



Effekter av energiforskningen

Hovedfunn

Frode Iglebæk

Utarbeidet av Impello Management
i samarbeid med Menon Economics

18.01.2019



Mandat og formål

«Dokumentere effekter fra investeringene i FoU på miljøvennlig energi siden 2008»

- RENERGI/ENERGIX, CLIMIT og FME

«Identifisere effekter og potensielle (fremtidige) effekter, f.eks:»

- Økonomi og markedspotensial
- Reduksjon av klimautslipp
- Energisikkerhet
- Økt produksjon av fornybar energi
- Energieffektivisering
- Bedriftsetableringer, arbeidsplasser
- Utvikling av norske forskningsmiljø, internasjonalt samarbeid, bidrag til å flytte kunnskapsfronten internasjonalt

Hovedrapport + 8 deltemarapporter



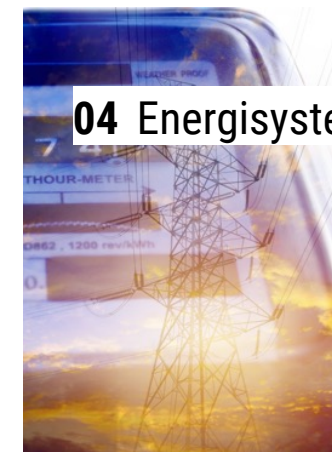
01 Energi-effektivisering i industrien



02 Energibruk i bygg og områder



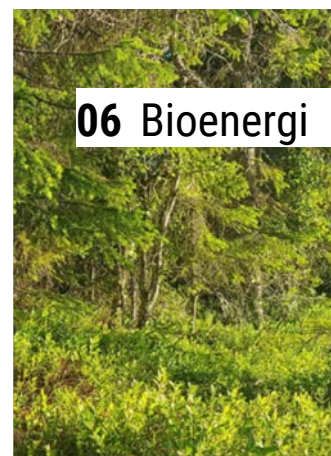
03 Vannkraft



04 Energisystemer



05 Solenergi og solcellematerialer



06 Bioenergi



07 CCS Fangst, transport og lagring av CO₂



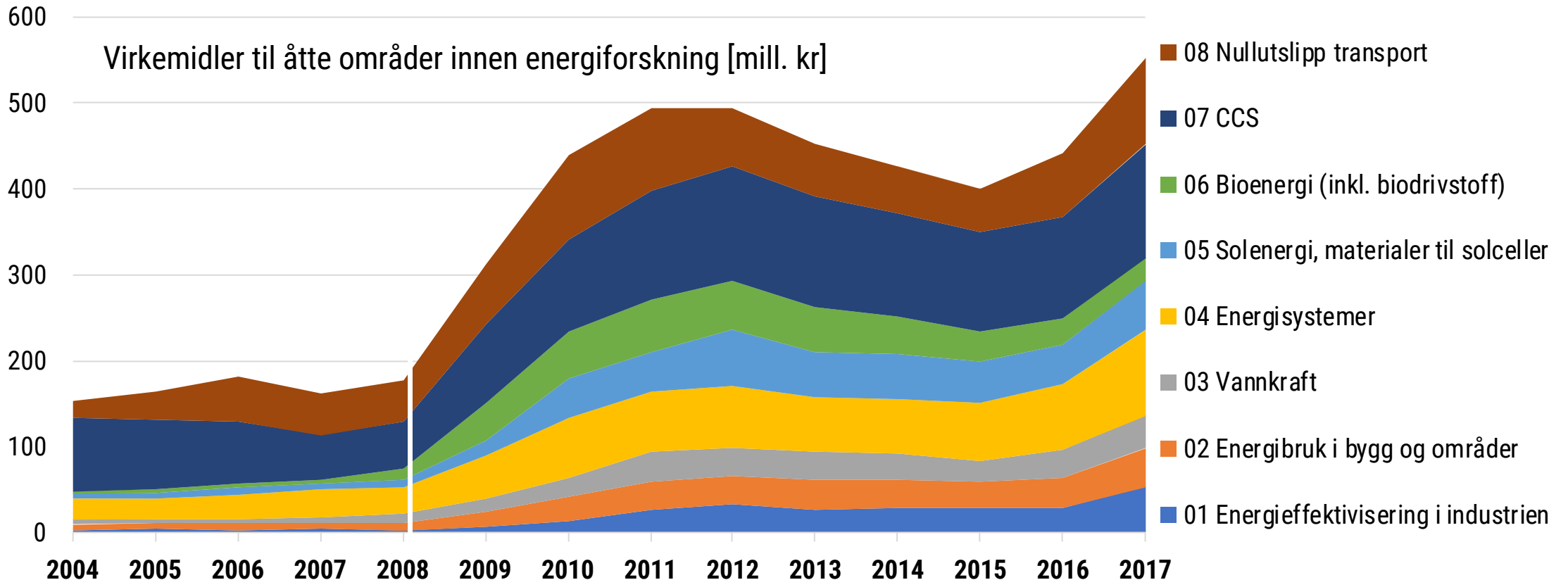
08 Nullutslipps-transport

4 mrd. kr bevilget til norsk energiforskning 2008-2017

4 mrd. kr fra Forskningsrådet – RENERGI, ENERGIX, CLIMIT og FME

4 mrd. kr i egeninnsats fra industri, næringsliv, offentlig og FoU-institusjoner

mill. kr



Lønner forskning seg? **...og gir det påviste effekter?**

48 utvalgte case og historier fra norsk energiforskning

