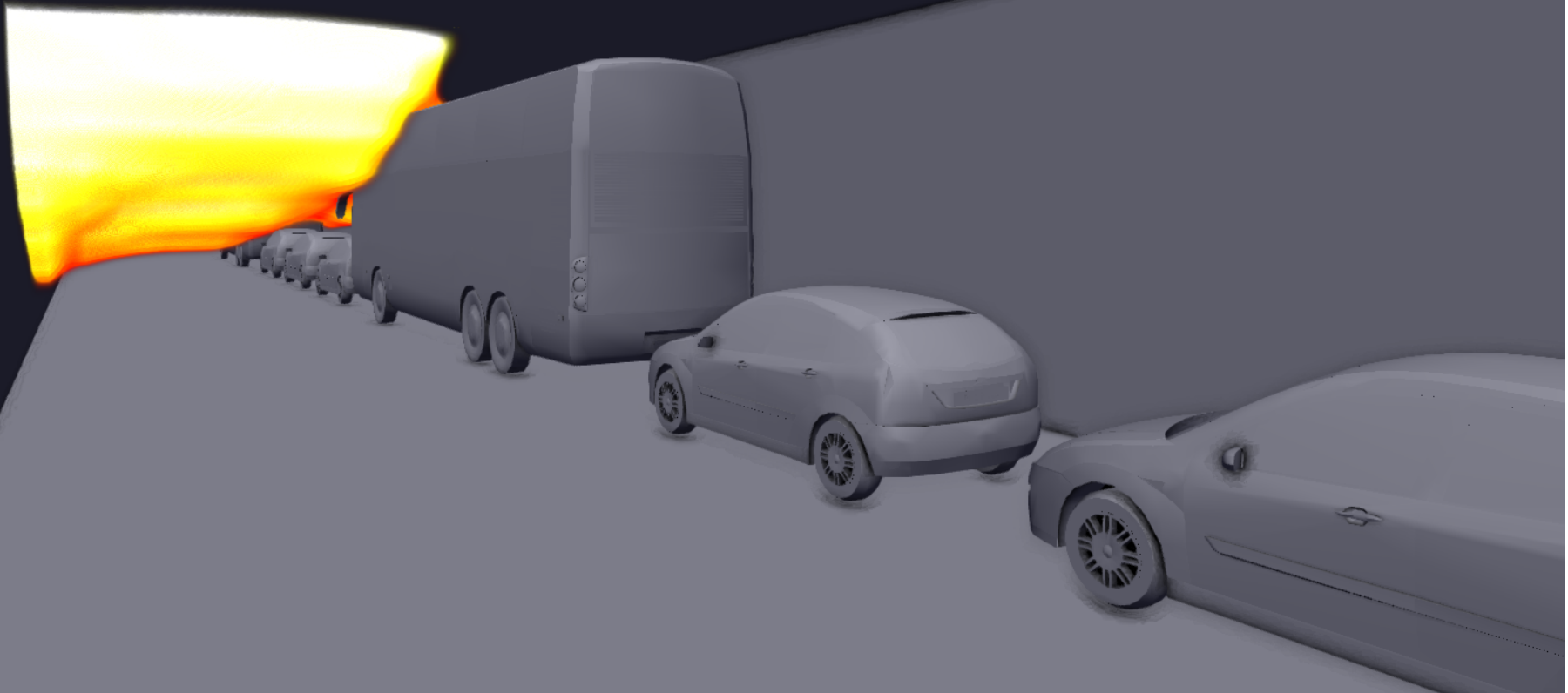




LUNDS
UNIVERSITET

Risker med vätgas

MARCUS RUNEFORS,
AVDELNINGEN FÖR BRANDTEKNIK, LTH



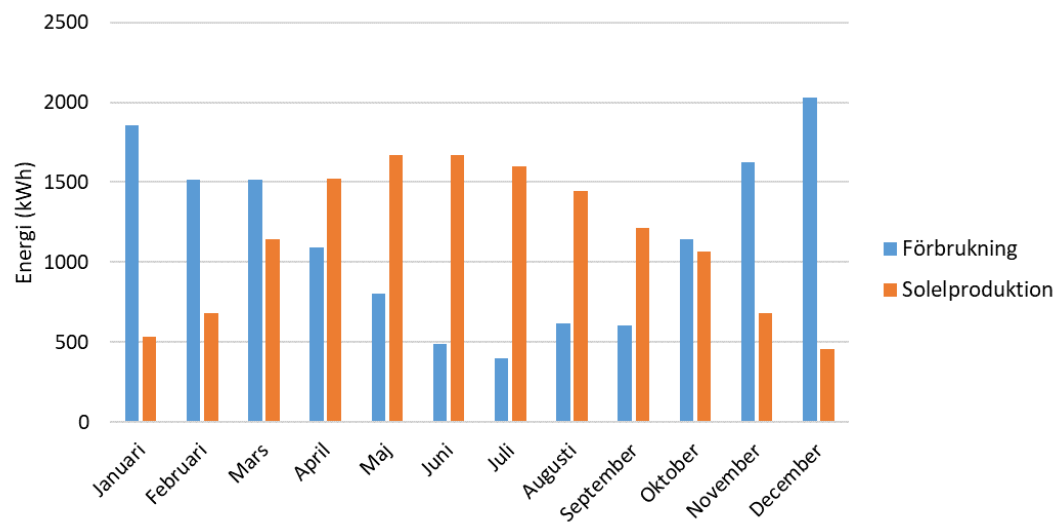
Vätgas

Varför?

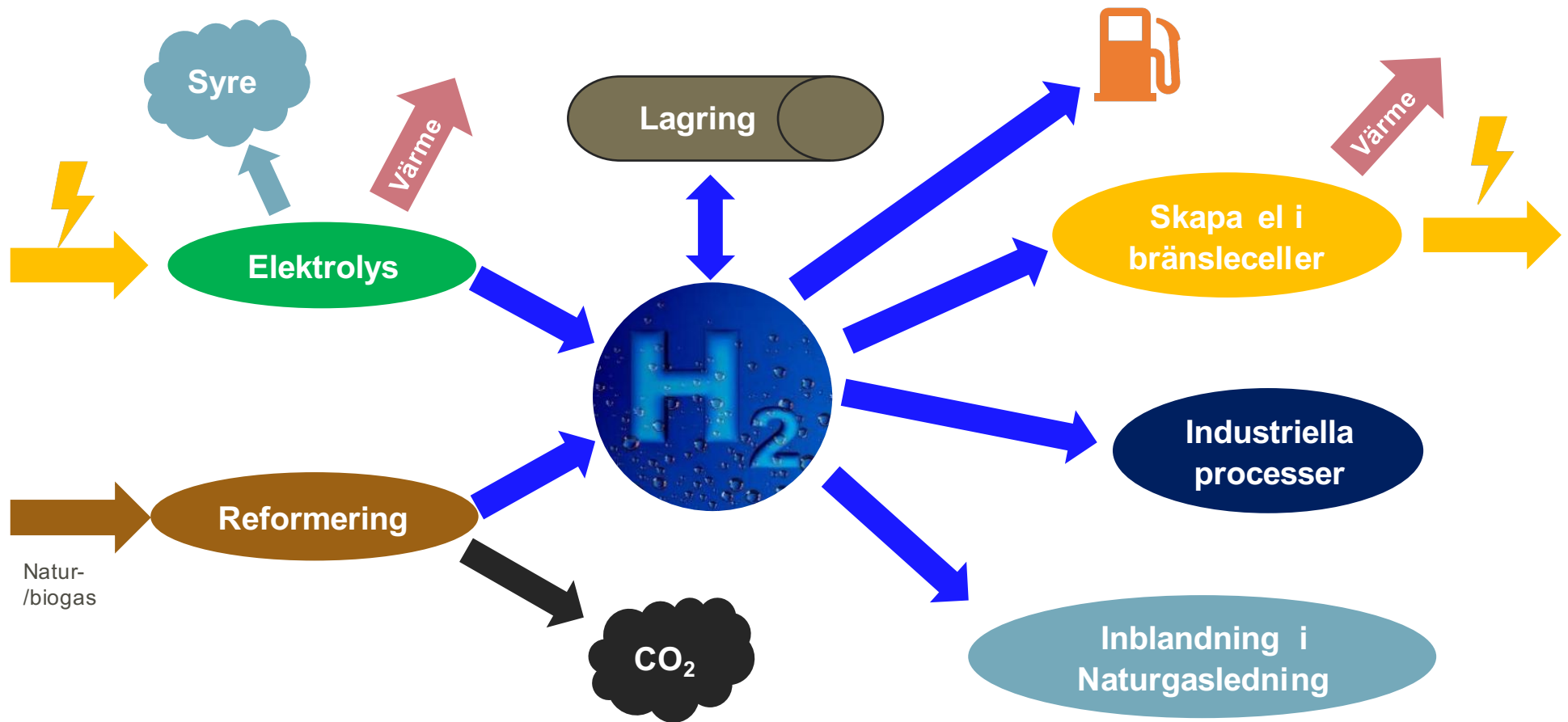
- **Variation** i förnybara energikällor
- **Transportsystem** med stora energibehov (t.ex. sjöfart och tunga fordon)
- Problem med **koboltutvinning** (sociala, miljömässiga, säkerhetspolitiska)

