

# Metropolitan Goods Transportation

Et notat om Co2 og bæredygtig gods transport til og fra København indre by  
Oktober 2019

Udarbejdet af Claes Stig Ruø Jensen

# Indhold

<b>Indledning</b> .....	<b>3</b>
<b>Projektets delelementer</b> .....	<b>3</b>
<b>Metro Container</b> .....	<b>3</b>
Måltal for Metro Containere.....	3
<b>Omladningsterminal</b> .....	<b>4</b>
<b>Københavns Metro Tog</b> .....	<b>4</b>
Måltal for Metro tog.....	4
<b>Gods Metrotog</b> .....	<b>4</b>
<b>Metro stationerne</b> .....	<b>4</b>
Måltal for elevatorer:.....	5
<b>Distribution over jorden</b> .....	<b>5</b>
<b>Kapacitet</b> .....	<b>5</b>
<b>Kapacitet med almindelige Metrotog</b> .....	<b>5</b>
<b>Kapacitet med specielle Metro Godstog</b> .....	<b>6</b>
<b>Specielle Metro Gods Stationer</b> .....	<b>6</b>
<b>Vision</b> .....	<b>6</b>
<b>Interessenter for et udviklingsprojekt i København</b> .....	<b>6</b>
<b>Projektplan</b> .....	<b>7</b>
<b>Organisation</b> .....	<b>7</b>
Bestyrelse.....	7
Direktion.....	7
Operationelle arbejdsgrupper.....	7
<b>Finansiering</b> .....	<b>7</b>
Investorer og Kapitalgrundlag.....	7
Forslag til ejerskab.....	8
Interne medarbejdere.....	8
Eksterne medarbejdere.....	8
<b>Pilotprojekt</b> .....	<b>8</b>
<b>Potentiale for løsningen</b> .....	<b>8</b>

## Indledning

Dette dokument er første version af et ide udkast om CO2 og forureningsfri gods transport i verdens storbyer.

Ideen baserer sig grundlæggende på at udnytte den ledige kapacitet de fleste metrosystemer har i nattetimerne. Eksempelvis kører Københavns Metro med 20 minutters intervaller i tiden 00-05 natten efter søndag til torsdag.

I denne periode vil det være muligt at køre med computerstyrede "Metro Godstog" med robotstyrede og selvkørende "Metro containere".

Eksempel på gods er ferskvarer, varer til større og mindre detailforretninger, pakker til pakkeudleveringsteder, leverancer til restauranter og cafeer samt byggematerialer til håndværkere og entreprenørvirksomheder.

Projektudarbejdelsen bør foregå i 3 faser/modeller:

Fase 1. Delvist manuel styring under og over jorden i eksisterende tog og stationer. Etableres inden for 3 år.

Fase 2. Fuldautomatisk styring under jorden med specielle "godstog". Halvautomatisk styring over jorden. Etableres inden for 5 år.

Fase 3. Fuldautomatisk styring under og over jorden, specielle godstog, nye specialdesignede elevatorskakter til godsstationer. Etableres inden for 8 år.

Over en 8 årig periode vil udviklingen foregå glidende med implementering, test og drift og udvikling af nye og optimerede logistik og IT løsninger.

## Projektets delelementer

### Metro Container

Vi opererer med 3 typer af Metro containere: Almindelig gods, Kølegods og Frysegods. Containerens køling, robotcomputer og fremføring baseres på batteridrift. Opladning sker automatisk fra tognettet når containeren befinder sig i togvognen. Fremtidige "Godstog" har indbygget "El Lade Stik". Almindelige Metrotog kan tilføjes en trådløse magnet lade enheder.

Når konceptet er testet i København, vil det kunne eksporteres til alverdens storbyer, hvor der findes lignende "Metro" "Letbane" eller "S-togs" transport. Markedet for CO2 og partikel fri transport er uendeligt, ikke mindst når man, som i dette projekt, kan undgå konventionelle diesel lastbiler i bymiljøet, og i modsætning til el og førerløse lastbiler samtidig løser en del af trængselsproblemerne i "indre By". Konventionel person og godstransport vil overgå til Fossilfrit brændstof, men vil stadig fylde meget på indfaldsvejene og i de indre bymiljøer.

### Måltal for Metro Containere

En selvkørende Metrocontainer der kan manøvrere i tog, på stationer og i elevatorer skal holde målene:

Bredde: 100 cm.

Længde: 160 cm.

Højde: 180 cm.

Netto rumindhold. Eksklusiv batteri, elektronik og hjulhøjde er ca. 2,5 m<sup>3</sup>. Hvis der skal findes fryse eller køleaggregat vil rumindholdet blive reduceret til ca. 2 m<sup>3</sup>.

Disse mål betyder at en 40 fods container eller Sættevogn kan rumme 14 "Metro Containere". En 20 fods container kan rumme 7 "Metro Containere".

## Omladningsterminal

I yderkanten af Metro linjen ved serviceområderne, er der mulighed for at etablere en terminal hvor konventionelle lastbiler afleverer 20/40 fods containere eller sættevogne. I København er der gode muligheder på Vestamager hvor metroen serviceres og hvor den krydser motorvejen. Den nye metro "City Ringen", har servicecenter på baneterrænet i Vadsbygade, hvor der er god tilgang for godstog og lastbiler.

I hver traditionel container som kommer til området er der lastet Metro containere, som er digitalt registreret med indhold, afsender og modtager.

Når døren åbnes bevæger Metro containerne sig ubemandet fra Container sættevogn til et metro godstog i en rækkefølge, som er styret af logistiksystemet, som optimerer rækkefølge og bestemmelsessted. Logistiksystemet er udviklet ved hjælp af robotteknologi og kunstig intelligens, og bygget på de nyeste erfaringer inden for logistik optimering.

