

Indhold

Indledning.....	3
Fem anbefalinger – og en ekstra.....	3
Potentialerne – og hvordan vi indfrier dem.....	4
Kan spare hele Aalborgs energiforbrug	4
Potentialet er større, end det ser ud	5
Væsentlige besparelspotentialer inden for de fleste slutanvendelser	5
Fremtidens energisparepotentialer	6
Elektrificering af erhvervene er mulig.....	7
Kan det betale sig?.....	9
Fremtidens elektrificeringspotentialer	9
Kortlægning af energiforbrug.....	9
Energiforbrug på energiarter.....	10
Energiforbrug fordelt på slutanvendelser.....	11
Metode og data	12
Kortlægning af energiforbrug	12
Energieffektiviseringspotentialer	13
Elektrificeringspotentialer.....	13
Du har kun læst toppen af isbjerget	14

Indledning

Igennem mange år har der været et stort fokus på at udnytte energi mere effektivt, både når vi producerer energi og når vi forbruger energi. Med denne kortlægning ønsker Energistyrelsen at inspirere beslutningstagere på alle niveauer fra Folketinget til den enkelte virksomhed til initiativer, der bidrager til at indfri de betydelige potentialer. Det er særligt relevant i en tid, hvor kriser og klimaforandringer har sendt energipriserne på himmelflugt og understreget behovet for at sikre forsyningsikkerheden og blive uafhængige af fossile brændsler.

Kortlægningen har to overordnede formål. Dels at opgøre energiforbruget i produktionserhvervet og dels at identificere både potentialer for at reducere energiforbrug og – som noget nyt – muligheder for at elektrificere udvalgte slutanvendelser af energi. Rapporten viser, at det er muligt at elektrificere en meget stor del af det fossile energiforbrug i produktionserhvervet. Det er samtidig en vigtig erkendelse, at der fortsat er store potentialer for at spare energi i produktionserhvervet med investeringer, der har relativt kort tilbagebetalingstid.

Med kortlægningen bliver tidligere kortlægninger og potentialevurderinger opdateret. Det er væsentligt, for energiforbruget ændrer sig over tid som følge af struktur- og brancheviklinger i erhvervslivet og ny teknologisk udvikling.

Arbejdet dækker sektorerne fremstillingsindustri, landbrug, og bygge- & anlæg og favner i alt 42 brancher, 21 slutanvendelser og 16 energiarter. Kortlægningen er gennemført i perioden oktober 2021 til og med februar 2022 med udgangspunkt i data fra Danmarks Statistik og Energistatistikken (energidata for 2019), samt opdaterede materialer fra en lang række energisyn m.m. gennemført i perioden siden erhvervskortlægningen i 2015 (data fra 2012).

De tekniske rapporter med bilag er udarbejdet af Viegand Maagøe, Teknologisk, Byggeri og Teknik samt DTU for Energistyrelsen.

Fem anbefalinger – og en ekstra

De største potentialer for at energieffektivisere og elektrificere nås gennem følgende anbefalinger, hvor energibesparelser og elektrificering er tænkt sammen, da det for en række initiativer vil hænge sammen i praksis.

1. Udnyt spildvarme & elektrificér

Spildvarme fra f.eks. trykluft-, tørrings- og køleanlæg kan udnyttes til rumopvarmning eller opvarmning af vand til rengørings- eller procesformål. Det er vigtigt at tænke varmegenvinding sammen med elektrificering, fordi varmepumper kan give en langt mere effektiv udnyttelse af varmen. Den største barriere: Udnyttelse af spildvarme vil i mange tilfælde være indgribende i de mest centrale produktionsprocesser. Det vil for mange virksomheder ses som en risikabel investering og vil derfor fravælge at gøre dette.

2. Effektiviser varmforsyningen

I industrien er der et enormt potentiale ved at omlægge dampforsyning til varmtvandsforsyning, da det både reducerer tab i kedler og forsyningsnet, gør det nemmere at udnytte spildvarme og gør det muligt at integrere varmepumper i varmforsyningen. I landbruget er der et stort potentiale for at effektivisere halmkedler, der fortsat har lave virkningsgrader.

Den største barriere: Det er ofte et større planlægningsarbejde at finde de optimale tekniske løsninger, særligt hvor dampforsyning skal omlægges til forsyning med varmt vand. En sådan omstilling vil i mange tilfælde kræve bedre økonomiske incitamenter.

3. *Sæt en standard for nye anlæg*

At der fortsat er store besparelspotentialer skyldes til dels erhvervslivets naturlige fokus på at reducere investeringsomkostninger, når der bygges eller købes nyt. Det giver "skrabede" løsninger, som i mange tilfælde reducerer energieffektivitet, f.eks. ved at fravælge varmegenvinding eller avanceret styring. Dette kunne undgås med en fast designstandard, der sikrer energieffektive nye anlæg med en god totaløkonomi.

Den største barriere: At etablere en standard, der sikrer energibesparelser uden at tvinge virksomhederne til bestemte valg.

4. *Forbedr automatisk styring*

For de fleste virksomheder er der penge at hente ved at få gennemgået automatikken, så den kører optimalt – og samtidig få vurderet, om man kan effektivisere driften yderligere ved at udnytte ny teknologi. Billigere målerteknologi rummer store effektiviseringspotentialer i stort set alle sektorer.

Den største barriere: Dag til dag-drift fylder alt i mange virksomheder, så man ikke får prioriteret en gennemgang, selvom man ved at bruge få penge kan spare mange penge.

5. *Udnyt ny teknologi*

Der er i alle sektorer betydelige potentialer ved at udnytte ny teknologi som f.eks. WGB-frekvensomformere med meget lave tab til elmotorsystemer og High Volume Low Speed-blæsere til f.eks. ventilation og blæsersystemer.

Den største barriere: Manglende viden om mulighederne og manglende prioritering af udvikling i en travl hverdag.

Energikrisen kalder på "her & nu"-besparelser

Kortlægningen har vist, at der stadig er et betydeligt potentiale for adfærdsrelaterede besparelser uden de store barrierer – som at slukke for udstyr, der ikke er i brug, tætte lækager og sikre effektiv drift vha. bedre vedligeholdelse. Det kræver nogle arbejdstimer, men ikke større investeringer, og besparelserne kan høstes her og nu. I lyset af den aktuelle energikrise bør virksomhederne prioritere de hurtige besparelser.