Varför inte?

- **Låg effektivitet** jämfört med batterier (i alla fall om du inte kan använda värmen)
- **Låg energitäthet per volym** (men mycket per massa) ▶ Behöver lagras vid höga tryck
- **Risker**

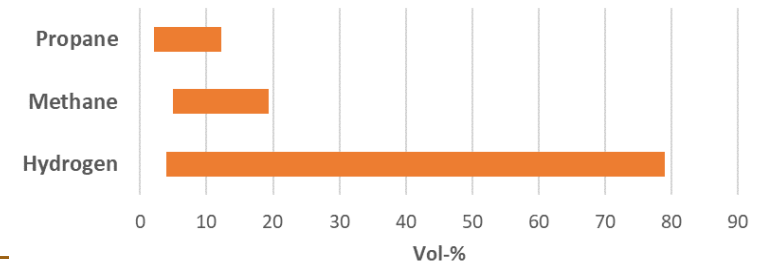


Vätgas som energibärare





Är vätgas farligare än andra gaser?



Nej, det är så lätt att det försvinner när man släpper ut det!

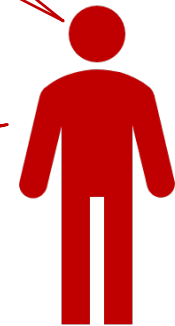
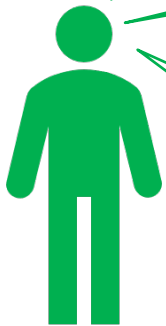
Även andra gaser behöver normalt instängning för att orsaka höga tryck

