

Ny teknologi i transportbranchen inden for vejgodstransport og bustransport

TUR Chaufførkonferencen 2023

Tirsdag den 16. maj 2023

Hotel Koldingfjord

Allan Larsen, Professor
Operations & Supply Chain Management
Management Science
DTU Management

Agenda

- *”DTU’s forventninger til den teknologiske udvikling inden for vejgodstransport og busområdet”*
 - Nye teknologier
 - Grøn omstilling og energi
 - Udfordringer
 - Førerløse køretøjer og selvkørende busser
- Har fundet spåkuglen frem
 - Megatrends inden for vejgodstransporten og busområdet

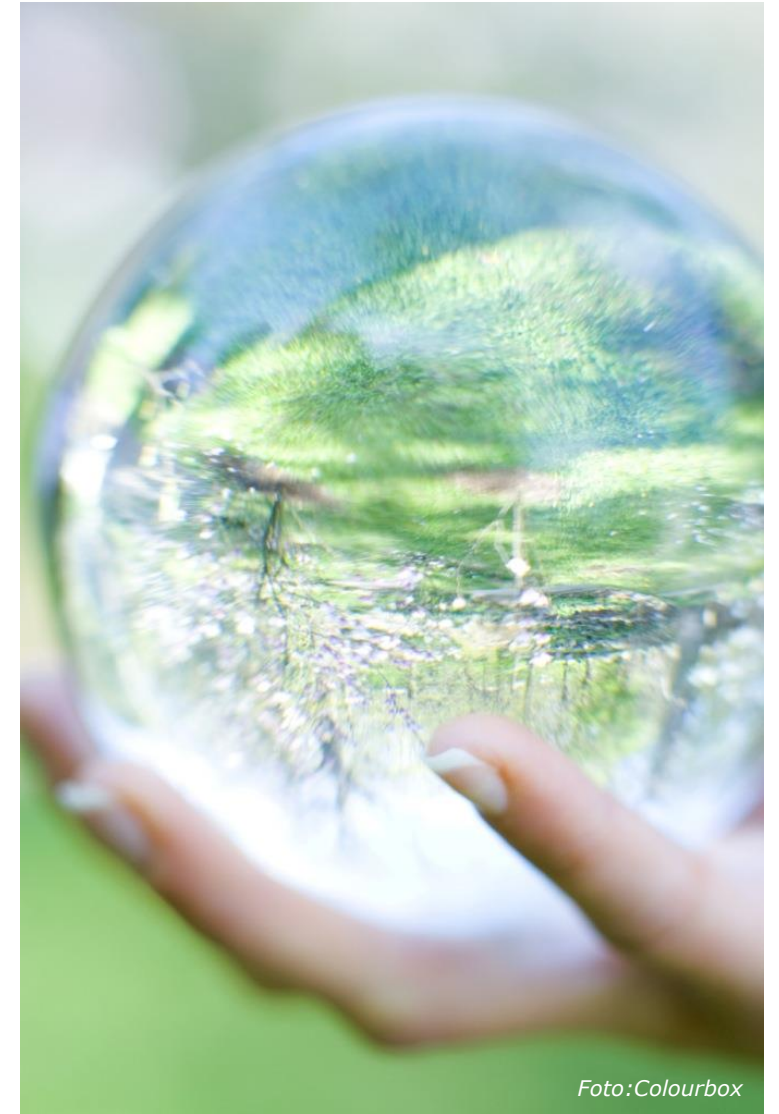


Foto: Colourbox

Fremtiden og teknologi...?!

- Det med at spå om teknologi og fremtiden...
- *"I think there is a world market for maybe five computers"*, Thomas Watson, CEO, IBM, 1943
- Anslået to milliarder PC'ere i 2014...
- Oplagt at verden af f.eks. 2030 bliver svær at forudsige...
 - ... men noget kan vi sikkert godt sige om fremtiden



Hvem er jeg? Præsentation af Allan Larsen

Forskning:

- **Godstransport og logistik**
 - Anvendelse af optimerings- og simuleringsmetoder til city logistik, distributionsplanlægning osv.
- **Healthcare operations management:**
 - Simulering og optimering af forsyningskæder inden for sundhedssystemet

Undervisning:

- Introduktion til Operations & Supply Chain Management (BSc)
- Simulation i Operations Management (MSc)
- Vejleder BSc- og specialeprojekter i OM, SCM og logistik

Erhvervs-samarbejde

- **Godstransport og logistik:**
 - Transportkøbere, transportoperatører, interesseorganisationer, regioner og kommuner
- **Healthcare Operations Management:**
 - Rigshospitalet, Hvidovre Hospital, Region Hovedstaden

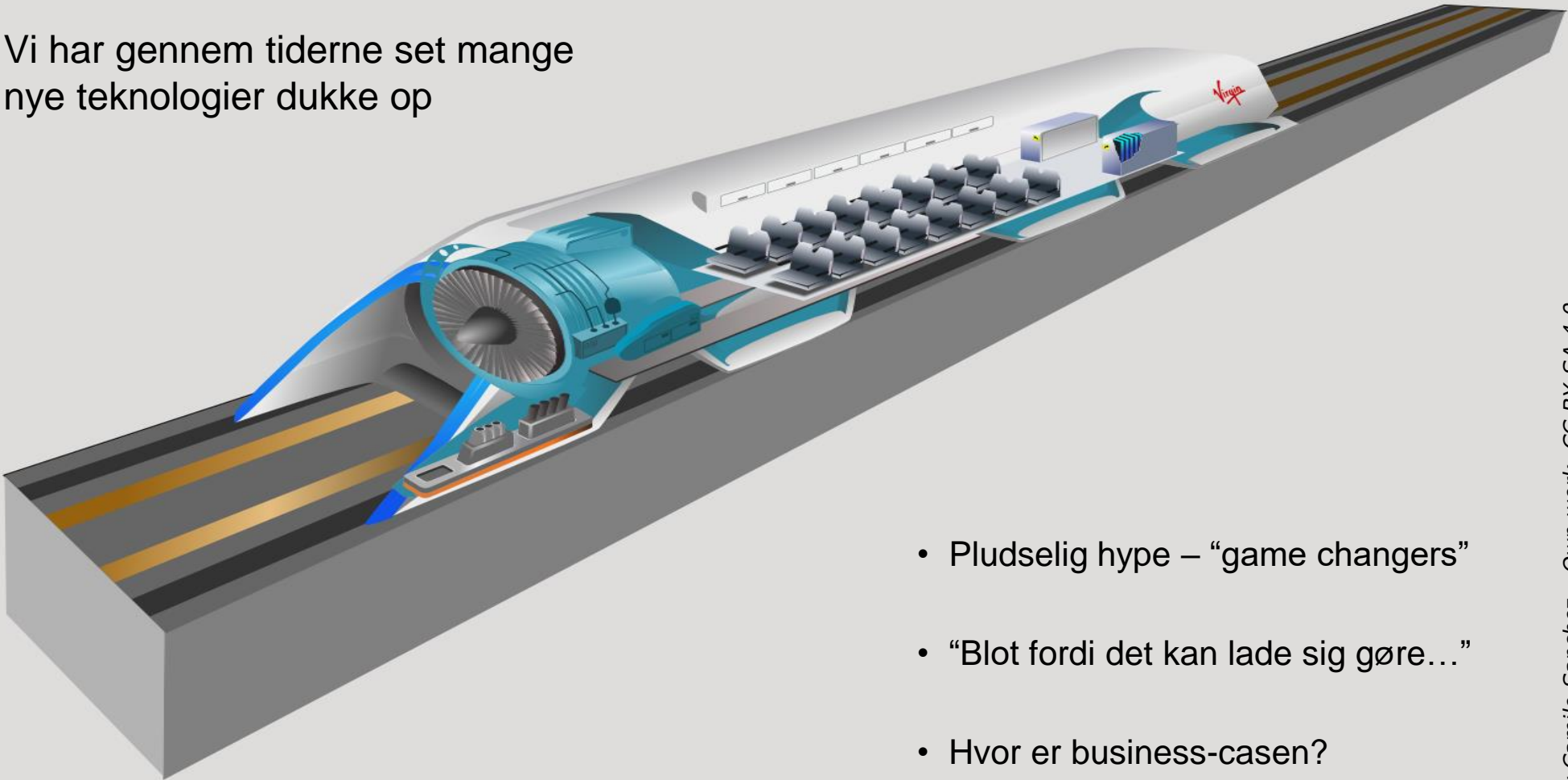


A white quadcopter drone is flying in the sky, positioned to the left of the center. The background is a vast ocean under a sunset sky with a bright sun on the horizon. The text 'NYE TEKNOLOGIER' is overlaid in large white letters.

