



HVORDAN OMDANNE INNESTENGT KRAFT TIL HYDROGEN, OG HVORDAN GJØRE DEN TILGJENGELIG? MULIGE OPTIMALISERINGSOMRÅDER

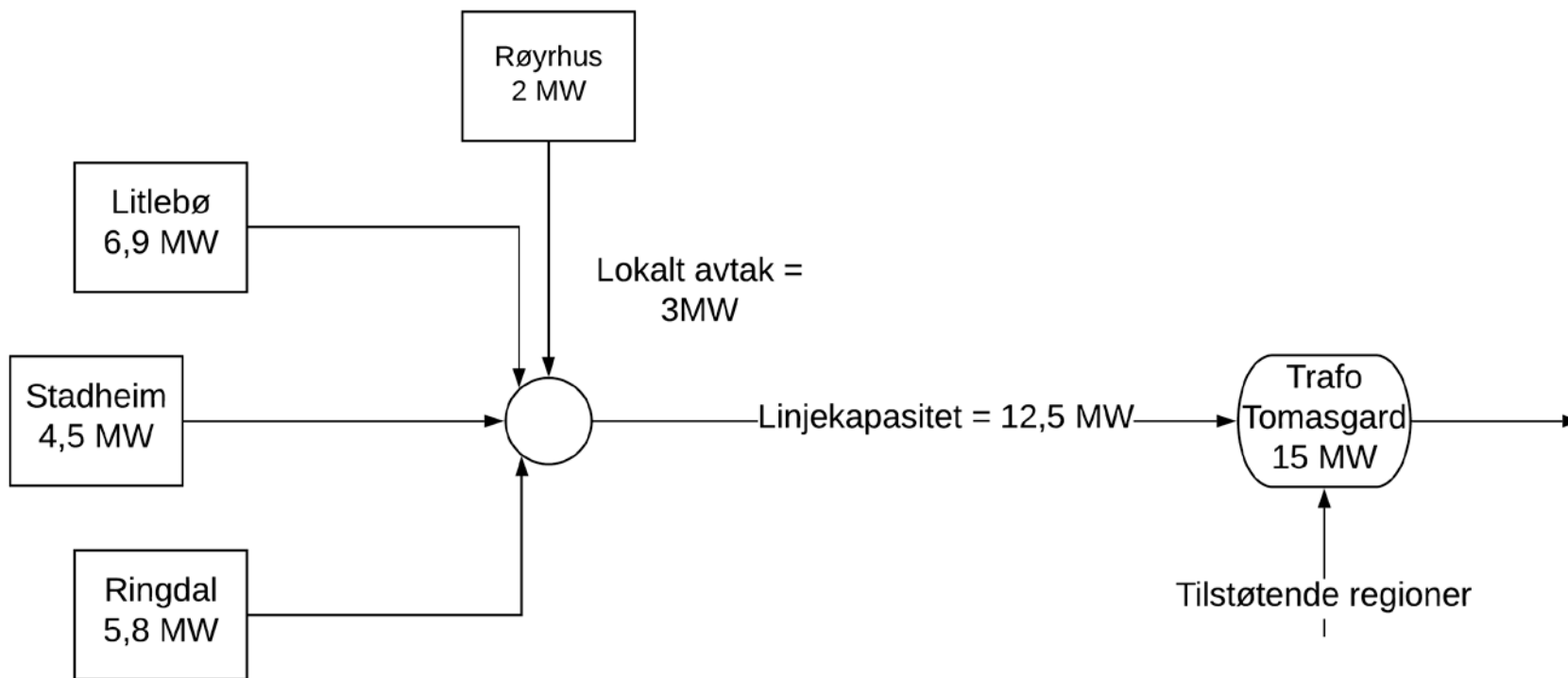
Thomas Reiten Bovim

SINTEF Industri: Industriell økonomi og optimering

Agenda

- Kraftsituasjonen i Hellesylt: innestengt kraft
- Hydrogen som løsning for innestengt kraft
- Produksjon og distribusjon av hydrogen: optimering
- Suksessfaktorer: innvirkning på hydrogenpris

