal.
- Den **grønne** stiplede linje angiver TEA kommunernes ambitioner for brintproduktion ifølge data fra brintbranchen m.fl.
 - Brintproduktionen er primært drevet af store projekter i Fredericia og Esbjerg.
- Figuren viser, at forbruget af brint stiger fra 2019-2050 i takt med, at energiforbruget i transportsektoren og industrisektoren går fra fossile brændsler til e-metanol.
 - Brintforbruget i den danske transportsektor stiger mod 2030, men falder igen frem mod 2050 i takt med elektrificering.
 - Brintforbruget i international transport stiger konstant mod 2050.
 - Brintforbruget for andre sektorer udover transport stiger fra 2019-2030, men falder igen frem mod 2050. Det skyldes en omlægning fra fossile brændsler til bionaturgas i 2030, som herefter i højere grad erstattes af el.
- Figuren viser, at hvis brintproduktionen, som er i pipeline, bliver en realitet, så vil TEA-kommunerne producere rigeligt brint til at kunne dække eget forbrug af brint.

Overordnede konklusioner fra analysen

1

Ifølge TEA kommunernes nuværende klimagasregnskaber vil TEA kommunerne ikke nå de nationale klimamål i hhv. 2030 og 2050. For at opnå klimamålene kræves en yderligere omlægning til grøn energi.

2

TEA kommunerne skal øge ambitionerne for produktion af grøn el via landvindmøller for at kunne dække det elforbrug, som bør dækkes af landvindmøller i fremtiden. Det er i et scenarie, hvor kommunernes andel af havvindmøller ikke er medregnet.

3

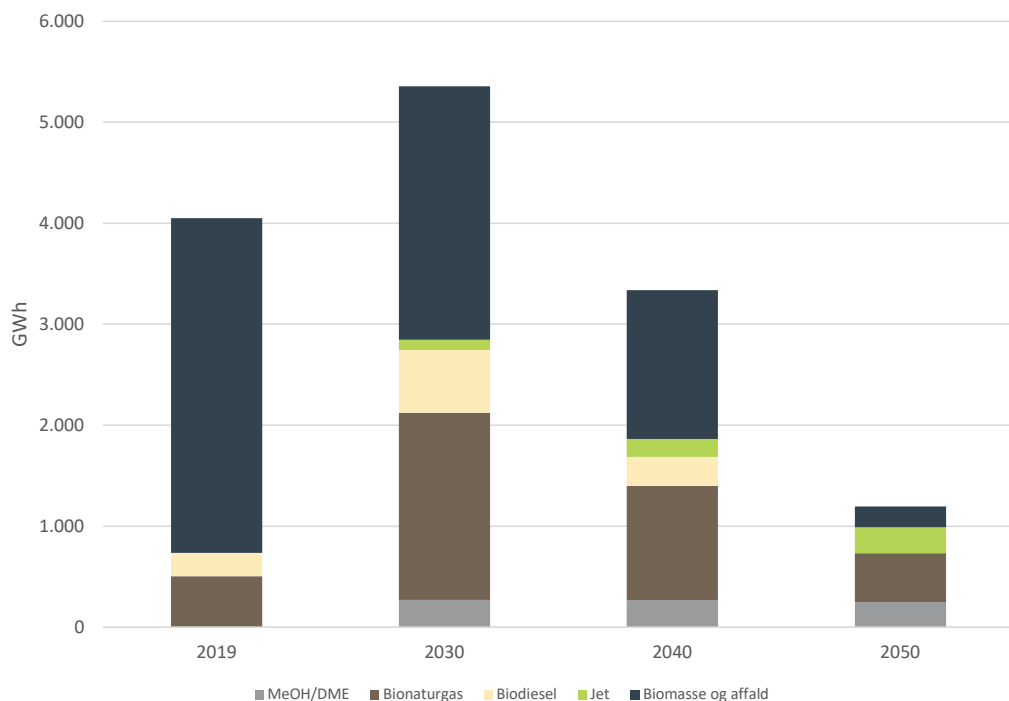
TEA kommunerne skal fastholde de ambitioner for opstilling af solceller, som er præsenteret i TEA kommunernes VE-pipeline. Da vil TEA kommunerne til sammen dække eget forbrug af grøn el fra solceller i fremtiden. Ambitionerne for solceller vil gøre TEA kommunerne til nettoeksportør af grøn el.

4

TEA kommunerne vil blive nettoeksportør af brint, hvis kommunernes ambitioner for brintproduktion bliver en realitet.

Forbrug af biomasse ved opfyldelse af den danske klimalov

Figur 9: Forbrug af biomasse fordelt på forskellige energityper



- Figuren viser forbruget af biomasse fordelt på forskellige energityper i scenariet, hvor TEA kommunerne omlægger energiforbruget, så kommunerne efterlever klimaloven.
- Stigningen i forbruget af biomasse i 2030 skyldes en stigning i forbruget af bionaturgas og biodiesel.
 - Det er drevet af en omlægning fra fossilt brændsel til biobrændsler.
- Frem mod 2050 udfases forbruget af bionaturgas og biodiesel.
 - Det drives af et skifte fra opvarmning med naturgas til opvarmning via kraftvarmeværker.
 - Og et skifte i vejtransportsektoren fra biodiesel og fossilt brændstof til el.
- Det relativt konstante forbrug af metanol/dimetylæter (MeOH/DME) er drevet af transportsektoren og industri.
- Det er intet forbrug af biomasse til jet brændstof i 2019, da andelen af jet brændstof, som er produceret på biomasse, er nul.