NYE TEKNOLOGIER

Nye teknologier

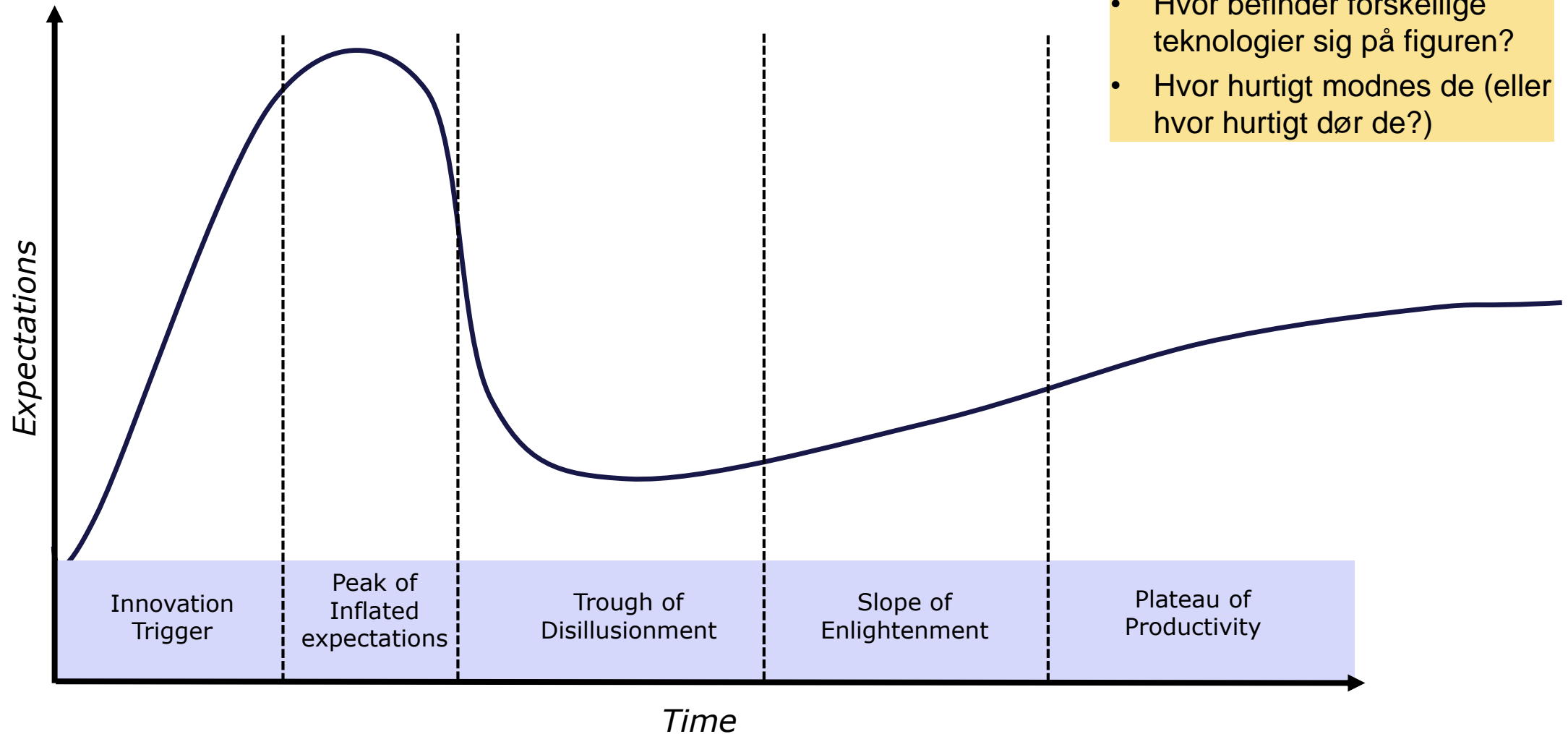
- Vi har gennem tiderne set mange nye teknologier dukke op



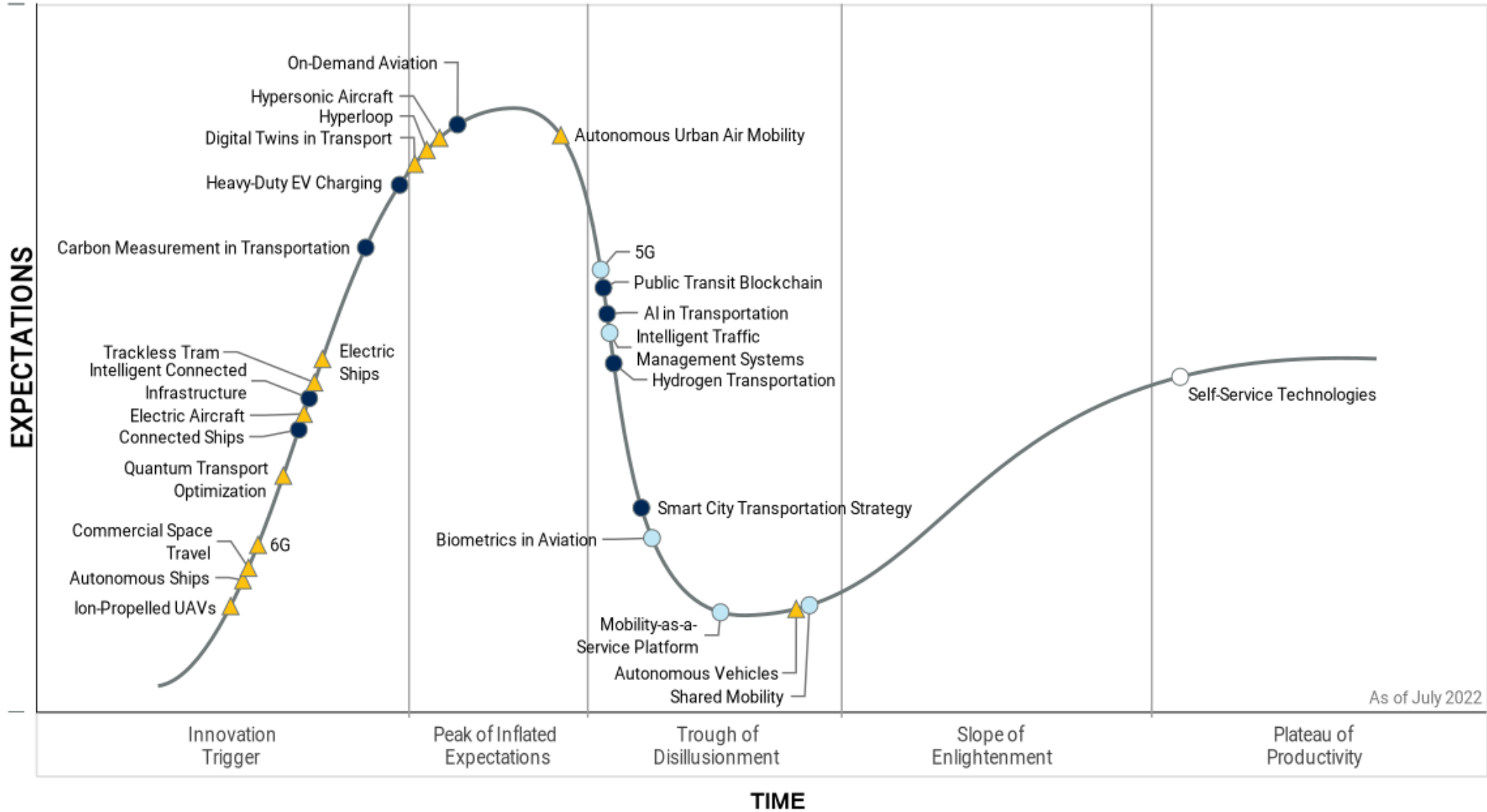
- Pludselig hype – “game changers”
- “Blot fordi det kan lade sig gøre...”
- Hvor er business-casen?