Det är ju så diffusivt att det försvinner när man släpper ut det

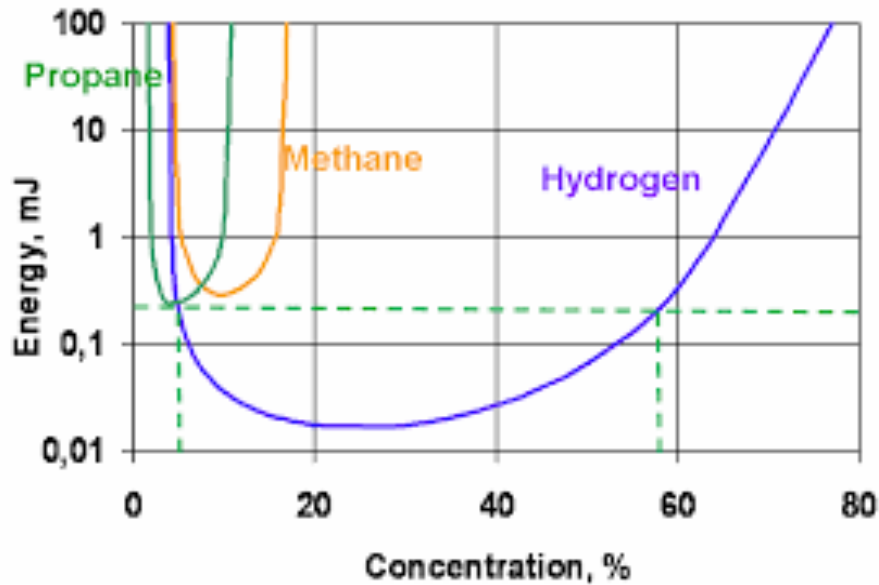
Vid utsläpp i det fria är den mesta brännbara blandningen i anslutning till jet:en och den är längre för vätgas.

Brännbarhetsområdet är väldigt brett

Ja, men främst mot höga koncentrationer



Är vätgas farligare än andra gaser?



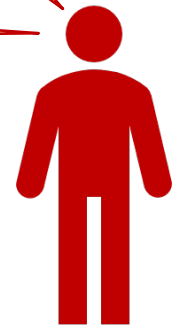
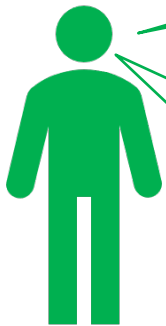
Det har ju extremt hög förbrännings hastighet

Bara vid höga koncentrationer (>20%)

... men tändenergin är ju mycket lägre

Det kräver också hyfsat höga koncentrationer (>10%) och dessutom finns det få tändkällor som är så svaga att det påverkar

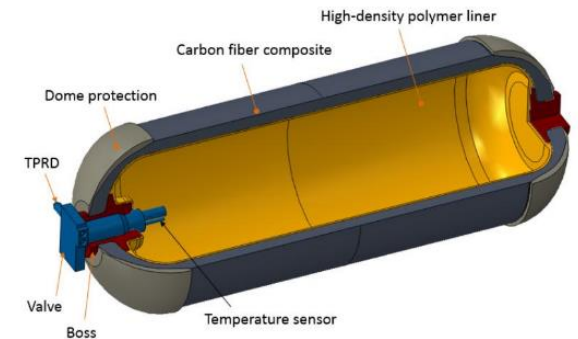
Fast många plötsliga utsläpp över ca 30-40 bar spontantänder!



Höga lagringstryck medför....

Lågt energiinnehåll per volym
(men hög per vikt)

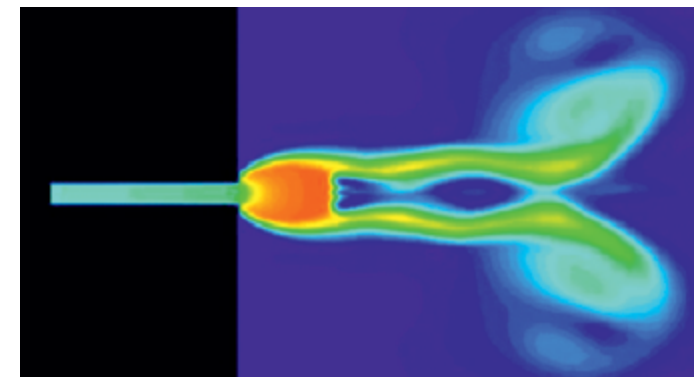
Mycket höga lagringstryck
(300-1000 bar!)