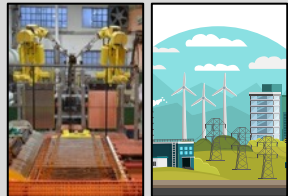
Industri



CO₂ som kuldemedium
Offshore gassturbin

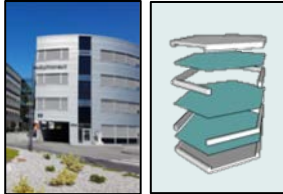


Lavtemperatur spillvarme
Aluminiumsproduksjon

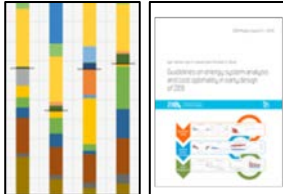


Kobberproduksjon
Integriert energisystem

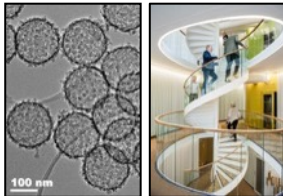
Bygg og områder



Ventilasjon i passivhus
Varmegjenvinner



ZEB GHG Tool
ZEB Energy Tool



Nano-isolasjon
Bygnings-integriert ventilasjon



ZEB Definition

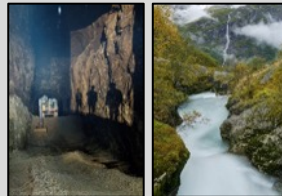
Vannkraft



Francis-turbiner
Miljødesign-håndboka



Plastring på fyllingsdam
Feildeteksjon og prediksjon



Oppgradert sandfang
SHOP

Energi-systemer



Transmisjons-nett
Økt levetids-utnyttelse



AMS
Smarte distri-busjonsnett



Spennings-kvalitet
Overspennings-beskyttelse

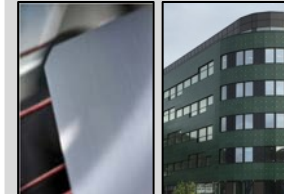


Distribuert produksjon i nettet

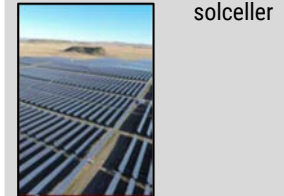
Solenergi og solcellematerialer



Metallurgisk solcellesilisium
Sentrifugal-reaktor



Høykvalitets Si-wafere
Bygnings-integrerte solceller

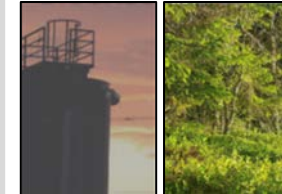


Drift og vedlikehold av solparker

Bioenergi



Enzymer for bioraffinerier
Avansert biodrivstoff



Biogass verdikjede
Bioenergi, klima og bærekraft



Laveffekts vedovn

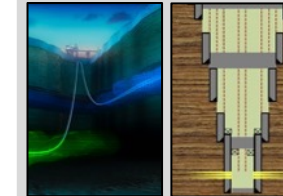
CCS



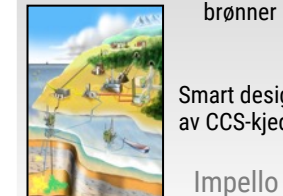
SOLVit CO₂-fangst
Flytende-gjøring av CO₂