By Camilo Sanchez - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=43739482>

Gartner's Hype Cycle – nye teknologier

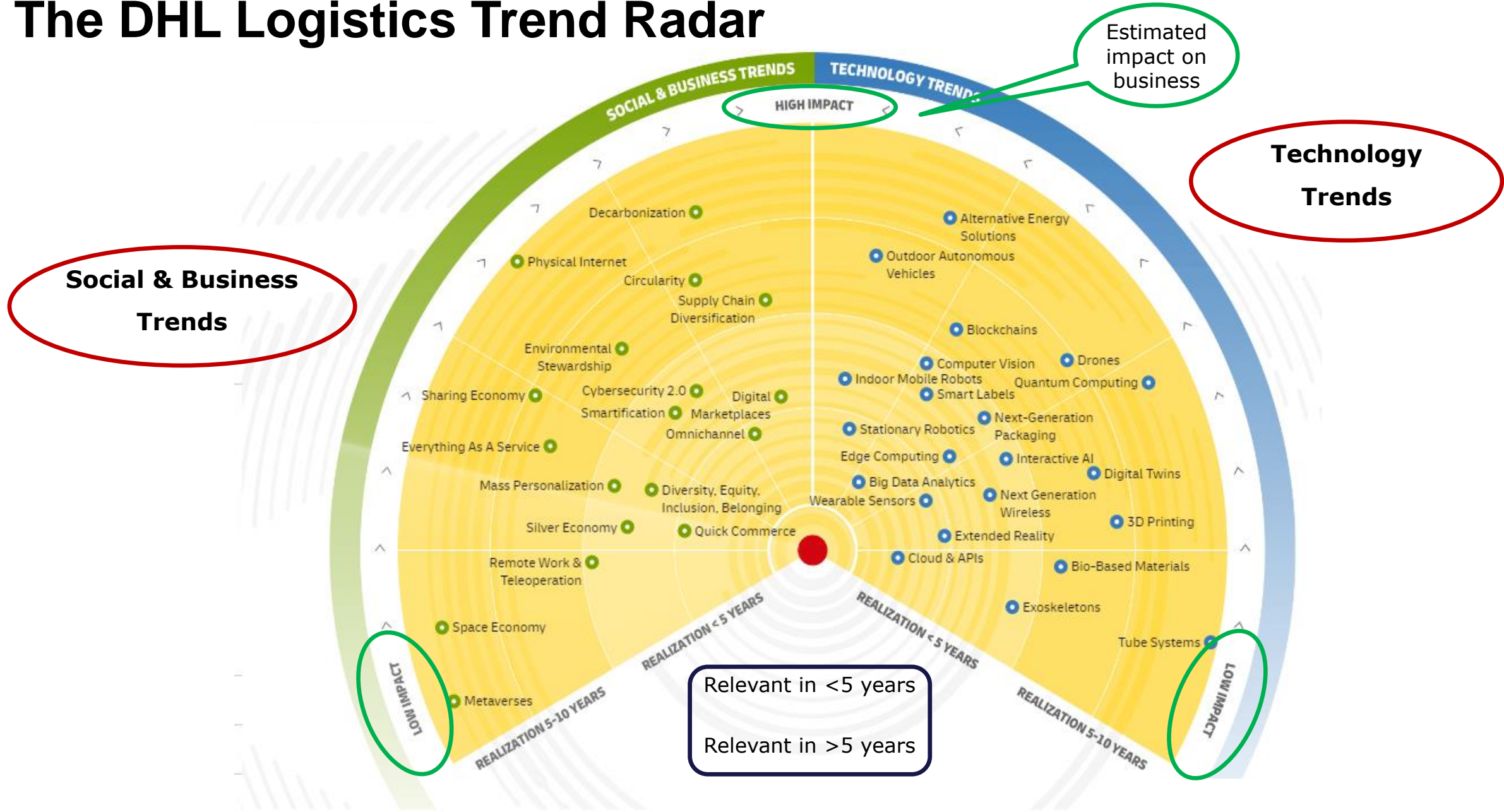


Hype Cycle for Transportation and Smart Mobility, 2022



Plateau will be reached: ○ <2 yrs. ● 2-5 yrs. ● 5-10 yrs. ▲ >10 yrs. ✗ Obsolete before plateau

The DHL Logistics Trend Radar



Kilde: DHL Trend Research

The DHL Logistics Trend Radar - tendenser

- **Automatisering**
 - Stationære robotter, indendørs mobile robotter, udendørs autonome køretøjer
- **Digitalisering**
 - Blockchains, Big Data Analytics, Digital twins, 3D-print
- **Bæredygtighed**
 - Alternative energiløsninger, sharing economy
- **NB!**
 - Husk dog på at DHL (alt andet lige) har kommerciel interesse i disse emner



Foto: Colourbox

Megatrends



Automatisering



On-demand
society &
urbanization



Bæredygtighed





BÆREDYGTIGHED I DEN TUNGE TRANSPORT

Udfordringer for den tunge transport

- Særlig hård konkurrence inden for godstransportbranchen
- Profitmarginer mellem angiveligt mellem **-1%** og **+8%** betyder meget begrænsede muligheder for store risikofulde investeringer eller satsninger på ukendte teknologier
- Rationalet hos operatørerne: HVIS kunden efterspørger en grøn løsning og er villig til at betale leverer vi det



- Udsagn fra transportoperatører:
 - *”vi vil gerne være grønne, men vi skal også overleve i morgen og i overmorgen”* (læs: det må ikke koste noget ekstra)
 - *”hvis kunderne (transportkøberne) efterspørger grønnere løsninger vil vi også gerne udvikle dem, men... det koster (måske)”*

Alternative drivmidler - eksempler

Elektriske køretøjer

- Modent til varebiler (korte afstande, begrænsede laster)
- Stærkt stigende udbud på distributionsbiler til mellemlange afstande
- Reelt set kun konceptuelle lastbiler til meget tunge og lange transporter



Bio-gasser

- Tilsyneladende stort potentiale i afprøvning bla. grundet kompatibilitet med traditionelle motorer
- Større efterspørgsel i landene omkring os



E-highways

- Effektivt koncept i store tunge transportkorridorer
- (Relativt) store investeringer i infrastruktur, hvem betaler?
- Sverige og Tyskland langt fremme – lastbilfabrikanterne spiller fremtrædende roller



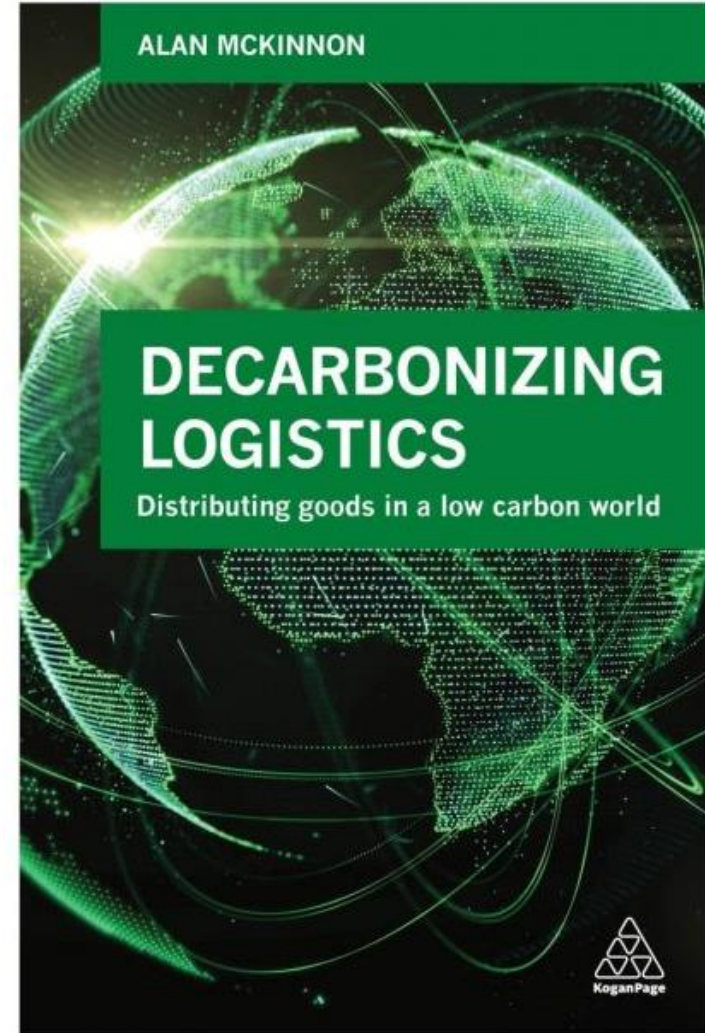
Fotos: Colourbox

”Decarbonizing Logistics”