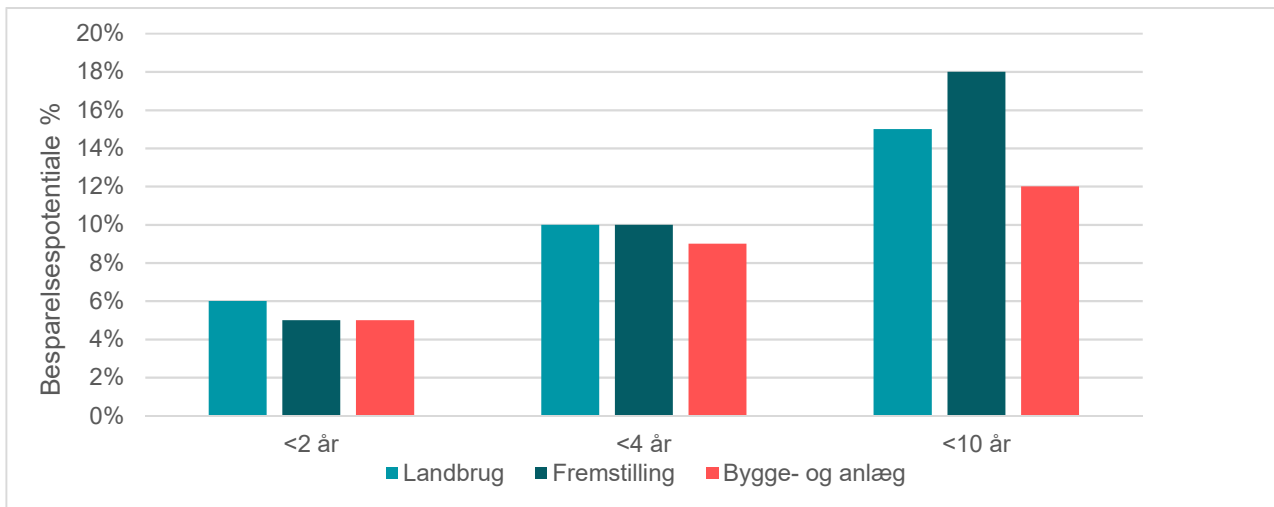
Potentialerne – og hvordan vi indfrier dem

Selvom erhvervene har effektiviseret siden seneste kortlægning og potentialevurdering i 2015 er der stadig store potentialer for energibesparelser. Det gælder både i forhold til energieffektivisering og elektrificering.

Kan spare hele Aalborgs energiforbrug

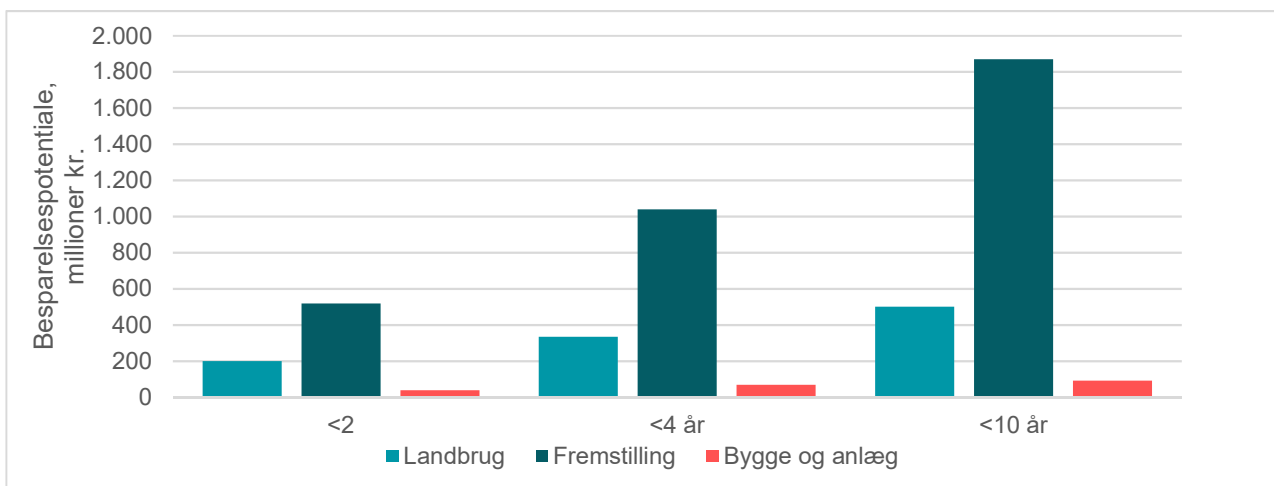
Hvis de tre analyserede sektorer indfrier potentialet for at spare energi med investeringer, der tjener sig hjem på under 4 år, vil det årligt spare ca. 12.500 TJ. Det svarer til det samlede årlige energiforbrug for ca. 125.000 danskere – eller lidt mere end Aalborgs befolkning.

Selvom erhvervene allerede har effektiviseret, er der fortsat store besparelspotentialer. Overordnet kan der næsten spares den samme procentdel af det samlede energiforbrug i de tre hovedsektorer, dog er potentialet lavere i bygge & anlæg ved op til 10 års tilbagebetalingstid. Generelt kan erhvervene spare ca. 10 % af energiforbruget med investeringer under 4 års tilbagebetalingstid.



Figur 1

Ser man på det i kroner og øre, er det muligt at spare meget store beløb. Fremstillingsindustrien alene kan f.eks. spare over 1 mia. kr. om året i energiodgifter med investeringer, der tjener sig hjem på under 4 år.



Figur 2

Potentialet er større, end det ser ud

Potentialet for at spare energi og penge i produktionserhvervene er ved udgivelsen af denne rapport væsentligt større, end det fremgår af kortlægningen. Det skyldes, at rapporten regner med energipriser fra midten af 2021, før de nuværende voldsomme prisstigninger for energi var sat ind som følge af bl.a. krigen i Ukraine og tørke i Europa.