Kraftsituasjonen i Hellesylt

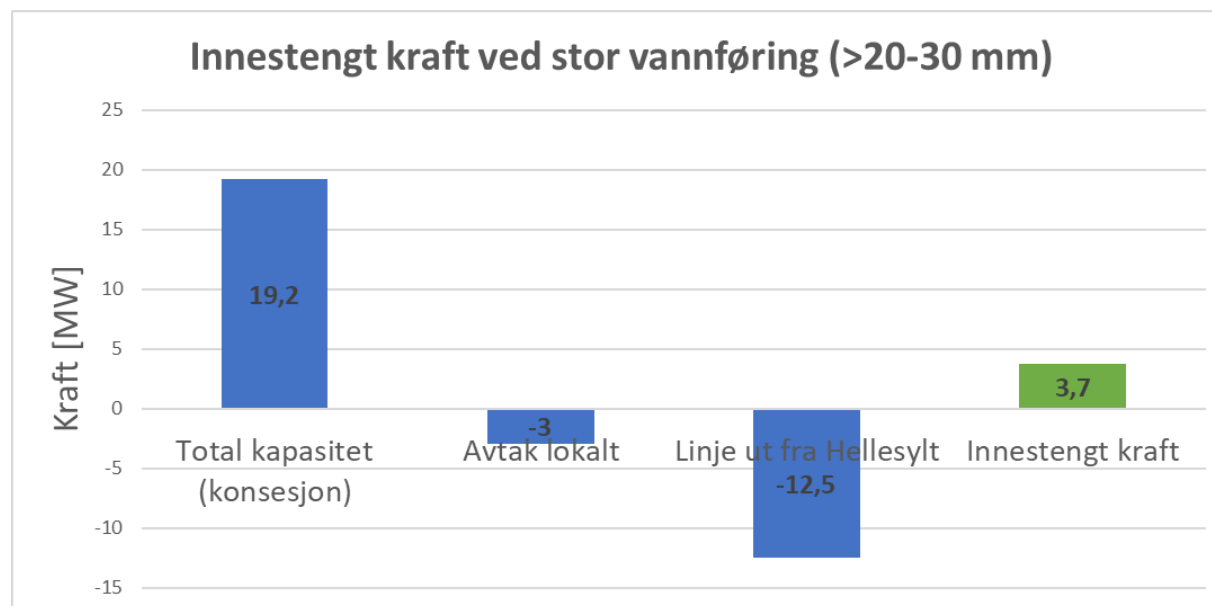


Innestengt kraft:

- Dersom kraftproduksjon må strupes grunnet for lavt avtak

Innestengt kraft

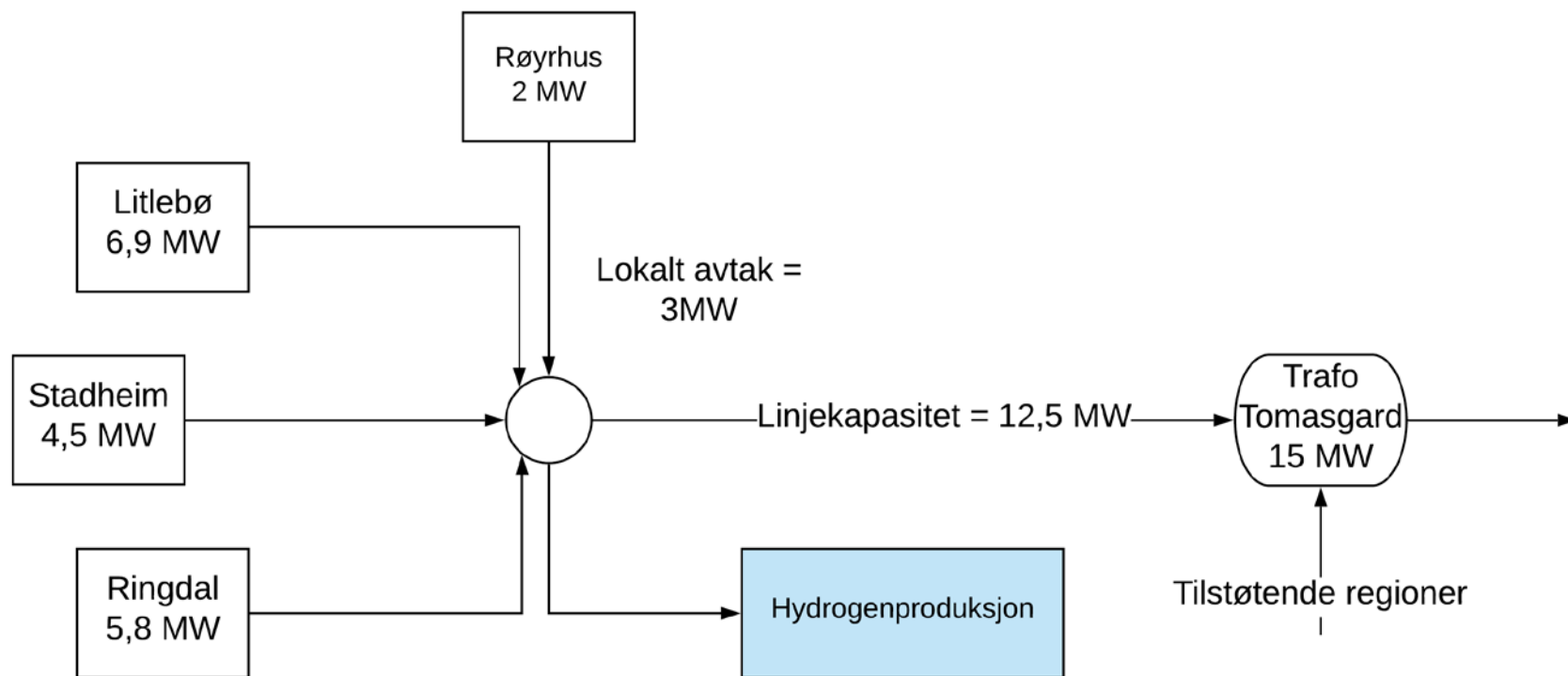
- Ved stor vannføring er det omlag 3,7 MW innestengt kraft (konsesjon)
- I tillegg:
 - Trafoen er en betydelig begrensning → Skal oppgraderes til 25 MW?
 - ~15% marginaltap (varmetap) på kraftlinja ut fra Hellesylt



Tall fra Ringdal Kraftverk AS

- Innestengt kraft
 - 2017: 1,94 GWh
 - Første halvår 2018: 1,25 GWh
- Estimerte tap per år
 - $1,94 \cdot 10^6 \text{ kWh} \cdot 40 \text{ øre/kWh} = 776\ 000 \text{ NOK}$
 - Varmetap på linja: 500 000-900 000 NOK
- **Sum: ~1 500 000 NOK tapte produksjonsinntekter hvert år**