- **Transportoptimering**
 - Øget konsolidering og samarbejde mellem (evt.) konkurrerende virksomheder (se senere)

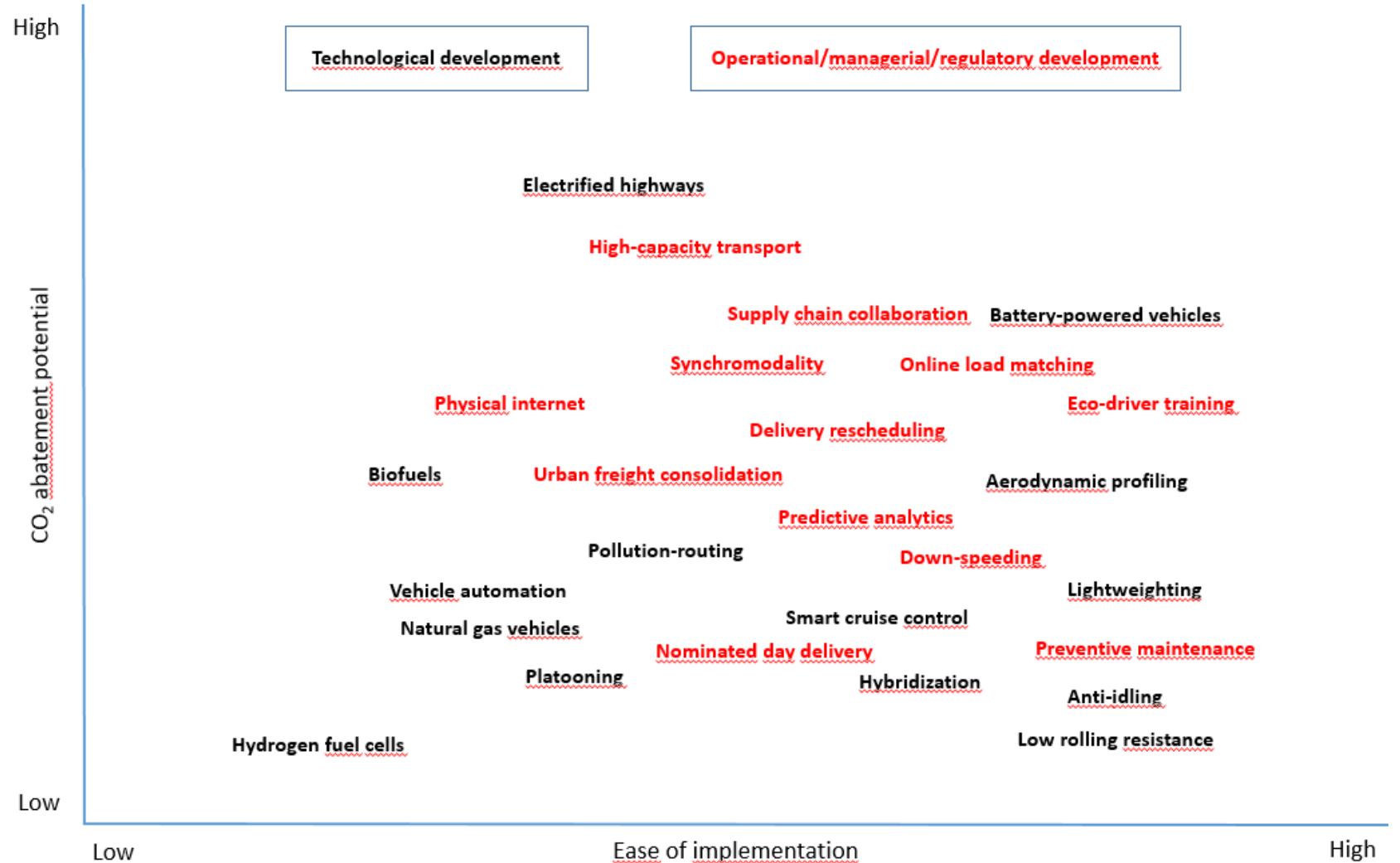
- **Omstilling af energiforbruget i vejgodstransporten**
 - Energieffektivitet (eco-driving, automatisering osv.)
 - Alternative drivmidler
 - Elektrificering

- **Valg af transportmidler**
 - Er andre transportmidler et reelt alternativ?



Sammenligning af potentialer for CO₂-reduktioner

- "Comparison of decarbonization options in terms of carbon abatement potential and ease of implementation"
- Skelner mellem muligheder på **teknologiske plan** versus det **planlægnings-, drifts- og reguleringsmæssige plan**



Figur: Tilpasset efter McKinnon (2019), International Energy Agency (2017) og Cebon (2016)

Den grønne vej... særlig for de tunge køretøjer

- **Test og demo; test og demo; test og demo;**
 - Igangsæt small-scale/mid-scale test- og demoprojekter af forskellige løsninger
- **Risikovillighed**
 - Virksomheder med fornuftige/gode profitmarginer mere risikovillige
 - Forsøg evt. med forskellige drivmidler – afhængig af konkrete transportopgave
 - Virksomheder med meget beskedne profitmarginer kan ikke forventes at skulle drive de første års aktiviteter
- Hvad der er den bedste løsning i år er nødvendigvis ikke den bedste løsning om 4-5 år
 - Transportkøbere og operatører bør kontinuert måle hinanden for at finde det bedste set-up
- Og så er der jo vejafgiften... en god idé, en nødvendig idé eller en dårlig idé?



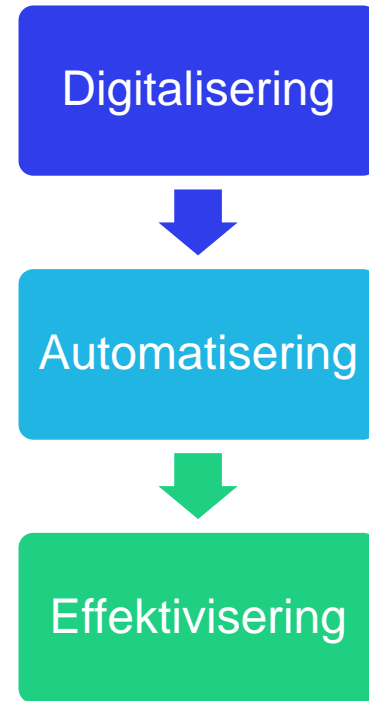


**AUTOMATION
LOGISTICS**

Automatisering i
GODSTRANSPORTEN

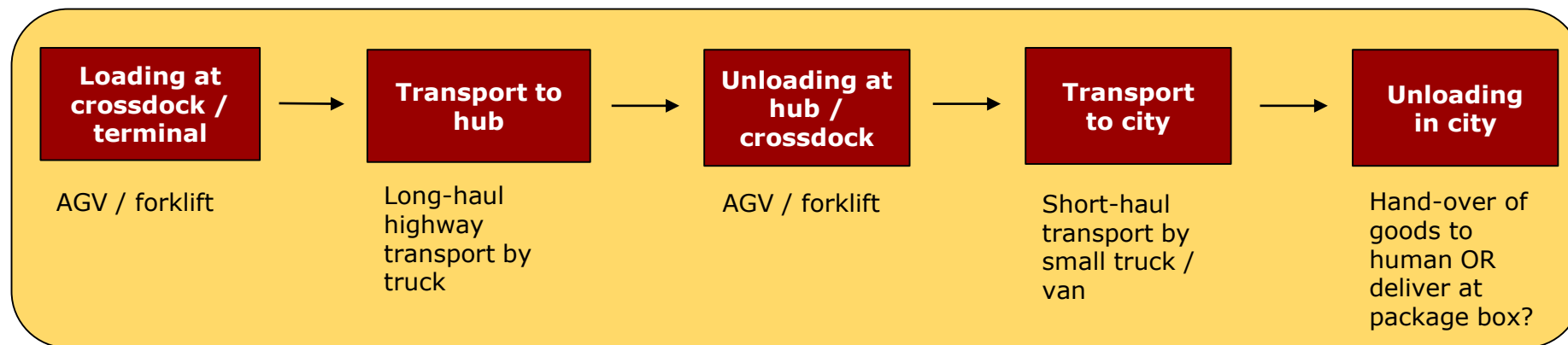
Hvorfor automatisering?