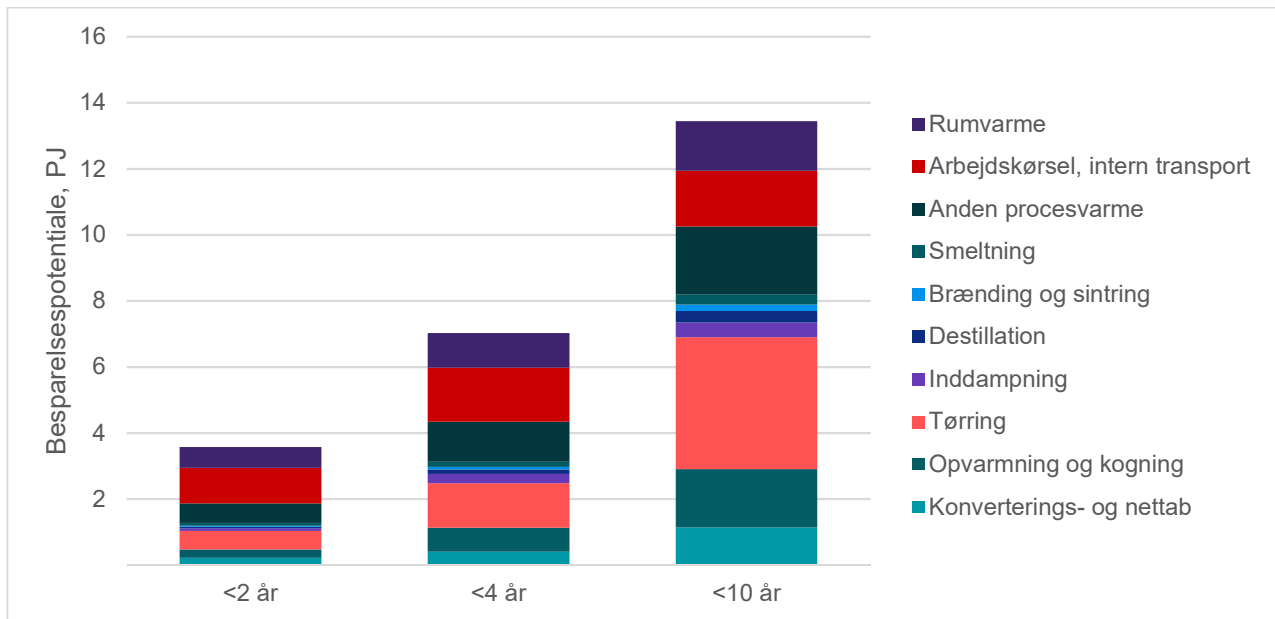
Det er ikke muligt at vurdere, hvordan energipriserne vil udvikle sig i de kommende år, men der er ikke på kort sigt udsigt til, at priserne vil falde til niveauet fra 2021 og før.

Væsentlige besparelspotentialer inden for de fleste slutanvendelser

I kortlægningen er energieffektiviseringspotentialer opgjort i forhold til det termiske og det elektriske energiforbrug. Der er væsentlige besparelspotentialer inden for de fleste slutanvendelser, som det fremgår herunder.

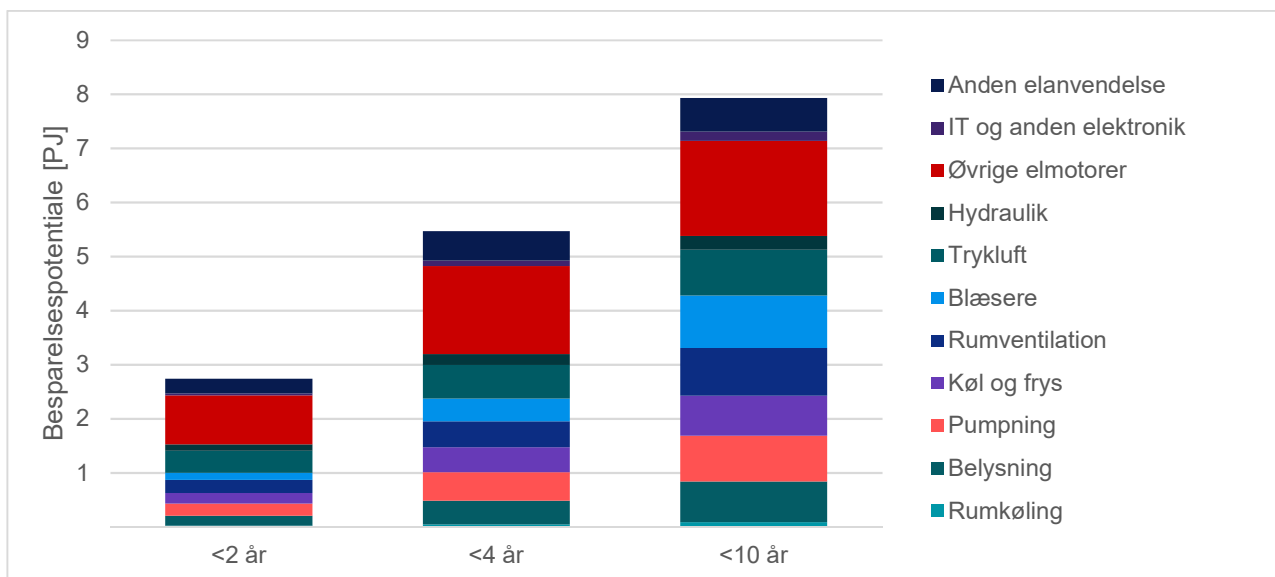
I forhold til det termiske energiforbrug har særligt effektivisering af varmforsyning, tørreprocesser og intern arbejdskørsel store potentialer, mens mulighederne for at effektivisere de meget energiintensive

brænding/sintring- og smelteprocesser er begrænsede med nuværende teknologi og fordi omkostningerne er meget betydelige.



Figur 3

I forhold til det elektriske energiforbrug har særligt effektivisering af øvrige elmotorer store potentialer med tilbagebetalingstider under 4 år, mens der er en mere ligelig fordeling mellem mange slutanvendelser for tiltag med en tilbagebetalingstid op til 10 år.