Kolfibertankar

Mycket lagrad
mekanisk energi

Många beräkningsmodeller
för utsläpp stämmer inte



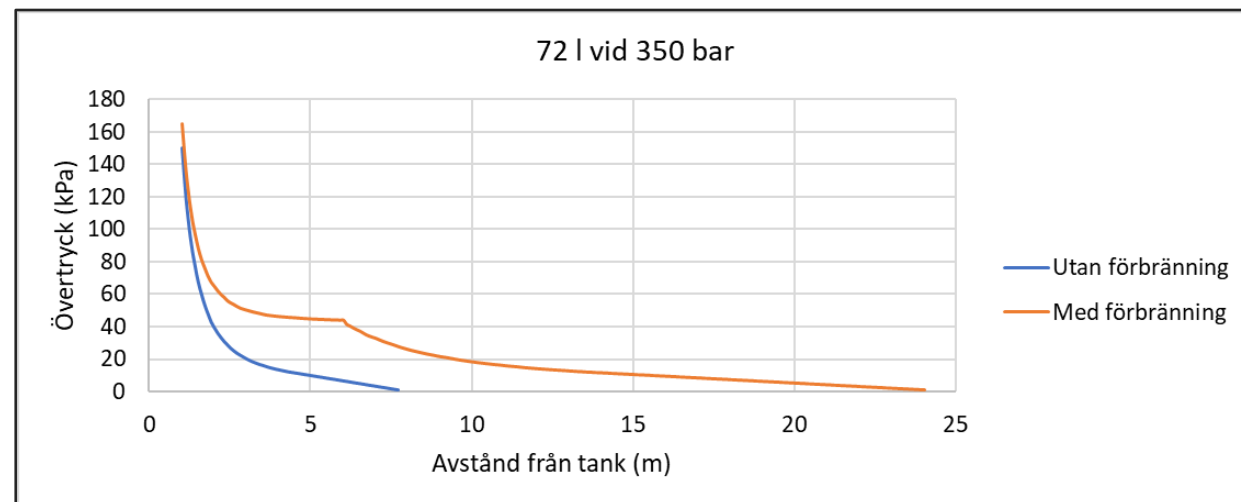
Höga flamhastigheter medför ...

... att koncentrationer nära stökiometri kan vara svåra att tryckavlasta utan annan åtgärd

... att ekvationen för tryckavlastning i EN 14994 inte alltid fungerar ($K_G > 550$)

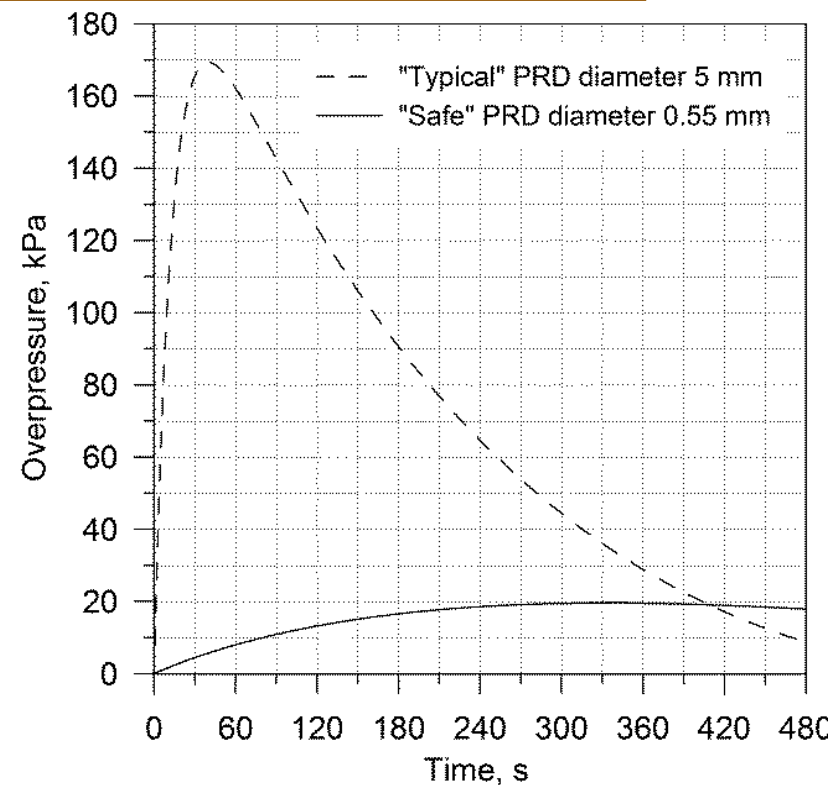
... att tryckvågen från ruptur ökar ytterligare genom feedback från förbränningen

... att större risk för detonation



De små molekylerna medför ...