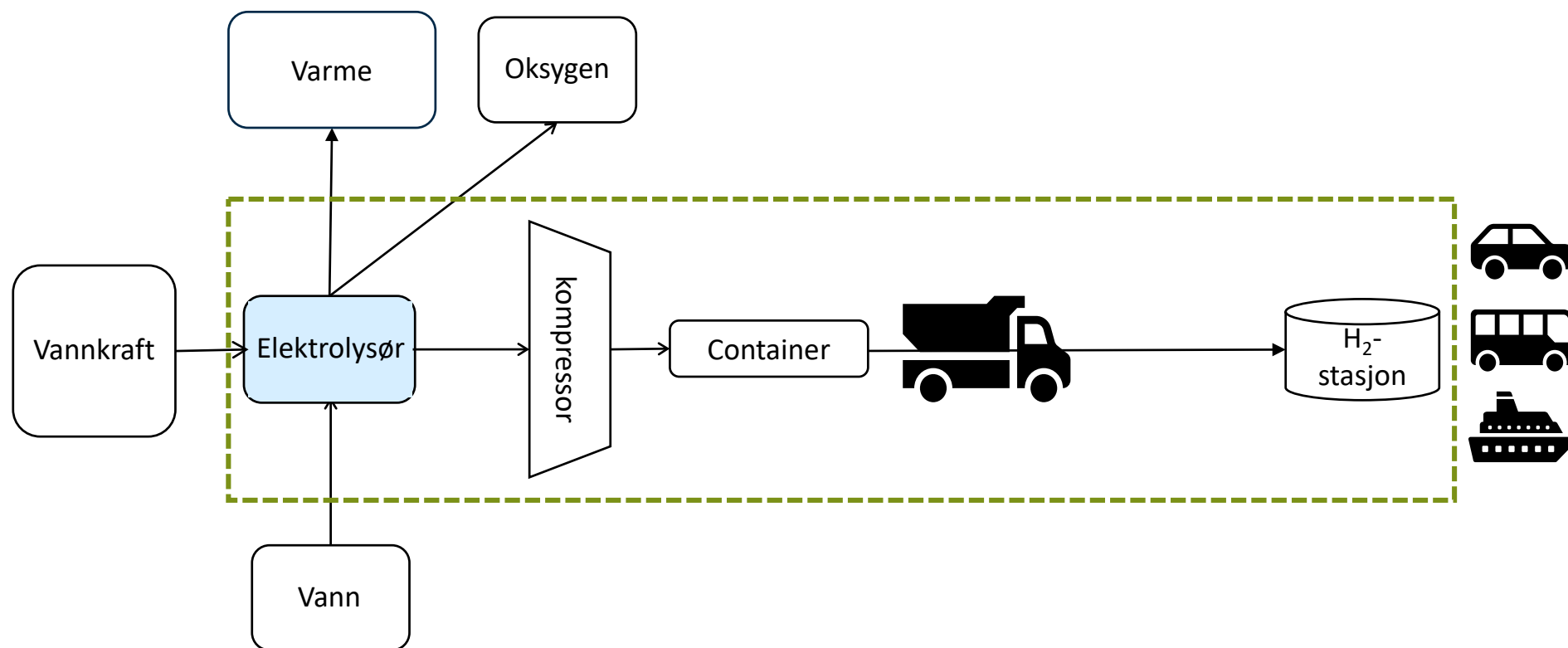
Løsning: Hydrogenproduksjon i Hellesylt



Forutsetning:

- Lokalt avtak for hydrogen!

