



SINTEF

# Hydrogentog i dag

Erfaringer og perspektiver

Federico Zenith

20. januar 2022





# Innholdsfortegnelse

Grunnleggende konsepter

Passasjertog

Skiftelok

Godstog

Sikkerhet

Økonomi

# Hydrogentog

## Grunnleggende konsepter

- Hydrogen som energibærer—ikke -kilde
  - Samme rolle som f.eks. bensin vs. olje
- Hydrogen laget med strøm via vannspalting (elektrolyse)
  - Kan lages av naturgass (også med karbonfangst)
- Hydrogentog er elektriske tog der energien er lagret i hydrogenet
  - Lignende prinsipp som for batterier
  - Hydrogen omdannes til elektrisitet i en brenselcelle
- Billigere energilagring, høyere kapasitet, raskere fylling, men lavere virkningsgrad enn batterier
- Stillere enn diesel, nullutslipp, billigere drivstoff og vedlikehold
- Mindre infrastruktur og raskere igangsettelse enn tradisjonell elektrifisering

## Passasjertog

Alstoms Coradia iLint

- Rullet ut i 2016, typegodkjent 2018
- 400 kW brenselceller, 110 kWh batterier, maks hastighet 140 km/h, 150 sitteplasser, rekkevidde 600–1000 km
- God erstatter for f.eks. Type 92
- Demonstrert i flere år i Nord-Tyskland, nå i rutetjeneste
- Bestilt i Tyskland, Frankrike, Italia, UK
- Testet i Nederland, Sverige, Polen, Østerrike



Coradia iLint i Østerrike



Type 92, tilsvarende dieseltog

Ingen alternativer på markedet i dag, men:

- Siemens Mireo Plus H, forventet 2024
  - Kraftigere motor (1,7 MW)
  - Rekkevidde opptil 1000 km
  - Versjoner med 2 og 3 vogner
  - Batteriversjon Mireo Plus B opptil 120 km
- HydroFLEX (England)
- Scottish Hydrogen Train
- EUs FCH<sub>2</sub>Rail-prosjekt (Spania/Portugal)
- Talgo VitTal-One, annonsert 2023



Siemens' konsepttegning



Talgos konsepttegning

## Skiftelok

- Tidlig interesse for skiftelok i terminaler
- Oppfattet som enklere problem
  - Ingen passasjerer eller tredjeparter
  - Begrenset energibehov
  - Begrenset driftsområde
  - Kan ikke benytte kontaktledning
- Prototyper
  - BNSF (USA 2006–2009), 250 kW
  - ÖBB (Østerrike 2015–2017), 30 kW
  - CZ LOKO (annonsert)



BNSFs skiftelokprototype



ÖBBs skiftelokprototype

## Godstog

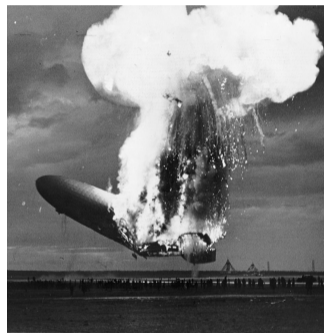
- Mest vanskelig anvendelse: mye energi og effekt
- Også mest penger å tjene!
- Tilleggsvogn med hydrogen kan være nødvendig
- SINTEF studerte dette i detalj for Norge (rapport A27534)
- Canadian Pacific ønsker å bygge hydrogenlokomotiv



Canadian Pacifics konsept



- Hydrogen antenner lett med usynlig flamme
- Er også lett, og skyter til værs vekk fra folk
- Tryggere enn diesel (om man vet hva man gjør)
- Viktigste faremomenter er i
  - Lukkede rom (tunneler)
  - Lekkasje mellom tank og trykkreduksjonsventil
  - Tiltak: inertisering rundt tankene
- iLint er klarert i Tyskland for opptil 5 km i tunnel
  - Nok for alle ikke-elektrifiserte baner i Norge



(62 av 97 overlevde)



Forskjellige kostnadsstrukturer:

**Diesel** mest drivstoff og vedlikehold

**KL** mest infrastruktur (15–20 MNOK/km!)

**Batteri** mest innkjøp av batteriet

**Hydrogen** mest energi (men mye mindre enn diesel)

Hva er markedspris i dag?

- Alstom solgte 27 iLint til Hesse for 500 M€
- ...*inkludert* drivstoff og vedlikehold i 25 år
- Ett iLint på Nordlandsbanen i 25 år tilsvarer **185 MNOK totalt**
- Deelektrifisering fra NULLFIB: **3300 MNOK**
  - Dette er kun infrastruktur—inkluderer ikke toginnkjøp, vedlikehold og energi

## Konklusjoner

- Passasjertog på hydrogen er blitt hyllevare
- Flere modeller på vei de neste årene
- Skiftelok og godstog er under utvikling
- Sikkerhet og økonomi er bevist solide
- Alstom har vist seg villig til å teste iLint i mange land
- ...kanskje på tide å stille seg i køen?

## Konklusjoner

- Passasjertog på hydrogen er blitt hyllevare
- Flere modeller på vei de neste årene
- Skiftelok og godstog er under utvikling
- Sikkerhet og økonomi er bevist solide
- Alstom har vist seg villig til å teste iLint i mange land
- ...kanskje på tide å stille seg i køen?

*Takk for oppmerksomheten!*



SINTEF

Technology for a  
better society