- Ikke KUN et spørgsmål om at reducere omkostninger gennem færre ansatte
- I stigende grad svært at skaffe (kvalificerede) medarbejdere
 - De højt kvalificerede kan udføre andre opgaver
- Standardiserede processer – understøttelse af de digitale processer
 - Færre fejl (på sigt)



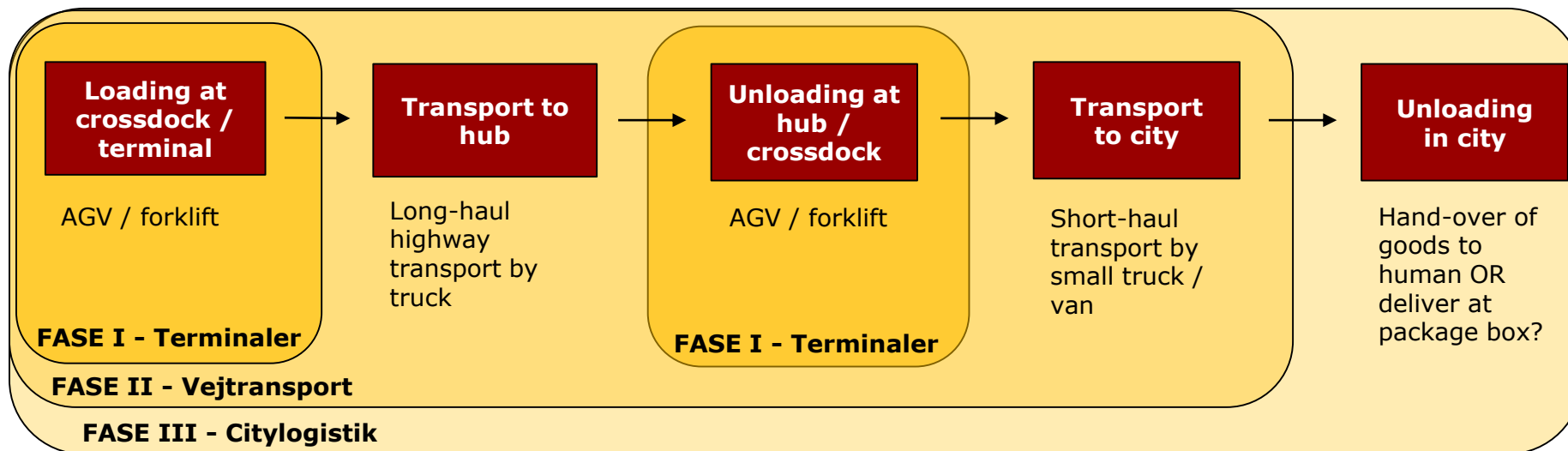
Transportkæden fra lager til detailhandleren

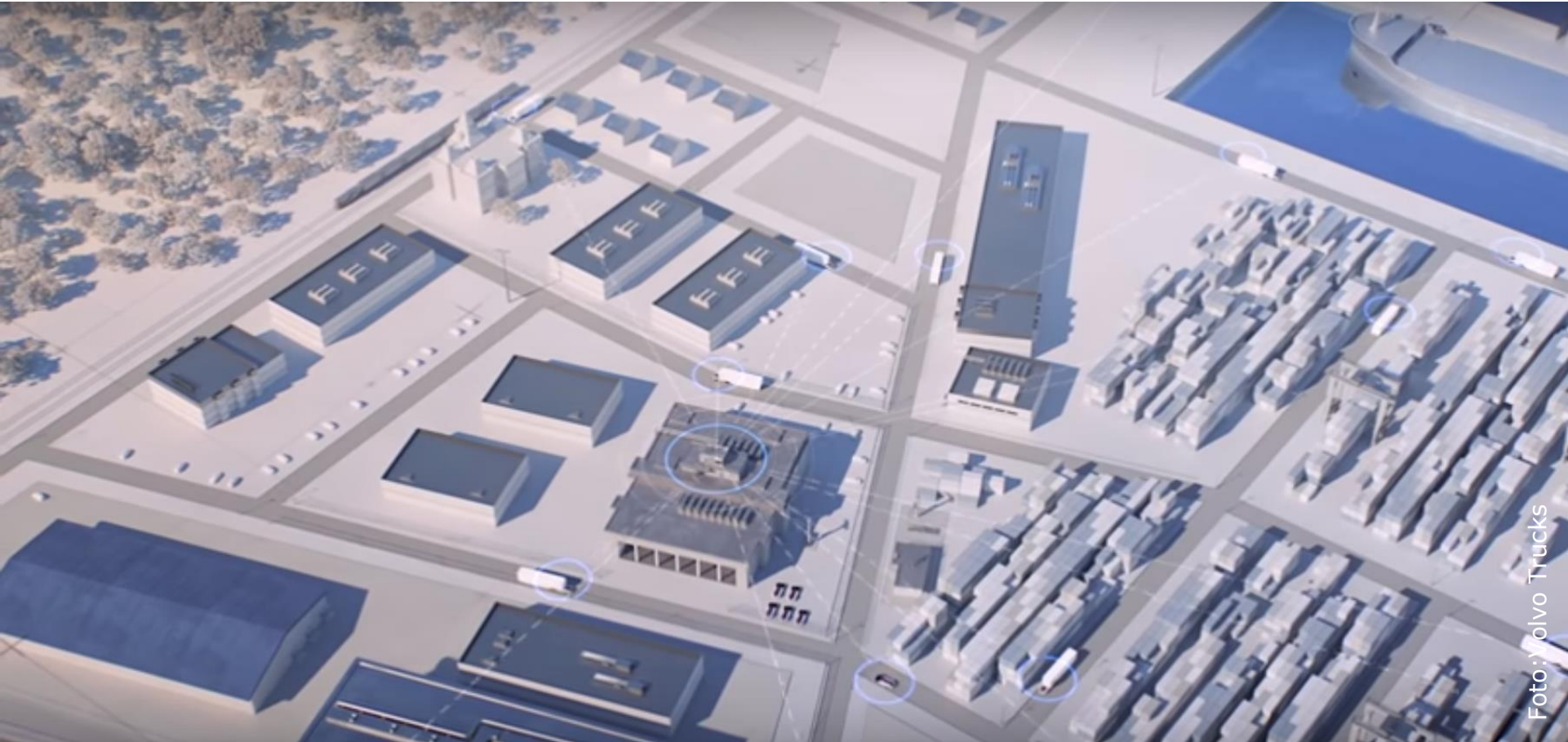
- Følger et produkt fra det bliver pillet ned fra det automatiske (høj)lager til slutdestinationen hos detailhandleren midt i en middelalderby
- Store forskelle på kompleksiteten i de forskellige trin i kæden
- Hvor kommer autonomien til at spille en rolle?
 - Lad os se nærmere på de enkelte led...