CO₂-fangst ved CLC
Løpende brudd i CO₂-rør

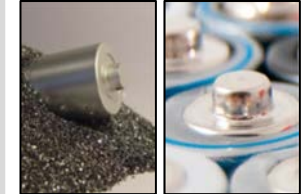


Overvåking av CO₂-lagring
Sementering av CO₂-brønner

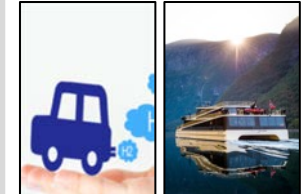


Smart design av CCS-kjeder

Nullutslipps-transport



Silisium til batterier
Silisium til batterier



H₂ fra vann-elektrolyse
Batterier til elektriske skip



Hydrogen og brenselceller til tungtransport

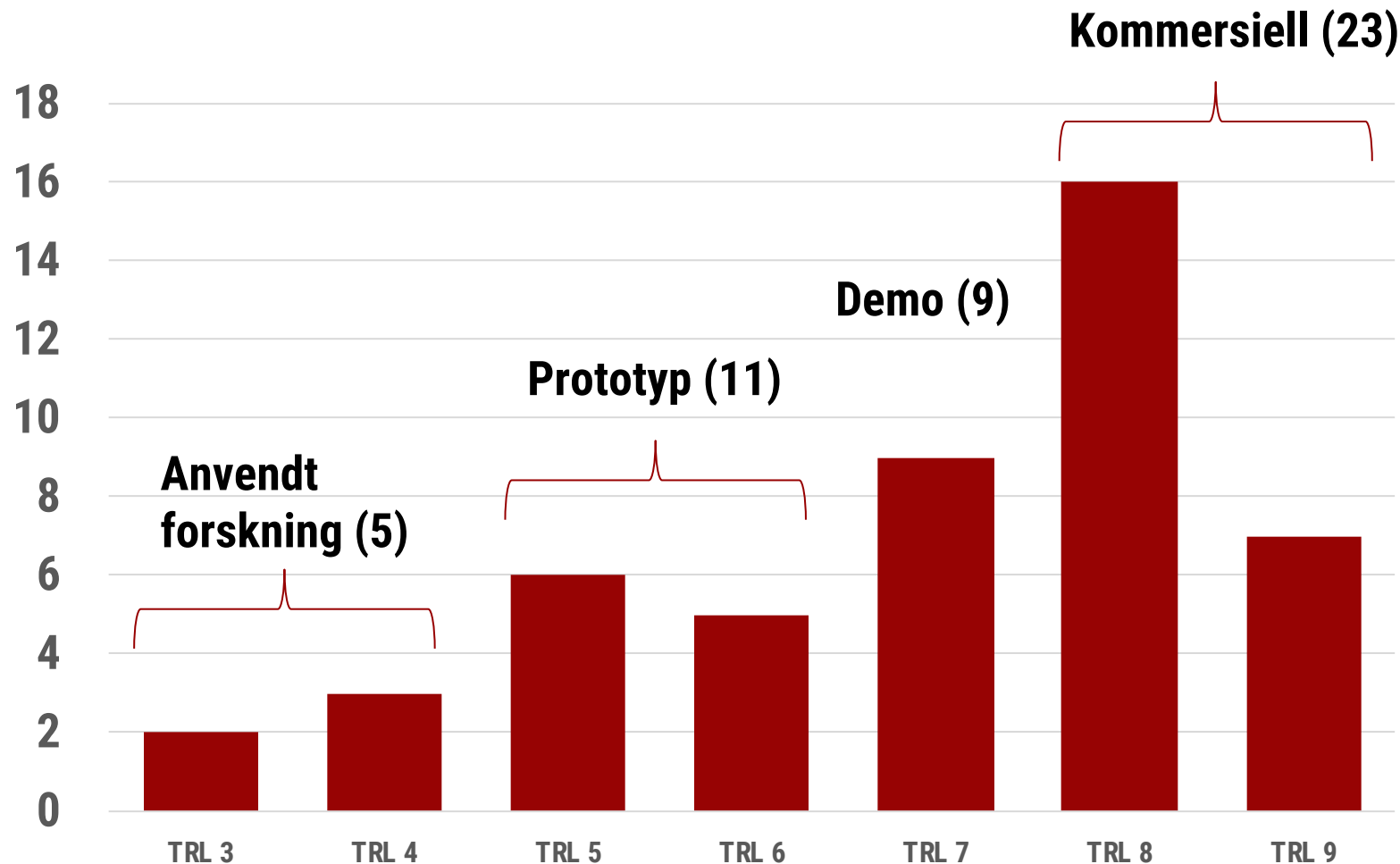
48 case av 670 valgt ut i samarbeid med FoU-miljøene

Deltema	Prosjekter
01 Industri	35
02 Bygg og områder	50
03 Vann	55
04 Energisystemer	100
05 Sol	40
06 Bioenergi	60
07 CCS	250
08 Nullutslippstransport	80
Sum	670

Sentrale utvalgskriterier:

- Teknologisk / kommersiell modenhet
- Kunnskap om prosjektene i eget hus
- Mulig å formidle

32 av 48 case i demo eller kommersiell fase pr. 2018



EU Horizon 2020 TRL-definisjon: <https://publications.europa.eu/s/iDQK> (Technology Readiness Level)