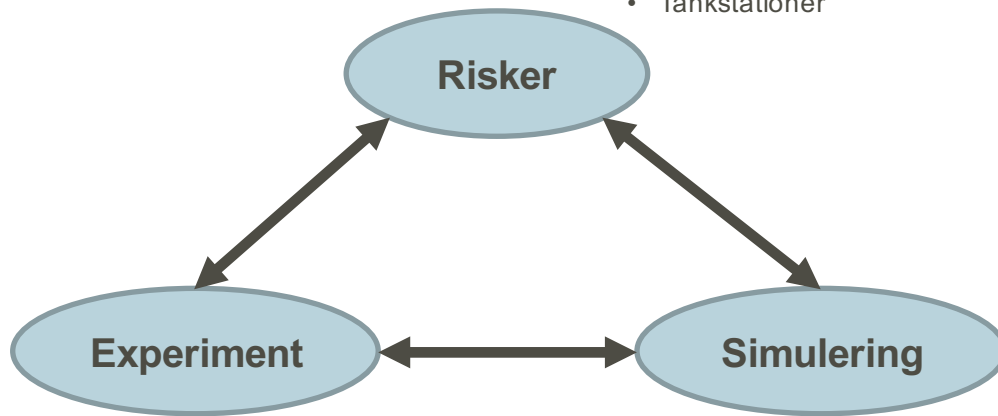
- ... att det kan transporteras genom material som vi ser som täta
- ... att det kan reagera med många material ("vätgasförsprödning")
- ... höga tryck i rummet vid tyckavlastning (sk Pressure-Peaking-Phenomenon, PPP)



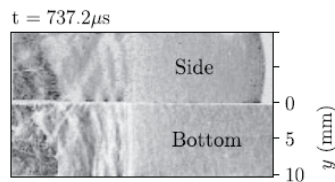
Utsläpp från en tank med 350 bar i ett typiskt garage, men normal ventilation

Pågående och planerade studier

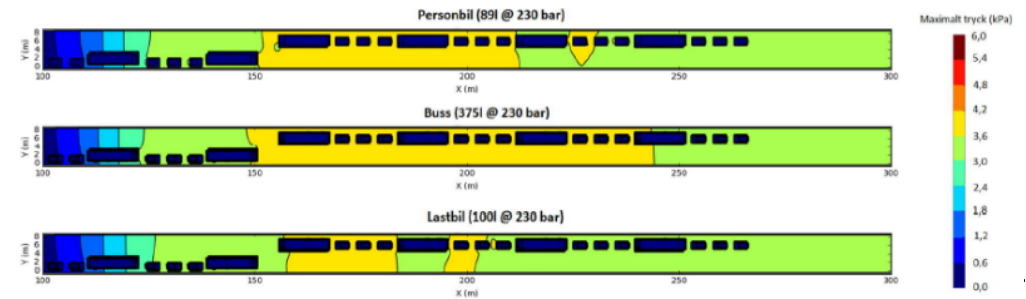
- Regelutformningsmodeller
- Tankstationer



- Ljuddetektion med AI
- Sprinklerkyllning
- Beskjutning
- Vattendimma
- Aerosoler



- Simulering av säkra avstånd för räddningstjänsten
- CFD-Simulering av DDT med full kemi



Reflektion – Ger dagens regelverk tillräckligt stöd vid utformning?



Slutsatser

- Vätgas är varken jättefarligt eller ofarligt – Det har vissa specifika risker som behöver hanteras
- **Slutligen** – Vad är riskerna förknippade med att inte ställa om energisystemet?