Gradvis indfasing af autonome systemer

- **Fase I – first mile** => godsterminaler, havne og lagre
- **Fase II – vejtransporten**
 - de lange internationale/nationale ture
 - de kortere regionale/lokale ture
- **Fase III – citylogistik**
 - last-mile i byer eller bynære områder





Fase I – Godsterminaler, havne og lagre

FIRST MILE

Godsterminaler, havne og lagre

- Meget høj grad af automatisering mulig
- Pick-operationer automatiske
- *Eksempel: Alibaba og Amazon's lagre... og efterhånden rigtigt mange andre – også danske*
- Oplagt at kigge på leddet mellem lageret, porten og pakning af bilen



Video: Alibaba, klip fra YouTube



Video: Volvo Trucks, klip fra YouTube

- Transporter internt i terminalområder
- Eksempel: Volvo's selvkørende trækker Vera
- Volvo's egne statements om autonomi:
 - *“Repetitive, slow speed and confined areas”*

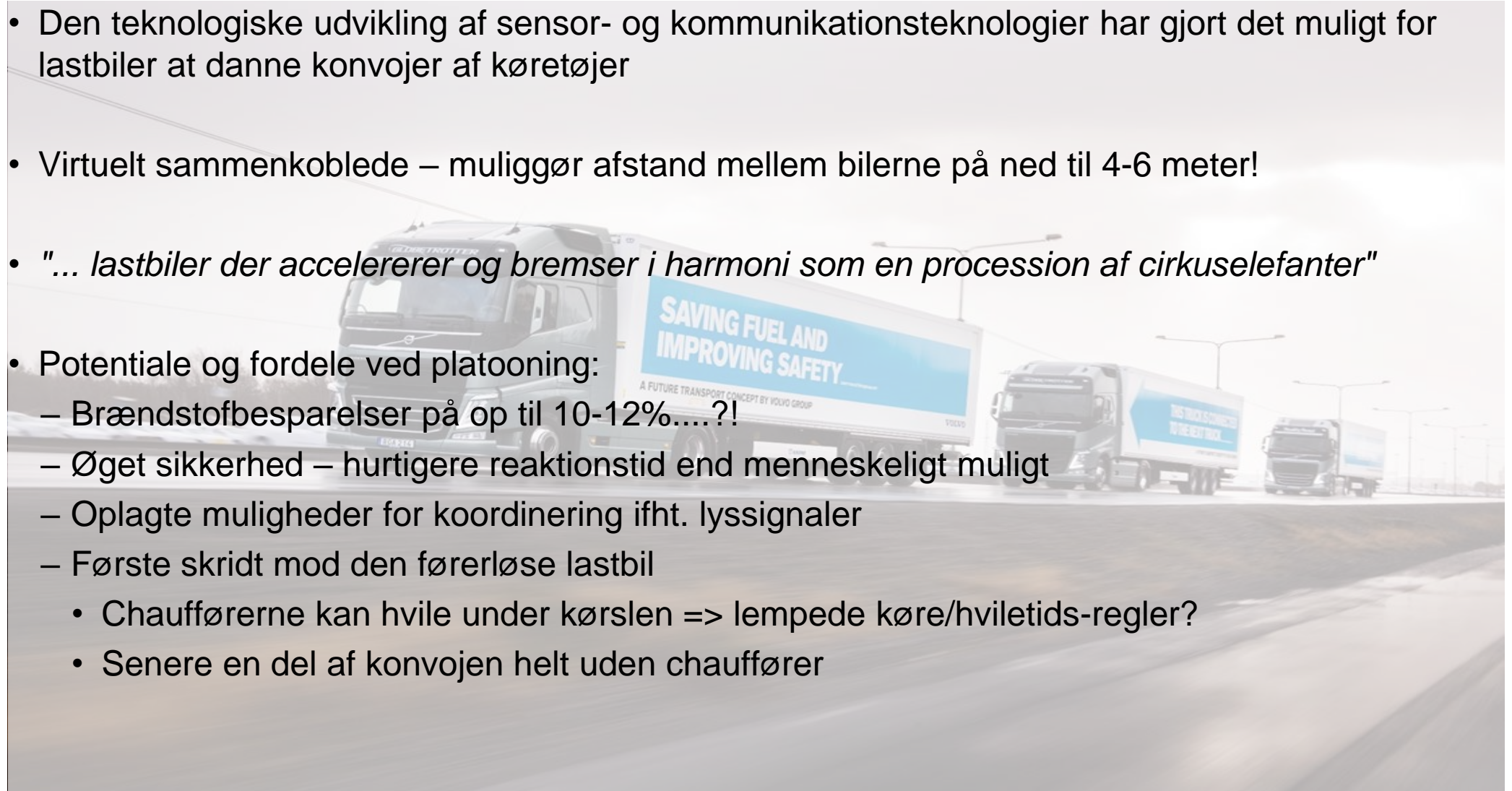


Fase II – vejtransporten

PLATOONING OG SELVKØRENDE LASTBILER

Kort om Platooning...

- Den teknologiske udvikling af sensor- og kommunikationsteknologier har gjort det muligt for lastbiler at danne konvojer af køretøjer
- Virtuelt sammenkoblede – muliggør afstand mellem bilerne på ned til 4-6 meter!
- *"... lastbiler der accelererer og bremser i harmoni som en procession af cirkuselefanter"*
- Potentiale og fordele ved platooning:
 - Brændstofbesparelser på op til 10-12%....?!
 - Øget sikkerhed – hurtigere reaktionstid end menneskeligt muligt
 - Oplagte muligheder for koordinering ifht. lyssignaler
 - Første skridt mod den førerløse lastbil
 - Chaufførerne kan hvile under kørslen => lempede køre/hviletids-regler?
 - Senere en del af konvojen helt uden chauffører



Automatisering - Platooning



- Flere storskala demoprojekter i bla. Europa
 - F.eks. det EU-støttede ENSEMBLE projekt
- Projekterne er stadig primært orienterede mod “proof-of-concept” og meget teknisk orienterede
- Sikkerhed, sikkerhed og sikkerhed
- MEN når det er på plads vil det være planlægningen og den operationelle styring der gør hele forskellen...

Automatisering - Platooning



- *Spørgsmålet er dog om konceptet ikke i højere grad er et skridt på vejen mod fuld autonomi snarere end målet i sig selv.*

Fra fartpilot til autonomi:

1. Adaptiv fartpilot
2. Platooning light (Scania)
3. Platooning med aktive chauffører
4. Platooning med delvist hvilende chauffører
5. Platooning med chauffører i enkelte biler (den forreste)
6. ... fuld autonomi...!