Effekter av energiforskningen – presentasjon av hovedfunn, 2019-01-18

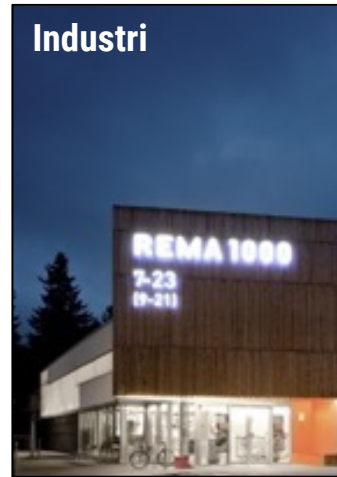
Noen få prosjekter utgjør størsteparten av effektene



Modeller for korttidsplanlegging av europeisk vannkraftproduksjon

EFFEKTER I NORGE

- **6,8 mrd. kr** i økt salgsverdi av produsert kraft



CO₂ tatt i bruk som kulde-medium i kjøleanlegg hos 18.000 supermarkeder

- **1 mrd kr** i energikostnad
- Redusert energibruk
- Lavere klimagassutslipp



Optimal utbygging og drift av transmisjonsnett

- **3 mrd. kr** i reduserte investeringer



Forlenget levetid for krafttransformatorer

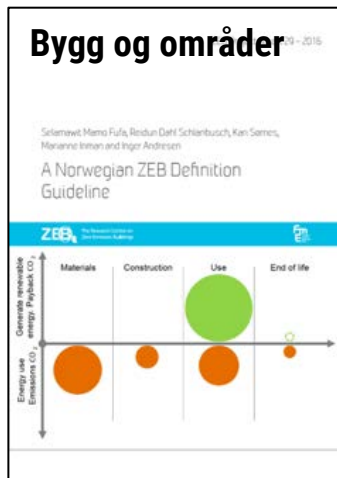
- **2,5 mrd kr** i utsatte reinvesteringer



Solcellesilisium og wafers fra Norge. Drift av solparker.

- **Omsetning >3 mrd kr/år**
- Nær 100 % eksport
- REC, Norsun, Scatec ...

...og flere har store potensielle effekter fremover



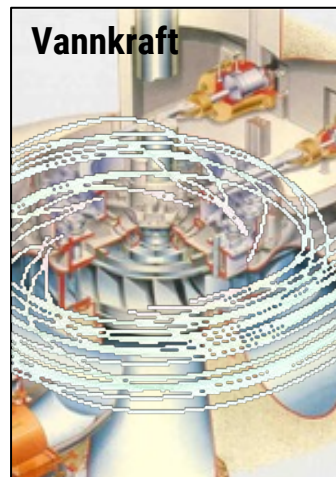
ZEB-definisjon for klassifisering av null- og lavutslippsbygg

Vil gi strenge regulatoriske føringer for byggenæringen fremover



Redusert energibruk og klimagassutslipp fra norsk aluminiumsindustri

Potensial:
Energibruk: 2 TWh/år
Energikostn: 1 mrd kr/år



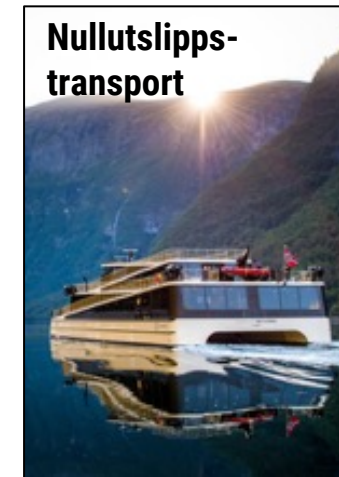
Redusert sannsynlighet for havari i nye høytrykks Francis vannkraftturbiner

Potensial (nåverdi):
• 2 mrd. kr for eksisterende turbiner
• >5 mrd. kr for nye turbiner