Figur 4

Fremtidens energisparepotentialer

Selvom erhvervene indfrier en del de nuværende kendte potentialer, vil der fortsat være meget energi at spare på længere sigt pga. den teknologiske udvikling.

Kortlægningen opgør, hvilke besparelser der kan realiseres ved forskellige investeringsniveauer. På tværs af slutanvendelser forventes besparelspotentialet med et investeringsniveau på op til 975 kr./GJ/år at stige med op til 20 % frem til 2050.

Kr./GJ/år	Potentiale (% af slutanvendelse)	Samlet potentiale (% af slutanvendelse)	Levetid (teknisk)
280	5	5	3
560	11	16	5
975	4	20	10
1400	3	23	15

Et investeringsniveau på 1.400 kr. per GJ/år, skal opfattes som investeringer, der nærmer sig udskiftning af anlægget. Det betyder, at besparelser ved dette investeringsniveau typisk ikke er gjort på grund af energibesparelsen, men på grund af ændret produktion eller lignende.

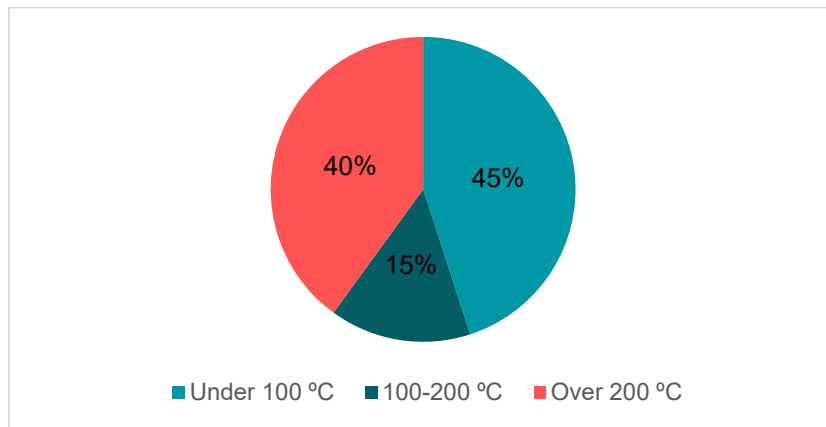
Elektrificering af erhvervene er mulig

Som noget nyt har denne kortlægning set på potentialet for at elektrificere det termiske energiforbrug i erhvervene, og der er fundet et meget betydeligt potentiale for fuldstændig elektrificering af en række slutanvendelser. Vurderingen af elektrificeringspotentialerne har først og fremmest taget udgangspunkt i fordelingen af det termiske energiforbrug i hovedsektorerne fordelt på typer af slutanvendelser og på temperaturniveauer.

Kortlægningen viser, at de termiske slutanvendelser har gode muligheder for elektrificering. Det vil ikke kun bidrage til at omlægge erhvervene til klimavenlig energi – det vil samtidig kunne *spare halvdelen* af energiforbruget i virksomhederne, hvis potentialet fuldt indfris for alle slutanvendelser.

Slutanvendelse	Elektrificeringspotentiale	Ændring i endeligt termisk energiforbrug
Konverterings- og nettab	100%	-39%
Opvarmning og kogning	100%	-39%
Tørring	99%	-45%
Inddampning	100%	-80%
Destillation	100%	-75%
Brænding/sintring	5%	-4%
Smeltning/støbning	100%	-44%
Anden procesvarme	100%	-56%
Rumvarme	100%	-74%
Total (vægtet gennemsnit)	92%	-49%

Det store potentiale tager udgangspunkt i fordelingen af det termiske energiforbrug på temperaturniveau som er vist i figuren nedenfor.

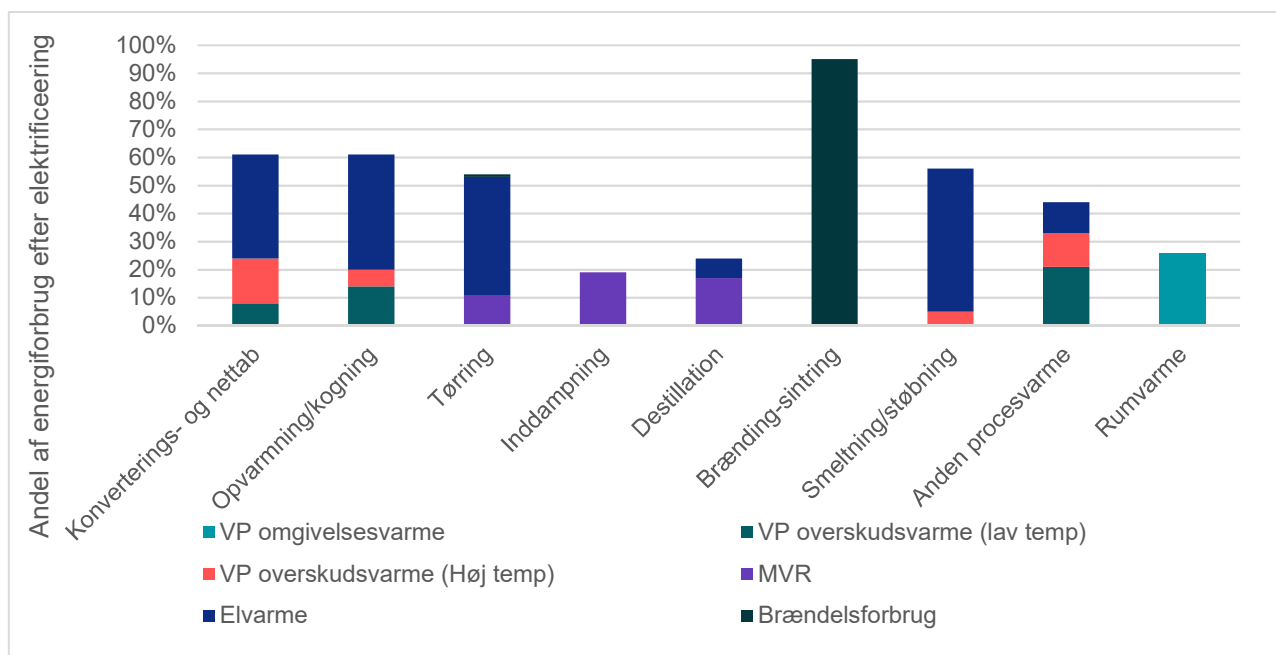


Figur 5

Særligt slutanvendelse med temperaturniveauer på under 200 °C kan i mange tilfælde elektrificeres med varmepumper. For at indfri potentialerne for at elektrificering, kræver det en række forskellige løsninger:

- Traditionelle varmepumper op til 90 °C
- Højtryksvarmepumper (CO₂) op til 120 °C
- MVR-anlæg (Mechanical Vapour Recompression) på specifikke processer
- Etablering af elkedler til generel dampproduktion

Som det fremgår af figur 6 herunder er traditionelle varmepumper op til 90 °C primært anvendelige inden for "rumvarme", "Anden procesvarme" og "opvarmning/kogning" samt "konvertering og nettab". Højtemperaturvarmepumper og MVR, traditionelle elvarmelegemer og elkedler kan nå væsentlig højere temperaturer og rummer dermed et noget større potentiale på tværs af slutanvendelser.



Figur 6

Kan det betale sig?

Det økonomiske incitament til at elektrificere er ikke opgjort i denne kortlægning. Der er et pænt potentiale ved at bruge traditionelle varmepumper til rumvarme og procesformål. Generelt kan elektrificering dog pt. ofte ikke betale sig, fordi elektricitet er for dyrt i forhold til den energi, det skal erstatte. På sigt er der et større potentiale, bl.a. fordi varmepumper, der kan producere damp, forventes at være kommercielt tilgængelige inden for få år.

Fremtidens elektrificeringspotentialer

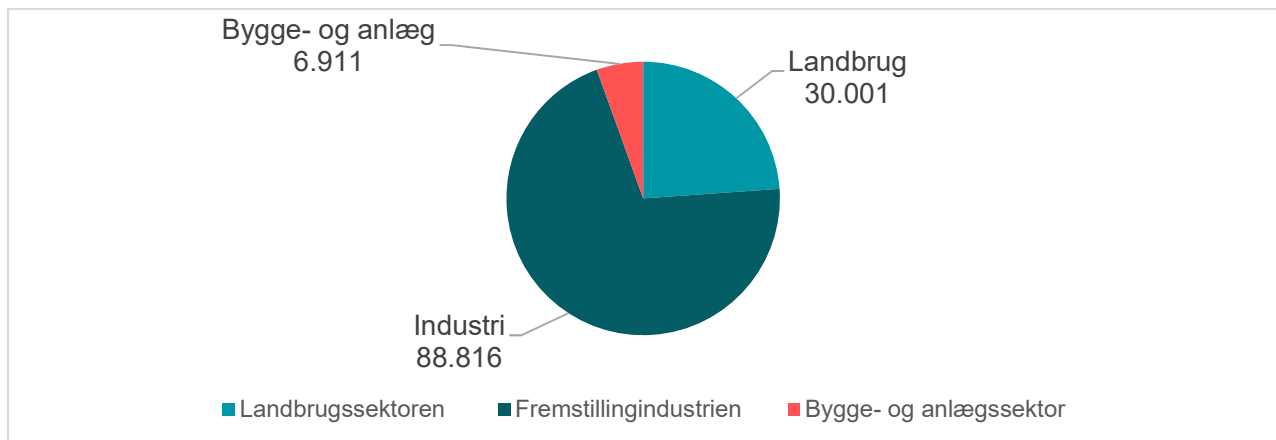
Det store spørgsmål er, hvor hurtigt det kommer til at kunne betale sig at elektrificere de processer, der ikke er økonomi i at elektrificere for nuværende. Der er store forventninger til udviklingen af dampproducerende varmepumper, men flere faktorer skal tages i betragtning:

- Selvom dampproducerende varmepumper bliver kommercielt tilgængelige i løbet af få år, vil dampen ikke være varm nok til at indgå i nuværende forsyningsløsninger.
- Spildvarme ved høj temperatur er sjældent tilgængelig i større omfang. Derved får varmepumperne en dårlig virkningsgrad (COP), så de bliver en dårligere investering.

Elektrificeringen vokser altså ikke ind i himlen, men rummer et stort potentiale, der vil blive udnyttet, efterhånden som den rette teknologi udvikles.

Kortlægning af energiforbrug

Det samlede energiforbrug i de tre sektorer er på ca. 125.000 TJ/år:



Figur 7

Sammenlignet med 2015-kortlægningen er energiforbruget faldet, samtidig med at der har været stigende økonomisk aktivitet målt i bruttoværditilvækst, BVT.

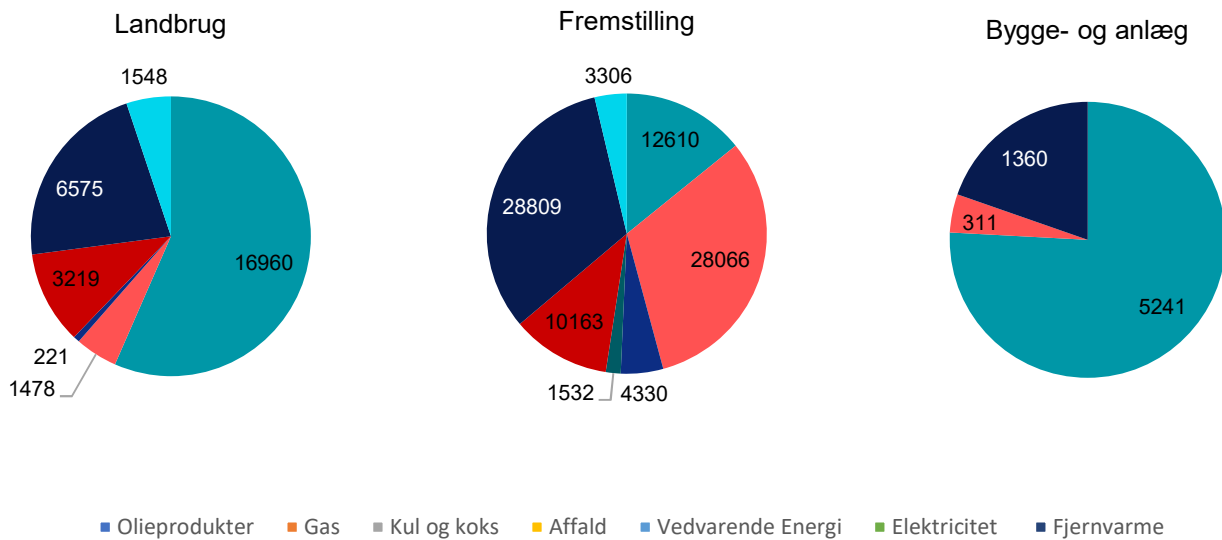
Sektor	Udvikling energiforbrug	Bruttoværditilvækst
Industri	-3 %	+ 30 %
Landbrug	-19 %	- 5 %
Bygge- og anlæg	Ukendt*	+ 23 %

* Bygge- og anlæg var ikke med i 2015-kortlægningen.