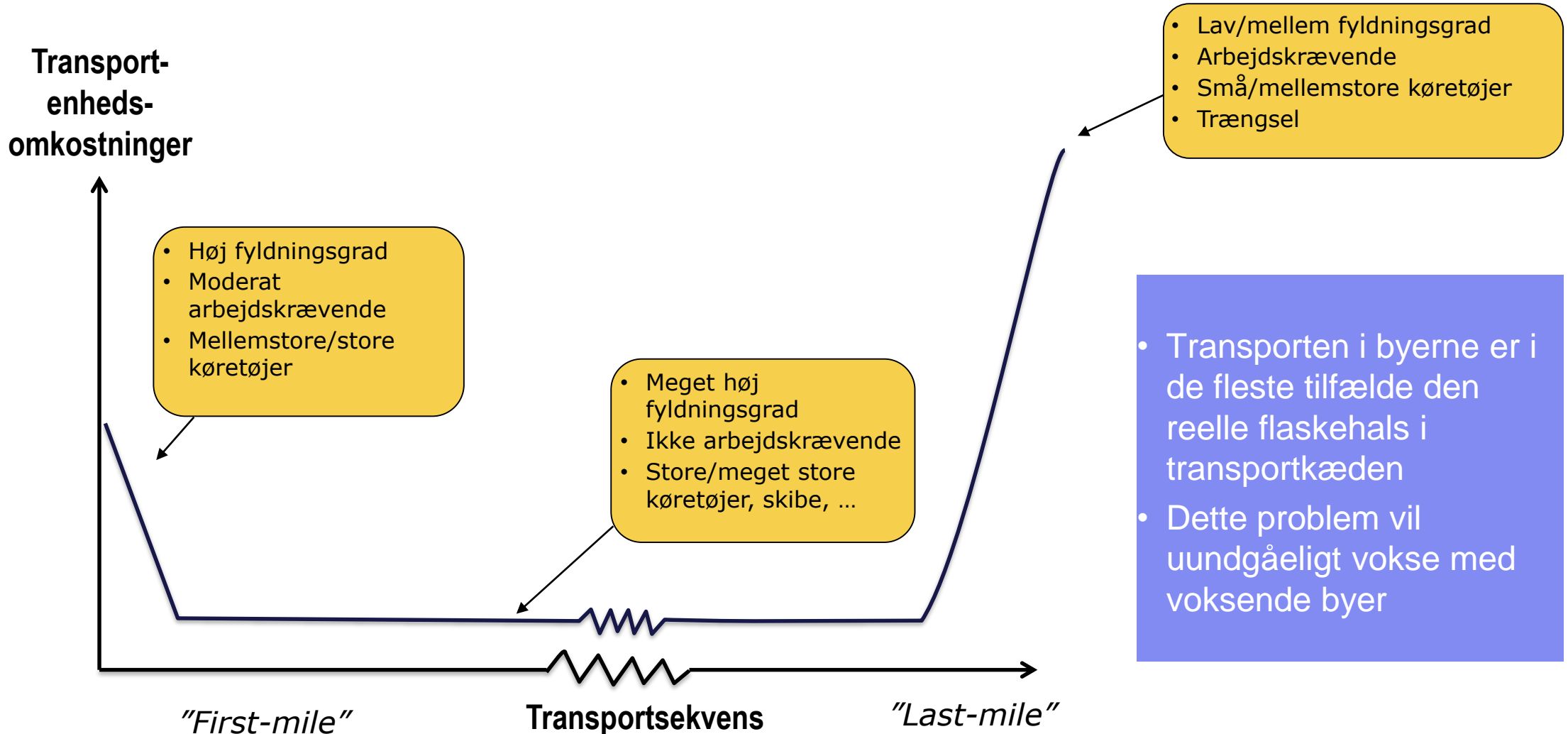


Fase III – citylogistik

LAST MILE – TRANSPORT I BYERNE

Urbanisering – transport i byerne

Problemet med den sidste (og første) kilometer



- Transporten i byerne er i de fleste tilfælde den reelle flaskehals i transportkæden
- Dette problem vil uundgåeligt vokse med voksende byer

Automatisering af godstransporten i byerne?

- Ønsket om (fuldt) konsoliderede transporter på få biler
- Voksende byer, øget dynamik i transportopgaverne og ønsket om små biler...?
- Behov for interaktion med kunder og personale – automation?!



- De oplagte løsninger er svære at få øje på i dag
- Rullende pakke-droner...?
 - Tjo, men vel alligevel ret begrænsede formål
 - ... og de flyvende droner...?!



Godstransporten i byerne – løsninger?



Foto: DHL pakkeboks.

- eHandel – automatisering af opfyldninger af pakkebokse?
- B2B logistik - mange leveringer vil fortsat kræve menneskelig interaktion

- Ønsket om at benytte byens areal mest effektivt
- Natlevering – distribution uden for myldretiderne
- IKKE oplagt, at vi kommer til at se én enkelt løsning der kan benyttes til automatisering for alle typer opgaver



Foto: Post Nord

AUTONOME BUSSE?



Simulering af en autonom shuttle på DTU's campus

- Introduktion af autonome shuttles
 - Intra-campus transport
 - Link mellem campus og kollektiv transport
- Simulerings-værktøj til at vurdere driften af et fremtidigt system
- Hovedkonklusion: Systemet har svært ved at tilbyde tilstrækkelig højklasset service til brugerne i peak-situationer
 - Enten for få shuttles (dårlig service) eller
 - Mange shuttles køre tomme rundt det meste af tiden (dyrt og ineffektivt)



Autonome bussystemer?

- Fleksible løsninger gennem sammenkobling af et antal enheder
- F.eks. "Next Future Mobility"
 - Modulære elektriske køretøjer
 - Sammenkobling i fart
 - Passagererne kan skifte fra et modul til det næste under kørslen
 - Se evt. <https://www.next-future-mobility.com/>



Foto: Next Future Mobility

- Kan man forestille sig et lignende koncept for længere ture?
- Udfordrer måske skinnebårne transportløsninger
 - ...på trods af fraværet af fordelene ved mindsket rullemodstand på skinner

Afrunding

HVAD GEMMER FREMTIDEN?



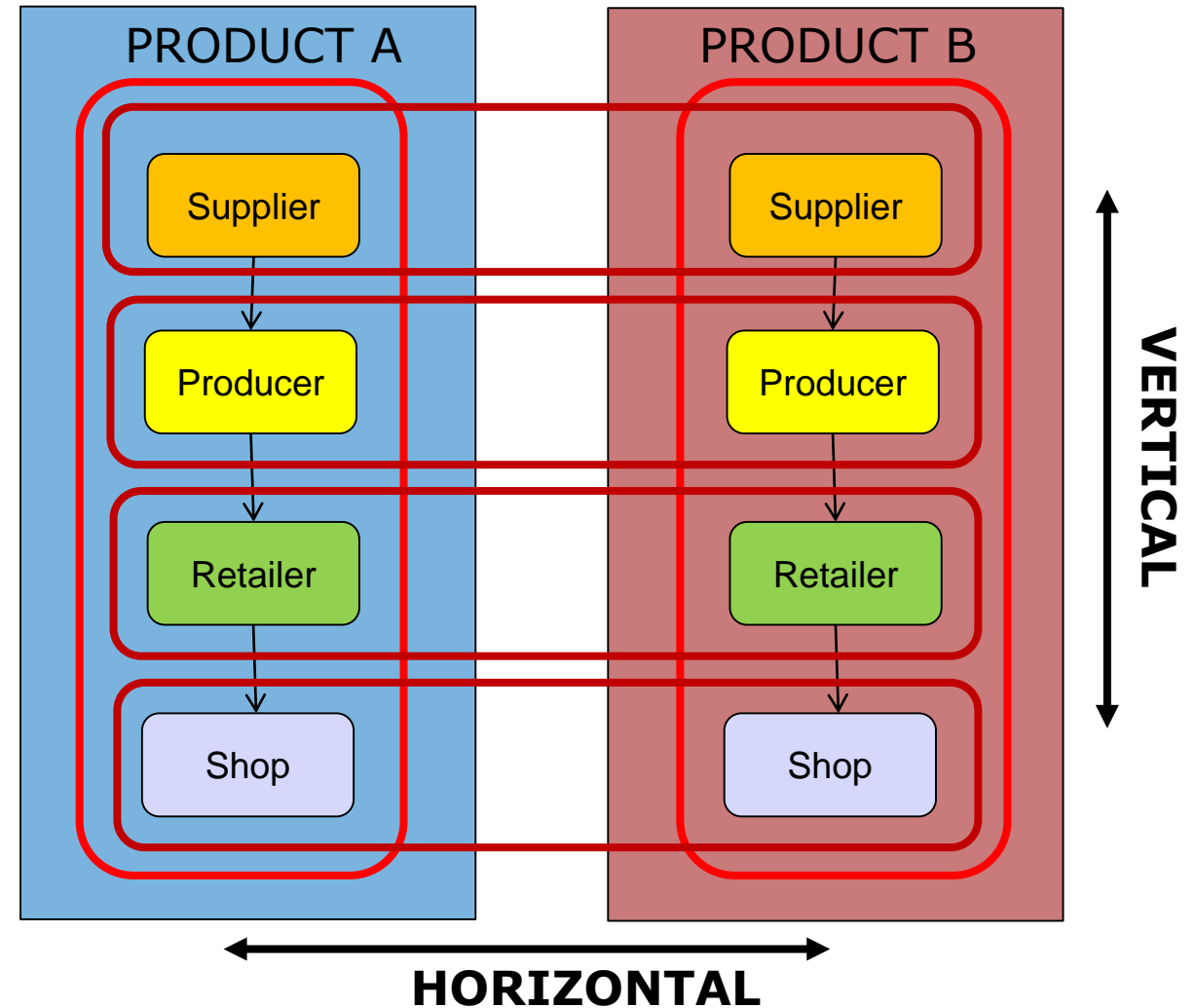
Picture: Colourbox.com

Horisontalt samarbejde... viser sig svært i praksis

- **Vertikalt samarbejde:**
 - Mellem virksomheder på forskellige niveauer i forsyningskæden
- **Horisontalt samarbejde:**
 - Mellem virksomheder på samme niveau i forsyningskæden
- Horisontalt samarbejde **fordrer tillid** til hinanden og aftaler om at **dele profitter/ besparelser** på en fair vis
 - Udfordrer traditionelle forretningsmodeller