Produksjon og distribusjon av hydrogen: infrastruktur

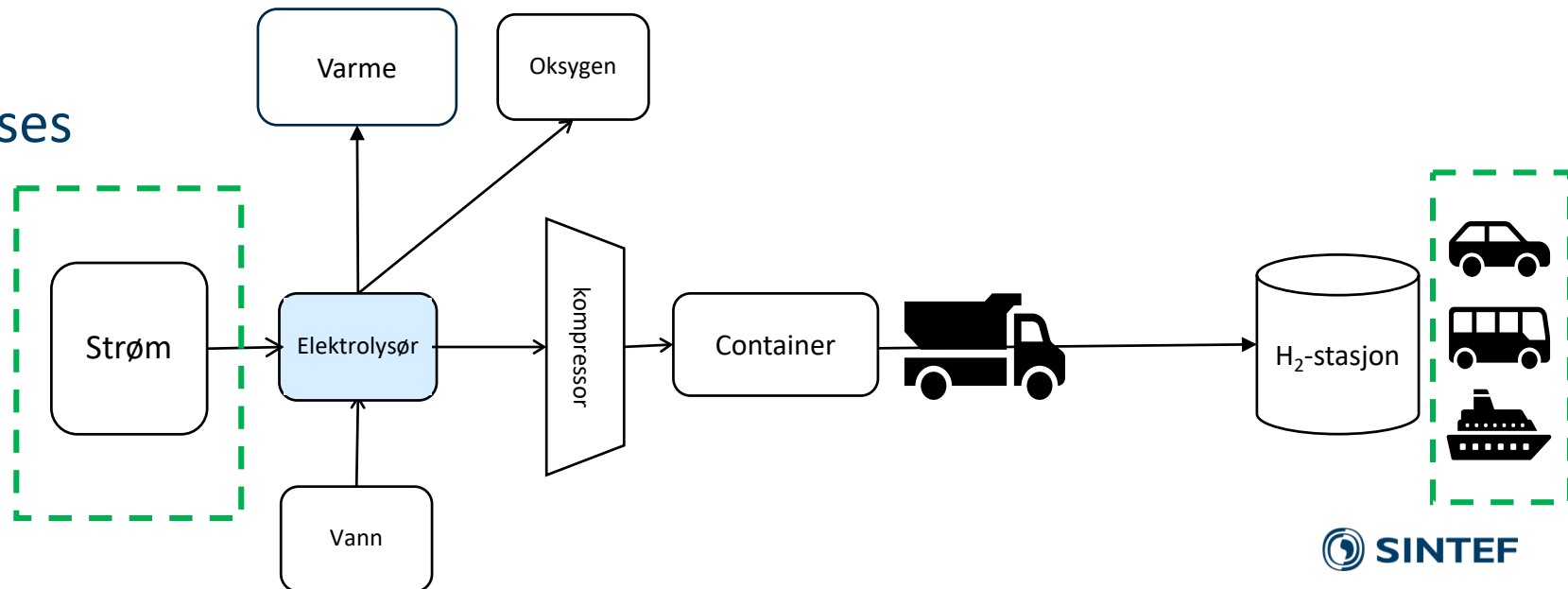


Produksjon og distribusjon av hydrogen

- **Rammebetingelser som må oppfylles**

- Lokal etterspørsel etter hydrogen
- Tilgang på billig kraft

- **Infrastrukturen må tilpasses rammebetingelsene:**
optimering



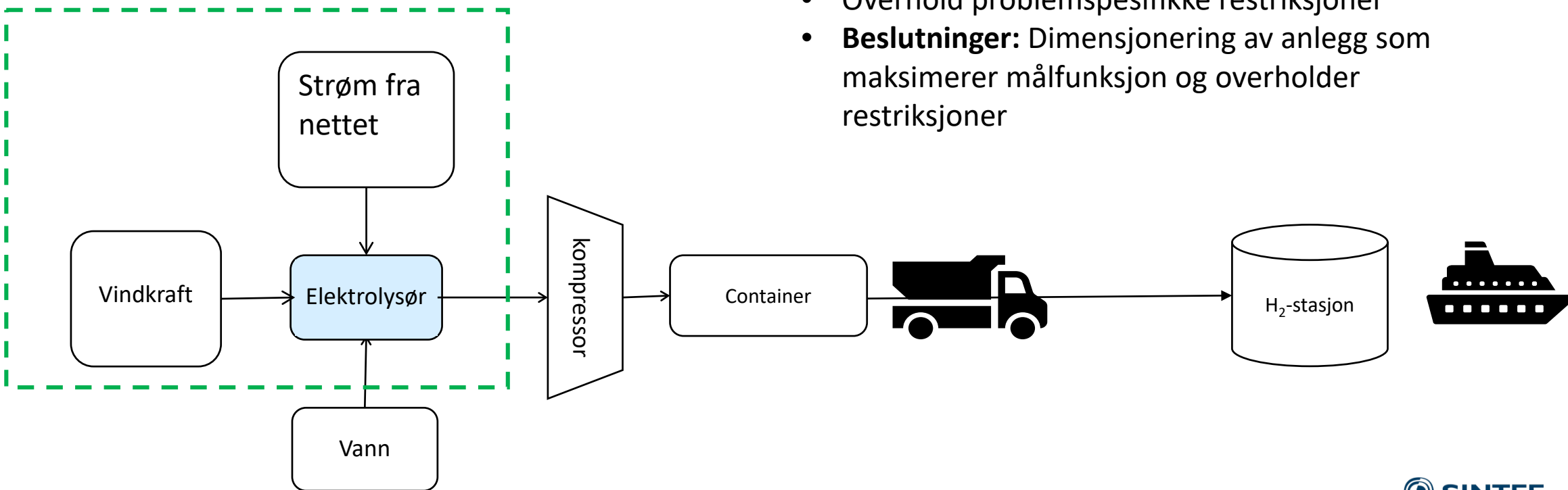
Kort om optimering

- Bruk av matematikk for ta beslutninger i komplekse problem
- **Målfunksjon:** Maksimerer eller minimerer et overordnet mål
- **Restriksjoner:** Problemspesifikke beskrankninger som må overholdes
- **Beslutningsvariable:** Disse settes slik at restriksjonene overholdes samtidig som målfunksjonen får den gunstigste verdien den kan få