Energieffektiv CO₂-fangst. 35 % lavere energiforbruk

Aker Solutions etablert som ledende global aktør

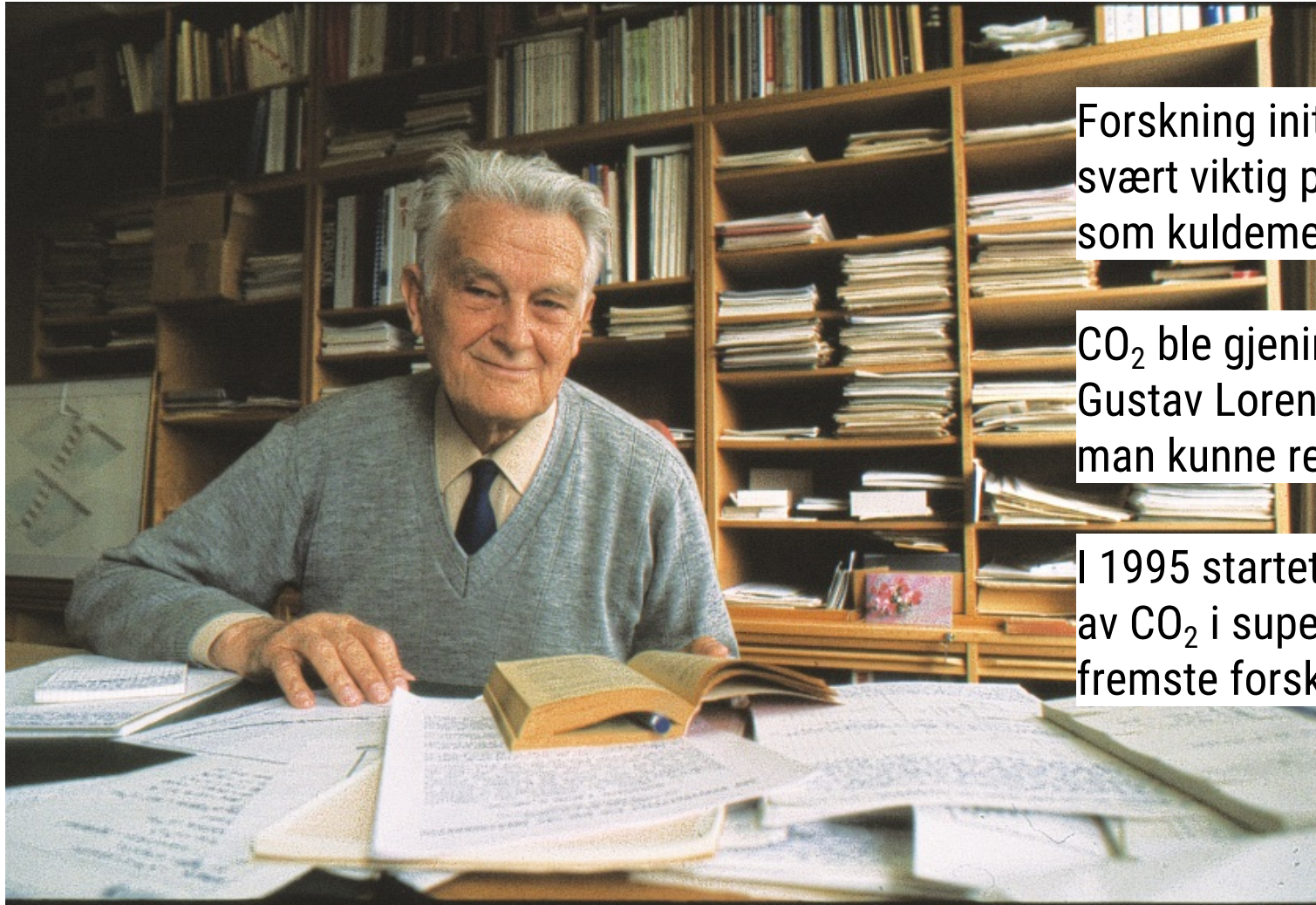


Batterier til elektriske skip

30 norske fartøy er allerede kontrahert

70 el- og hybridferger i drift i Norge i 2022

CO₂ som kuldemedium – flere tiår med forskning



Forskning initiert av SINTEF og NTNU har vært en svært viktig pådriver for å gjeninnføre CO₂ (R-744) som kuldemedium i kjøle- og varmepumpesystem.