De overordnede tal vidner om energieffektivisering i erhvervene. Som eksempel har mange virksomheder skiftet til LED-belysning, der skærer en stor bid af elforbruget til belysning. I en del brancher er energiforbruget dog steget, ofte som følge af højere aktivitet.

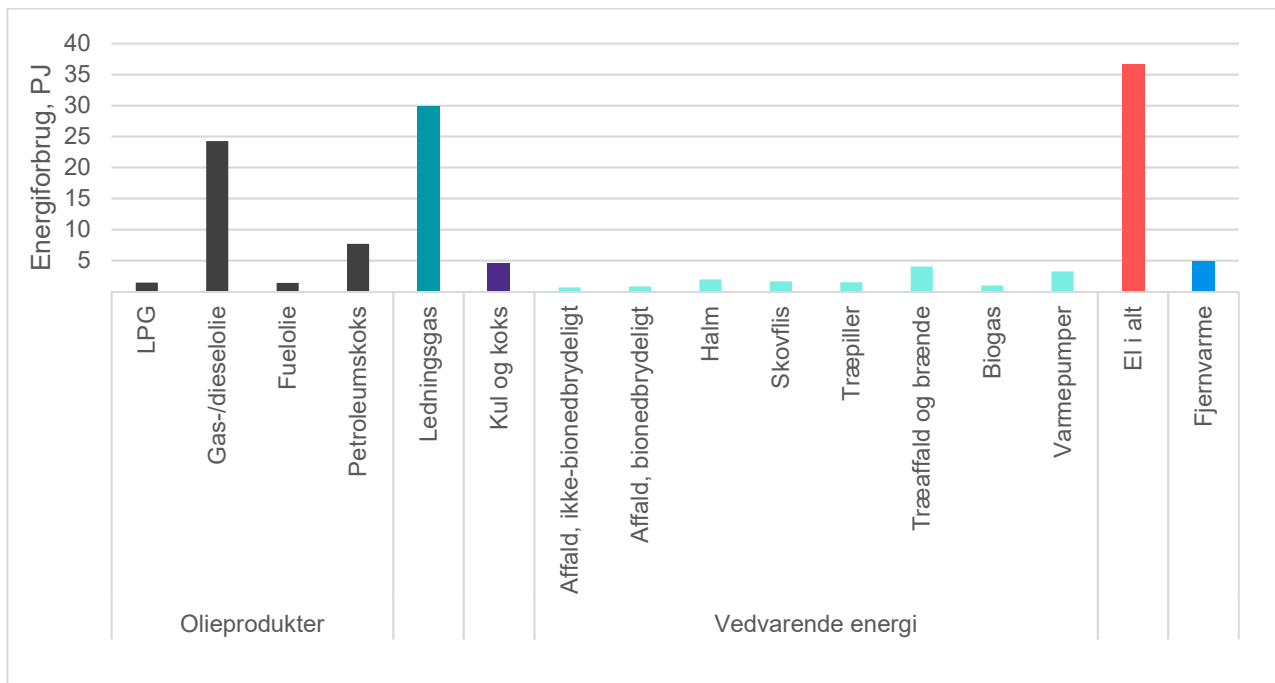
Energiforbrug på energiarter

Det endelige energiforbrugs fordeling på energiarter på hovedsektorerne (TJ/år) viser, at olieprodukter er dominerende i landbrug og bygge- og anlæg, mens elektricitet og gas udgør omtrent ¾ af forbruget i fremstillingssektoren.



Figur 8

Det samlede forbrug opgjort på energiarter viser det samme billede.



Figur 9

Der er kun sket få væsentlige ændringer i brugen af forskellige energikilder siden 2015-kortlægningen:

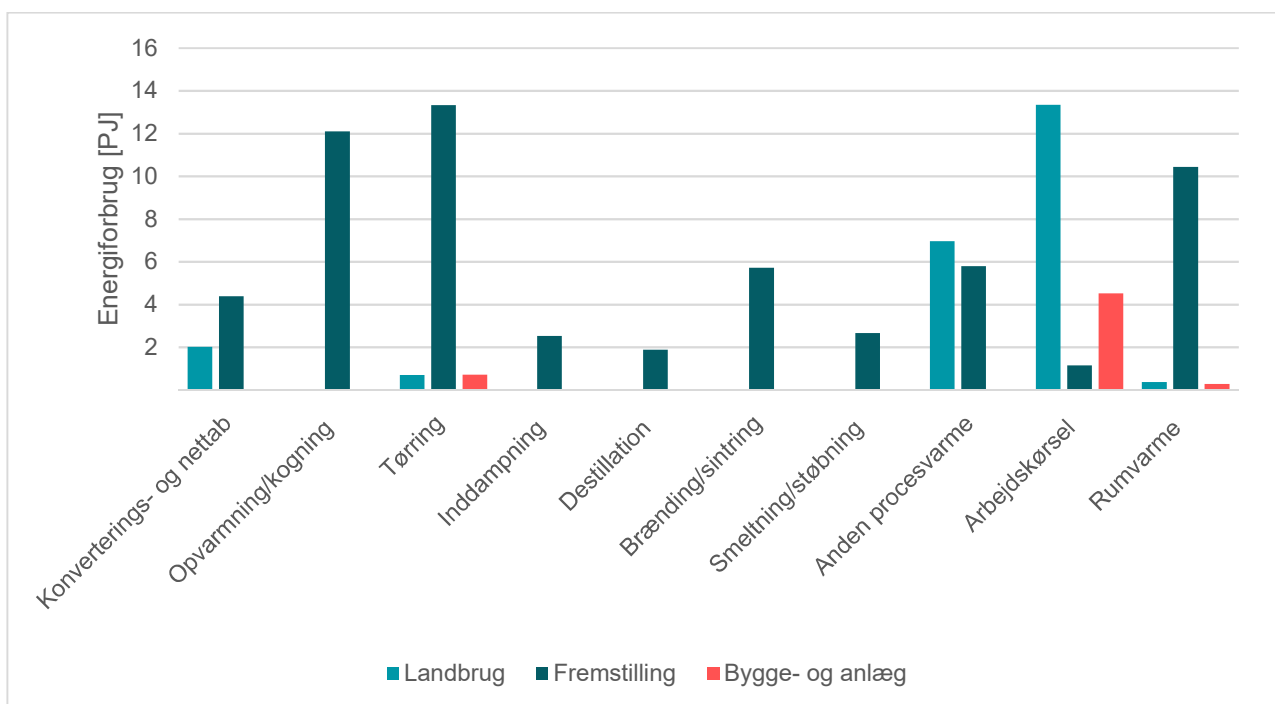
- Fjernvarmebruget i industrien er faldet med 28 %. Det er overraskende, da analyser har peget på et stort potentiale for mere fjernvarme.