Optimering for optimal dimensjonering

- Finne optimal investering (kapasitet) for gitte rammebetingelser
 - Betydelige investeringskostnader → Vi må treffe med dimensjoneringen for å få lønnsomhet!
- Kompliserende faktorer
 - Ujevn tilgang på billig strøm → Vindkraft, småkraft
 - Ujevnt avtak for hydrogen → sesongvariasjon eller tilfeldig
 - Lagerstørrelse kontra hentefrekvens → Lagerkostnader vs. transportkostnader
 - Plassering av elektrolysør → Nettleiekostnader vs. transportkostnader

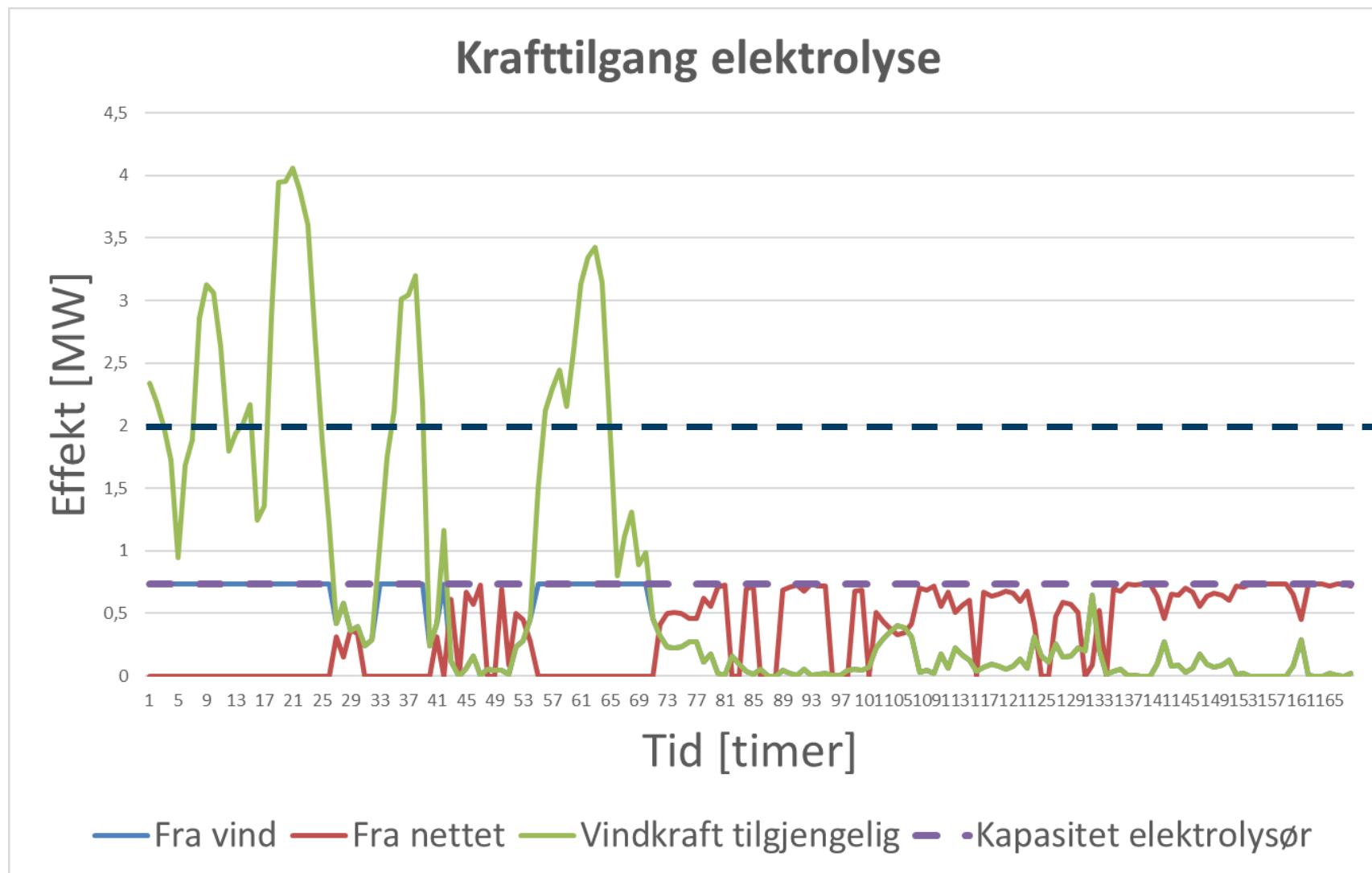
Eksempel