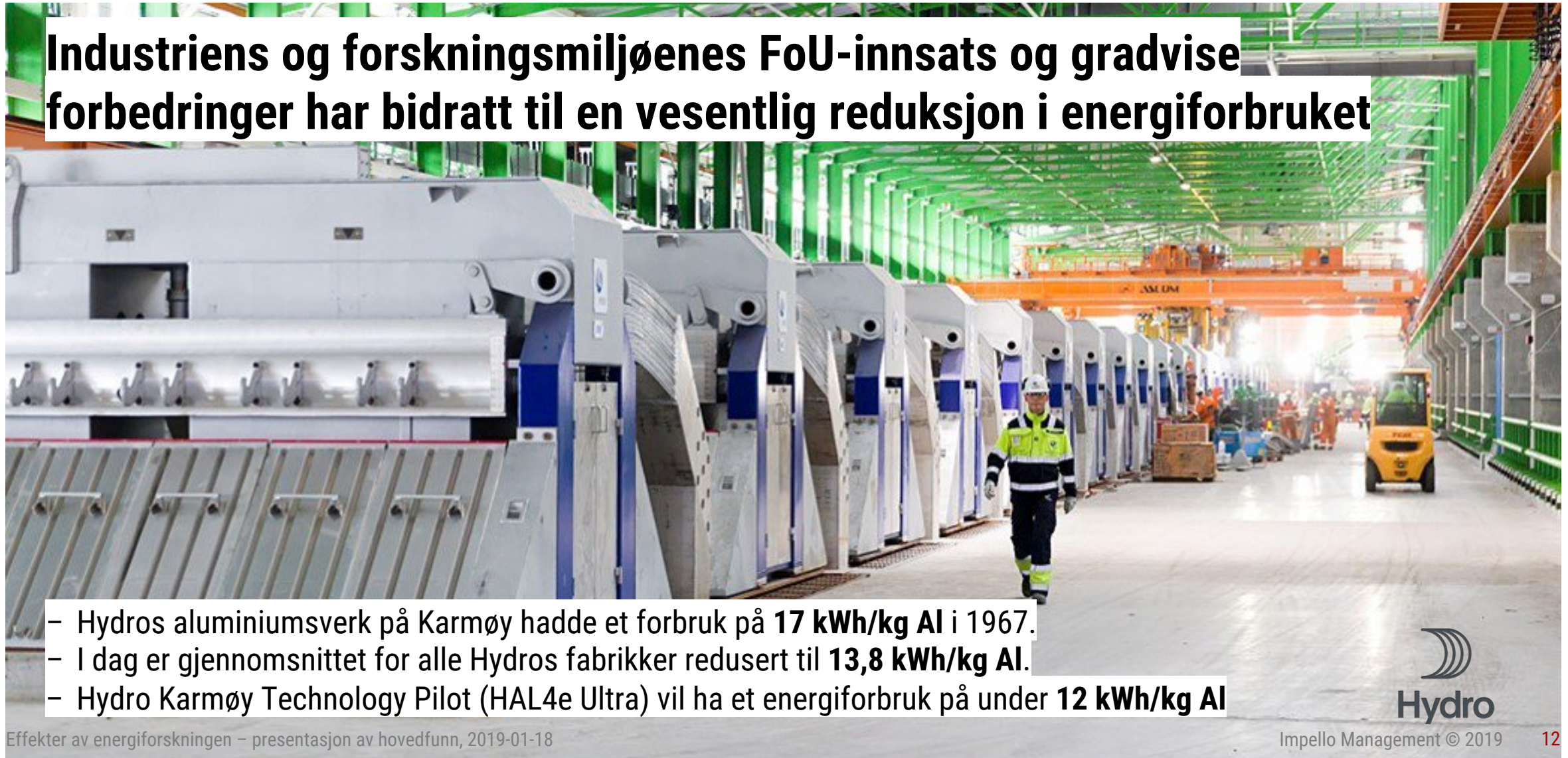
CO₂ ble gjeninnført som kuldemedium da Prof. Gustav Lorentzen (NTNU) i 1988 viste hvordan man kunne regulere CO₂-anlegg optimalt.

I 1995 startet SINTEF/NTNU sitt arbeid med bruk av CO₂ i supermarkeder og er i dag blant verdens fremste forskningsmiljøer på dette området.

Prof. Gustav Lorentzen, NTNU

Aluminiumsproduksjon – flere tiår med forskning

Industriens og forskningsmiljøenes FoU-innsats og gradvise forbedringer har bidratt til en vesentlig reduksjon i energiforbruket



- Hydros aluminiumsverk på Karmøy hadde et forbruk på **17 kWh/kg Al** i 1967.
- I dag er gjennomsnittet for alle Hydros fabrikker redusert til **13,8 kWh/kg Al**.
- Hydro Karmøy Technology Pilot (HAL4e Ultra) vil ha et energiforbruk på under **12 kWh/kg Al**

Vannkraftplanlegging – flere tiår med forskning



40+ år med kontinuerlig forskning og utvikling av avanserte modeller for vannkraftplanlegging gjør at Norge i dag er verdensledende.

Hva viser effektstudien av 48 prosjekter?

16 mrd. kr i realisert økonomisk effekt i Norge (2008-2017)