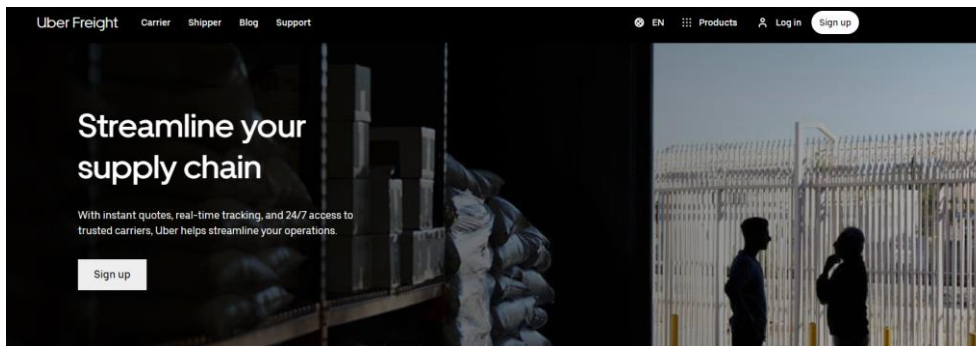
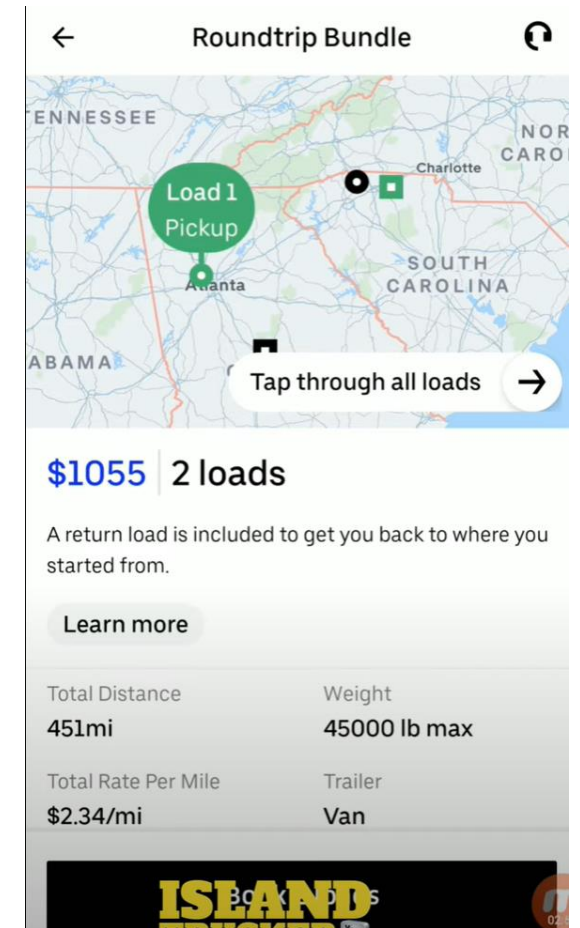
REFERENCE:

M. Barratt [2004]: Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. *Supply Chain Management-an International Journal*, 9 (1): 30-42.



... men **alternativet** kan vise sig at være værre ...

- Transportoperatørernes forbehold over for horisontalt samarbejde er lette af forstå
 - ... dog har Uber Freight allerede introduceret deres "Roundtrip bundles" i USA
- ... hvis transportoperatørerne ikke kan finde en eller anden måde at samarbejde på, risikerer de at blive reduceret fra at være virksomheder med selvstændige forretninger til at være underleverandører til f.eks. Uber Freight (eller lignende tjenester)
- Problematikken vedrørende forretningsmodeller: "Heavy asset", "light asset", "no asset" => alle ønsker at reducere deres risici (så assets som muligt)



The Physical Internet...?!

- ... there comes a day... måske...
- Konceptet **The Physical Internet** udstikker en vision på det lange sigte (2050) opbygget omkring
 - Konsolidering af godsflows
 - (Smart) deling af materiel/ressourcer
- Gods finder selv den mest bæredygtige vej gennem systemet fra shipper til modtager (klima- og miljømæssigt såvel som økonomisk)
- Digitalisering og automatisering er helt centrale forudsætninger for **The Physical Internet**

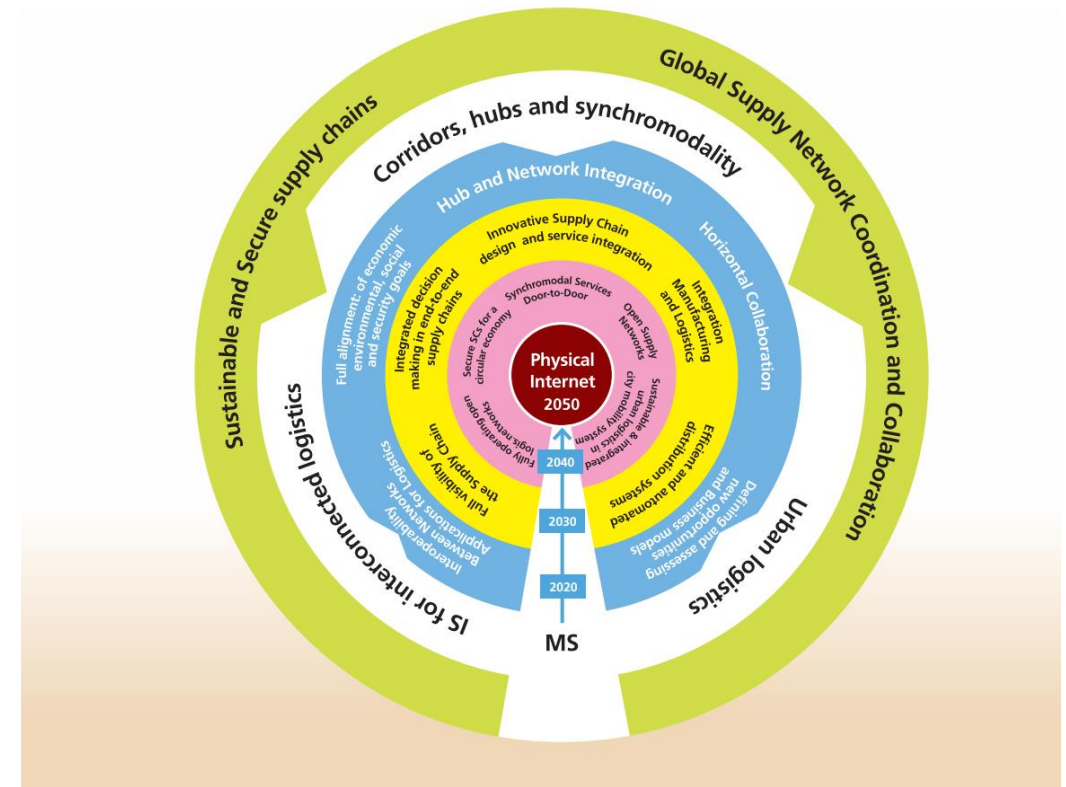


Figure: "Urban Freight", Research & Innovation Roadmap, ALICE

Afrunding

- Tidens megatrends omkring **bæredygtighed**, **digitalisering** og **automatisering** giver nye muligheder men stiller også virksomhederne overfor en række svære valg og prioriteringer
- For den tunge transport peger pilene mod at
 - **batteri-elektriske køretøjer** mest oplagte alternative energiform
 - teknologierne omkring **autonome køretøjer modnes**, men er reelt stadig ganske langt fra et større kommercielt gennembrud
- Hovedpointe: Selvom vi formoder at man vil se store teknologiske gennembrud (disruptions) så er det mest sandsynligt at fremtiden kommer til at bestå af mange **mindre og mellemstore opdagelser og nye teknologier** der tilsammen kan løse de udfordringer vi står overfor.



Foto: Colourbox

**Tak for
opmærksomheden!**

**Spørgsmål og
kommentarer?**

Contact info:

**Allan Larsen, Professor
Operations & Supply Chain Management
Management Science
DTU Management
E-mail: alar@dtu.dk**

DTU