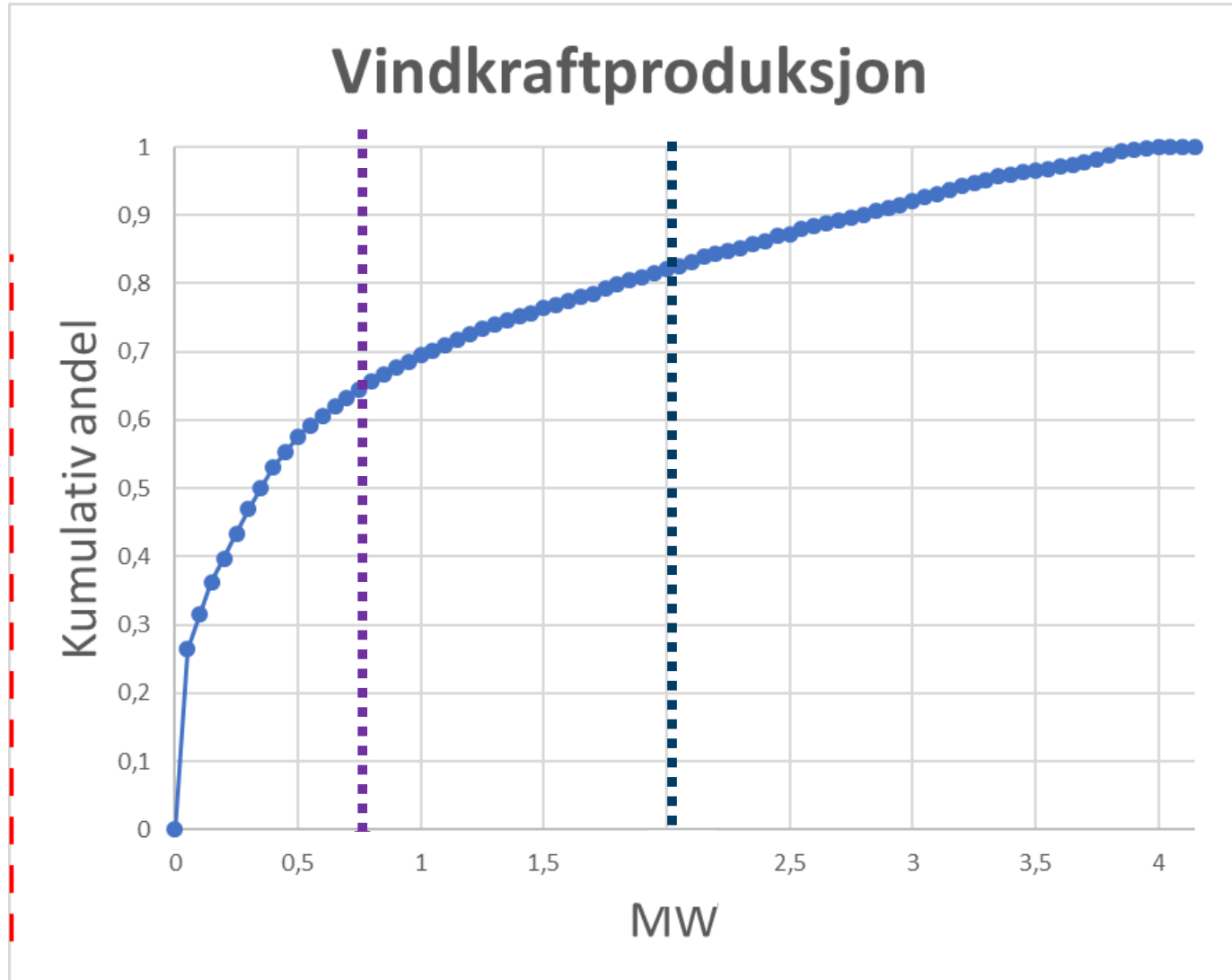


- **Målfunksjon:** nåverdi for prosjektet over dets levetid
- Overhold problemspesifikke restriksjoner
- **Beslutninger:** Dimensjonering av anlegg som maksimerer målfunksjon og overholder restriksjoner

Eksempel fortsetter

- Stor elektrolysør
 - Betydelig CAPEX
 - Tillater stor produksjon i "gode tider" → Kan dekke etterspørsel til lav produksjonskostnad
- Liten elektrolysør
 - Mindre CAPEX
 - Får ikke utnyttet de gode tidene like godt → Avhengig av å produsere til høyere produksjonskostnad
- Kompleks beslutning!