- Olieforbruget er faldet – i landbruget med hele 26 %. Olieprodukter udgør dog fortsat en stor del af energiforbruget i landbrug (57 %) og bygge- og anlæg (76 %), hvor det bruges til at drive arbejdsmaskiner som kraner og traktorer.
- Vedvarende energi er steget 3-4 %. Det drejer sig om bl.a. halmkedler i landbruget og træflis i industrien.

Energiforbrug fordelt på slutanvendelser

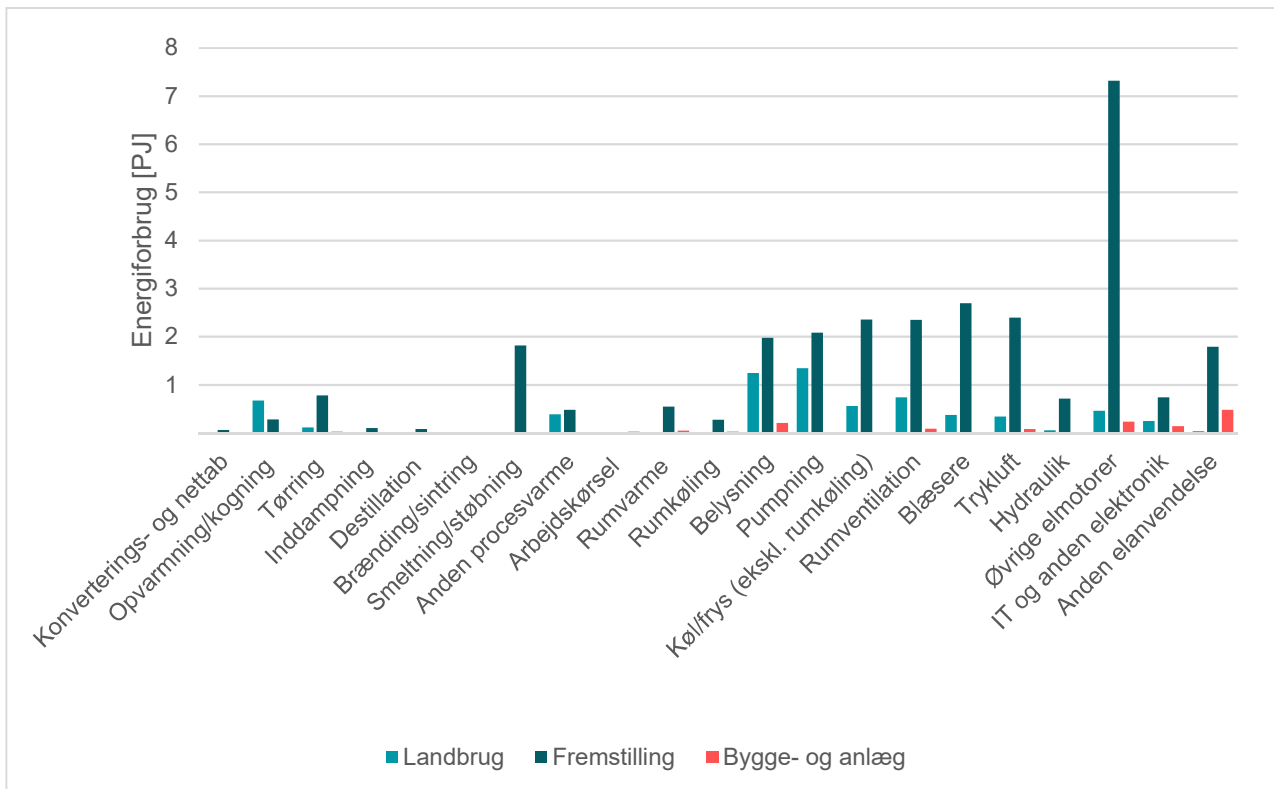
Slutanvendelserne kogning, tørring, inddampning og destillation - som typisk er langt mindre energiintensive end brænding og smeltning – fylder generelt meget i dansk erhvervsliv med omkring 50% af fremstillingsindustriens termiske energiforbrug.

Derudover udgør transportformål ("arbejdskørsel") en meget stor andel af energiforbruget inden for landbrug og i bygge- og anlægssektoren.



Figur 10

For det elektriske energiforbrug i erhvervet er forbruget til øvrige elmotorer den klart største slutanvendelse og står for ca. 22 % af det samlede elforbrug. Det er særligt inden for fremstillingserhverv, hvor der er et stort energiforbrug til netop dette. De næststørste anvendelser er pumpning og belysning, som på trods af en væsentlig udskiftning til LED fortsat står for næsten 10 % af det samlede elforbrug.



Figur 11

Metode og data

Kortlægning af energiforbrug

Kortlægningen er baseret på Energistyrelsens Energistatistik med data fra 2019, og energiforbrugene er fordelt videre til de relevante brancher og energiarter via data fra Danmarks Statistik.