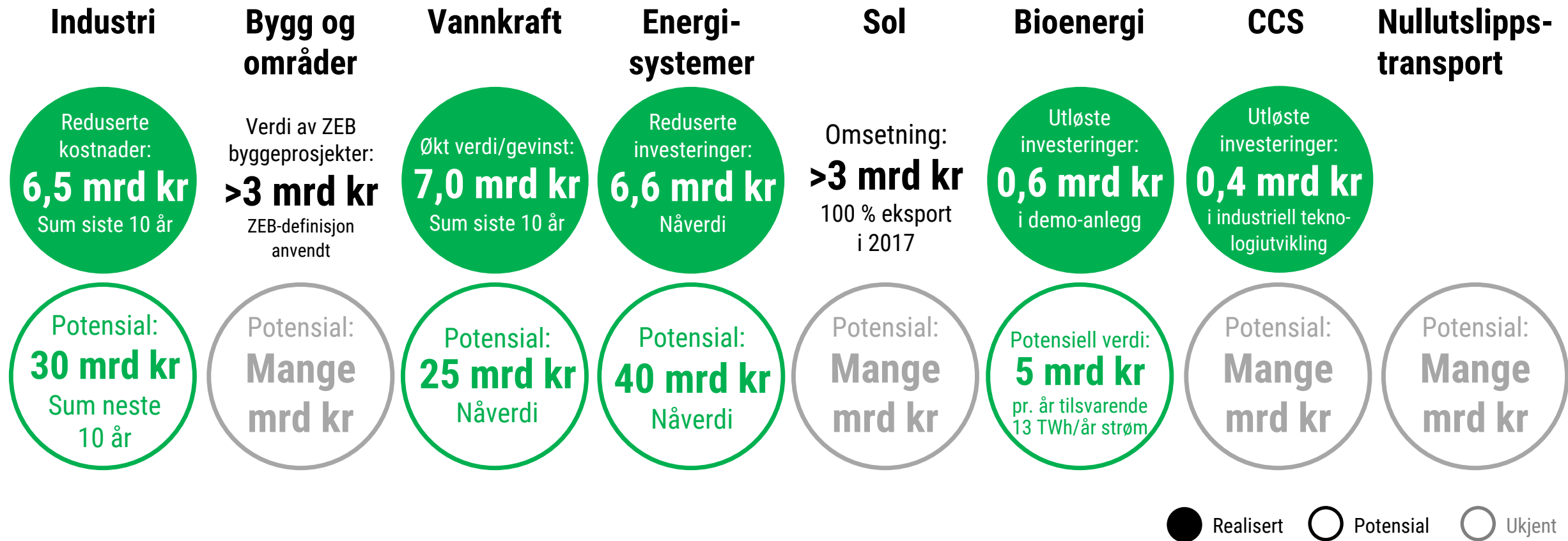
- Økte inntekter, reduserte kostnader.
- Reduserte og utsatte investeringer i infrastruktur.
- Realiserte investeringer i ny industriell virksomhet.

100 mrd. kr identifisert fremtidig økonomisk potensial (Norge/Europa)

Ja, energiforskning lønner seg:

- 4 mrd. kr bevilget av Forskningsrådet til ca. 670 prosjekter (2008-2017).
- Realisert økonomisk effekt på **4 ganger** bevilgningene.

Realisert økonomisk effekt: 16 mrd. kr i Norge (21 mrd. inkl. Europa)



= 4 ganger Forskningsrådets bevilgninger

Realisert redusert energibruk: 2 TWh/år i Norge (26 TWh inkl. Europa)

Industri

Bygg og
områder

Vannkraft

Energi-
systemer

Sol

Bioenergi

CCS

Nullutslipps-
transport

Realisert
redusert energibruk:
2 TWh
pr. år

Potensial:
>20 TWh
pr. år

Potensial:
39 TWh/år
mindre i 2050
enn i 2020

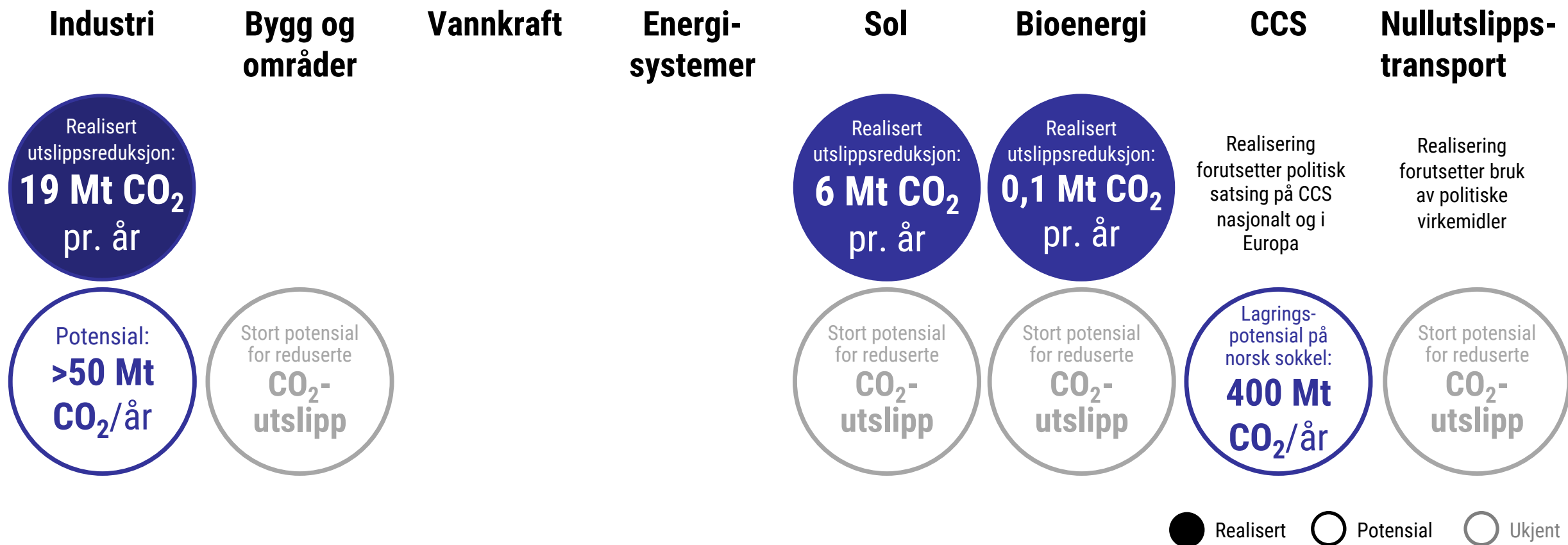
Spart/fortrengt
fossil energi:
24 TWh
pr. år