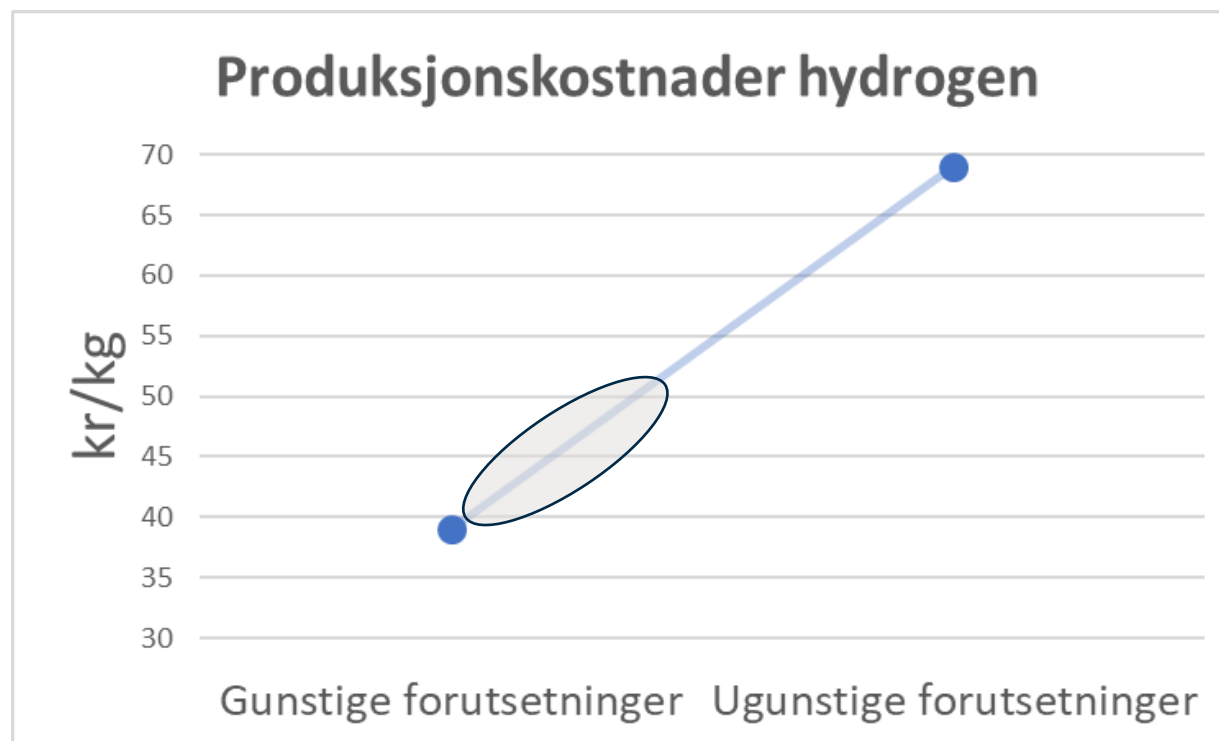


- Ved 0,75 MW er det ubrukt vindkraft i 36% av tiden
- Ved 2 MW er det ubrukt vindkraft i 19% av tiden

Suksessfaktorer

- **Høyt og jevnt avtak (~1000 kg/dag)**
 - Marginalkostnaden på investering går ned ved store volum
 - Kontinuerlig høy utnyttelse av utstyr
- **Gunstig strømvtale**
 - Kan vi unngå nettleie?
 - Inneestengt kraft e.l. som kan gi gunstige priser?
- **Kort transport**
 - Bør være innenfor 2,5 timer
 - Tilstreb lokal avsetning

Gunstige vs. ugunstige forutsetninger



Takk for meg!



Teknologi for et bedre samfunn