Energiforbrugsdata stammer fra Danmarks Statistiks statistikbank (DST): "ENE2HA: Energiregnskab i fælles enheder (detaljeret) efter anvendelse og energitype", som indeholder energiforbrug i GJ fordelt på brancher og energiarter. Statistikken bygger bl.a. på industritællinger, som har været gennemført for alle industrivirksomheder med mere end 20 ansatte hvert andet år siden 1983. Energidata for andre erhverv er baseret på stikprøveundersøgelser blandt firmaer med mindst 5 ansatte.

Alle energidata fra Danmarks Statistik er nettoforbrug fraregnet energiforbrug til produktion af elektricitet. Energistyrelsen har oplyst, at egenproduktion af el og varme er trukket ud af DST data – både input (f.eks. gas) og output (f.eks. el), og derfor fordeles rådata fra DST i energimatricerne uden at korrigerer for egenproduktion af energi. Energiforbrugsdataene er tilgængelige for 117-grupperingen, som er det mest detaljerede offentliggørelsesniveau for nationalregnskabet fordelt på brancher.

For industribrancherne er energiforbrugsdata fra Danmarks Statistiks Energiregnskab (NR117) suppleret med data fra Danmarks Statistiks tælling "Industritælling 2020". Tællingen af industriens energiforbrug er en cut-off tælling og dækker forbrug af stort set alle energiarter, som anvendes af faglige enheder, der tilhører firmaer med mindst 20 ansatte, hvilket svarer til ca. 90 pct. af industriens energiforbrug.

Der er ikke fuld overensstemmelse mellem det totale energiforbrug pr. brændsel mellem Energimatricen fra Energistyrelsen og ENE2HA fra Danmarks Statistik. Eventuelle afvigelser er blevet korrigeret, så de totale

summer stemmer overens med Energimatricen. Overensstemmelserne er fortrinsvis forbrug for ledningsgas og biogas, hvor Energimatricen har et større forbrug af begge.

Energieffektiviseringspotentialer

Opgørelsen af energisparepotentialer har i modsætning til den tidligere kortlægning haft fokus på, hvilke besparelser, der kan realiseres ved forskellige investeringsniveauer. Det gør potentialeopgørelsen uafhængig af energipriser, men den kan med antagne energipriser og afgifter omregnes til tilbagebetalingstider, som præsenteret ovenfor i denne sammenfatning.

Energisparepotentialet er generelt lidt mindre end i den sidste kortlægning fra 2015. Det skyldes, at erhvervene har effektiviseret i mellemtiden, men også at potentialet for varmegenvinding med varmepumper denne gang er rubriceret under "Elektrificering" og at "smeltning" og "brænding/sintring" er vurderet lavere end i 2015.

Opgørelsen af energisparepotentialer er i erhvervskortlægningen sket ved at indsamle tekniske og økonomiske data for mere end 60 cases om energieffektivisering (3 for hver af de 21 slutanvendelser), hvor hver case er præsenteret i formatet:

Branche	21. Øvrige basiskemikalier
Procesanlæg	Spraytørringsanlæg
Energiforbrug	32.400 GJ/år (naturgas)
Løsning	Varmegenvinding på afkastluft (til fødeluft)
Energibesparelse	10,000 GJ/år eller 31%
Investering	4.500.000 kr.
Tilbagebetalingstid	6 år
Levetid af besparelse	10 år
Omkostningseffektivitet	450 kr./GJ/år

For at vise nuancerne i energisparepotentialerne er der for hver slutanvendelse identificeret adfærds- og vedligeholdsrelaterede besparelserprojekter (lav investering), drifts- og styringsmæssige besparelserprojekter (medium investering) og endelig regulære ombygningsprojekter (høje investeringsniveauer). Casene danner grundlag for at generalisere de forventede energisparepotentialer ved hvert investeringsniveau, og der er desuden givet en nuancering af potentialerne for de enkelte brancher. Der er hertil for hver slutanvendelse givet en vurdering af energisparepotentialer på temperaturniveau samt af hvordan potentialerne forventes at udvikle sig frem mod 2050.

Elektrificeringspotentialer

Analyser af elektrificeringspotentialerne har først og fremmest taget udgangspunkt i fordelingen af det termiske energiforbrug (TJ/år) i hovedsektorerne fordelt på typer af slutanvendelser og på temperaturniveauer. Der er taget udgangspunkt i følgende:

- Generelt ligger hele rumvarmeforbruget i produktionserhvervene ved temperaturniveauer under 100 °C, hvorfor dette kan konverteres til traditionelle varmepumper (eks. NH₃-varmepumper) baseret på udeluft.
- For procesvarmeforbrug er det generelt antaget, at traditionelle varmepumpeteknologier kan dække behov op til 150 °C – enten med ammoniak eller med CO₂ eller andre kølemidler.
- For procesvarmeområdet er det for tørring, inddampning og destillation antaget, at der anvendes MVR-løsninger (Mechanical Vapour Recompression) op til 150 °C
- Det resterende procesvarmebehov fra 150 °C til 1250 °C er for alle slutanvendelser antaget at skulle dækkes med elkedler/elvarmelegemer.
- Procesvarmebehov over 1250 °C er ift. opgørelser af nuværende potentialer ikke anset som muligt at dække ved elektrificering.

Som supplement til kortlægningen er der indhentet konkrete cases på typiske elektrificeringsprojekter, der kan betale sig allerede i dag.

Du har kun læst toppen af isbjerget

Denne rapport sammenfatter de vigtigste resultater af erhvervskortlægningen 2022. Herudover er der udarbejdet 2 selvstændige rapporter for de overordnede fokusområder, der hver indeholder uddybende konklusioner og sammenfatning af data:

Energiforbrug

42 branchenotater om slutanvendelse af energi i hver af 42 brancher samt Excel-ark med en samlet opgørelse af data.

Energisparepotentialer

21 teknologinotater med opgørelse af energibesparelses-potentialer for hver af disse samt Excel-ark med en samlet rapportering af data og sammendrag af disse.

Elektrificeringspotentialer

Notat, metodebeskrivelse for opgørelse af potentialer samt Excel-ark med en samlet rapportering af data.