Ikke utnyttet
ressursgrunnlag:
12 TWh/år
frem mot 2030

● Realisert ○ Potensial ○ Ukjent

→ **26 TWh tilsvarer 1/5 av norsk vannkraftproduksjon**

Realiserte reduserte klimagassutslipp: 25 Mt CO₂-e i Europa



→ 25 Mt tilsvarer to ganger Norges årlige klimagassutslipp fra landbasert industri

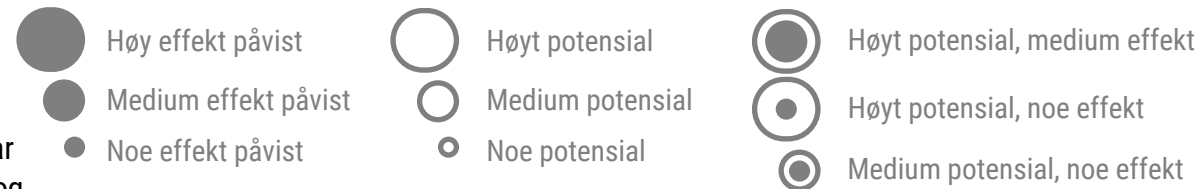
Andre viktige dokumenterte effekter

- **Økt energiforsyningssikkerhet**, utbygging/drift/vedlikehold, smarte nett
- **Økt sikkerhet/helse**, redusert risiko – f.eks. muliggjøring av sikker lagring av CO₂
- **Reduserte naturinngrep** – miljømessig skånsom utbygging av infrastruktur
- **Bedre beslutningsunderlag** – nye verktøy, metoder, kunnskap
- **Nye byggestandarder** og verktøy for lav- og nullutslippsbygg
- **Nye bedrifter** og sysselsetting

- **Styrking av FoU-miljøene**, og der flere er i front internasjonalt
- **Utdanning og rekruttering** (Master, PhD)
- **Publikasjoner**, siteringer, mv.

Effektkart for 48 case

NB: Kartet gjelder kun for 48 utvalgte case fra en portefølje på ca. 670 prosjekter som har mottatt bevilgninger fra Forskningsrådet 2008-2017. Det er en visualisering/illustrasjon og ikke en helhetlig vurdering av hele energiforskningsområdet.



EFFEKTER:	Industri	Bygg og områder	Vannkraft	Energi-systemer	Solenergi	Bioenergi	CCS	Nullutslipps-transport
1 Redusert energibruk	●	○		○	●	●	○	○
2 Reduserte kostnader	●	○	●	●	●	●	○	○
3 Reduserte utslipp	●	●		●	●	●	○	○
4 Redusert materialbruk	○	○		○	●	○	○	○
5 Mer fornybar energi (prod/bruk)	○	●	○	●	●	●	○	○
6 Bedre sikkerhet, risiko, helse	●	○	○	○	●	○	○	○
7 Økt forsyningssikkerhet	○	●	○	●	●	●		○
8 Reduserte miljøinngrep	○		●	●	●	○	○	○
9 Bedre beslutninger	●	●	●	●	●	○	●	○
10 Industrielt potensial	●	○	●	○	●	○	○	○

IMPELLO

Impello Management AS



Elektroniske versjoner

Hovedrapport: <http://bit.ly/hovedrapport>

Deltetarapporter: <http://bit.ly/deltetarapporter>

Presentasjon av hovedfunn: <http://bit.ly/hovedfunn-PPT>

Kontakt

Impello Management AS
Frode Iglebæk
frode.iglebek@impello.no
905 09 782

Menon Economics AS
Annegrete Bruvoll
annegrete@menon.no
997 11 787