Logistik softwaren skal sikre at Metro Containerne læses korrekt og afleveres på det rigtige bestemmelsessted. Det er derfor afgørende at Virksomheder, som bruger og udvikler Logistik software er partnere i projektet.

Logistik softwaren skal integreres med Metroens driftssoftware, så de rigtige Metro Containerne afsættes på de rigtige stationer.

## Københavns Metro Tog

Københavns Metro kører med AnsaldoBreda "Driverless" 3 vogns togsæt.



## Måltal for Metro tog

### Hver vogn har 2 døråbninger:

Et tog har 6 døråbninger

Bredde: 130 cm

Højde: 194,5 cm

Vognene har ingen niveauforskel ved udstigning, hvilket gør det nemt at læsse og losse selvkørende Metro Containerne.

## Gods Metrotog

Et Gods Metrotog er et specialdesignet Metrotog uden overbygning. Godstoget designes så det ved en Metrostation under af- og pålæsning kan forskyde sig 3 "Stations døråbninger", så Metro containerne kan pakkes tæt på Metro Godstoget, i modsætning ved brug af person metro tog.

Kapaciteten for et Metro Godstog kan således udvides fra 6 til 20 containere.

Et Godstog har el lade aggregater, som automatisk tilkobles når Metro Containeren står på vognen.

## Metro stationerne

Stationerne i Københavns Metro er designet så med gode adgangsforhold fra tog via perron til elevator. Der er ingen niveauforskelle under og over jorden og god plads på perronerne. Det muliggør transport med mindre godscontainere uden at hæmme fremkommeligheden på stationen/perronen. Alle stationer har 2 elevatorer for enden af perronen som hurtigt kommer til gadeniveau.

## Måltal for elevatorer:

Bredde: 110 cm

Længde: 190 cm

Højde: 230 cm.



Karakteristisk for elevatorerne er at adgang til dem både oppe og nede er uden trin, da de er designet til kørestole mv.

## Distribution over jorden

Hver station kan modtage 6 containere pr. tog. Containerne bringes til gadeniveau via eksisterende elevatorer.

Slut distributionen i byen foregår i første fase ved at Metro containere kobles sammen og trækkes af en bemandede el styreenhed. Det kan eventuelt ske ved en fjernstyre enhed, som kan styre containeren individuelt eller samlet. Senere vil det være en opgave for selvkørende enheder. De fleste containere sættes bare af på deres bestemmelsessted og afventer morgen personalet for tømning, andre fordeles til flere mindre modtagere. Der findes i dag veludviklede logistikløsninger for natlevering.

Bestemmelsessted styres via programmerede chips, som via IT teknologi og APPS guider Containerne til deres destination. Ved hjælp af samme teknologi returneres tomme containere så de står klar på stationernes modsatte perron når retur godstoget kommer.

## Kapacitet

Der kan køres på henholdsvis M1/M2 og M3/M4 i perioden mellem kl. 00:00 og 05:00 i nætterne efter søndag til torsdag, svarende til 5 nætter. Det skønnes at der er 6 relevante stationer på M1/M2 og 8 relevante stationer på M3/M4. Relevante stationer er hvor der er gågade, tæt bebyggelse og et antal af større og mindre forretninger. Områder, hvor man prøver at reducere godstransport baseret på diesel og fossilt baseret brændstof. Ligeledes er det områder, hvor man ønsker trafikken reduceret markant.

## Kapacitet med almindelige Metrotog.

1. Hvert almindelig Metrotog medbringer 6 Metro containere
2. Hver station kan modtage 6 Metro containere pr. aflevering.
3. Hvert tog kører til hver sin station med alle 6 containere.
4. Der laves en afsendelse i hvert 20 minutters interval. Senere vil det kunne optimeres til 2 afsendelser på interval.
5. En afsendelse på M1/M2 omfatter 6 tog med 1 minuts mellemrum.
6. En afsendelse på M3/M4 omfatter 8 tog med 1 minuts mellemrum.
7. Togene kører direkte og stopper på en relevant station i fremadgående retning. Returgods leveres fra modsatte perron i modgående retning.
8. Der er 4 timer med 3 intervaller til rådighed pr. nat. I alt 20 intervaller
9. 14 Stationer kan modtage 3 gange gods hver time.
10. Der går minimum en time før næste Metro godstog kan komme til den samme station.

11. Togene og godsets logistik håndteres af en computer algoritme, som optimerer driften

Hver nat kan der fragtes **336 Metro Containere** til indre by, hvilket svarer til **833 m<sup>3</sup>** gods.

Hver uge kan der fragtes **4.166 m<sup>3</sup>** gods til indre by.

På den måde kan Indre By i første omgang spares for ca. 80 dieseldrevne lastbiler pr. døgn og ca. 400 på en uge. Med en optimering af systemet vil dette hurtigt stige til det dobbelte.

## **Kapacitet med specielle Metro Godstog**

Et specielt Metro Godstog udvider kapaciteten fra 6 til 20 Metro Containere. Det vil give mulighed for at udvide den samlede kapacitet markant. Pga. de underjordiske stationers størrelse og elevator kapacitet vurderes det, at et Metro Godstogs fulde kapacitet kun vil kunne udnyttes på en specifik Gods station. Visse stationer vil dog kunne håndtere op til 12 Containere pr. leverance.

## **Specielle Metro Gods Stationer**

En Metro Gods Station er en fremtidig erstatning af eksisterende Metrostationer. Den består af en afsætningsperron og et effektivt elevatorsystem. Vi ser lignende teknologi benyttet på større Højlagre og elevatorparkeringsanlæg. En arbejdsgruppe vil kunne identificere mulige lokationer langs de eksisterende Metrolinjer.

Der vil være mulighed for at etablere lagerhuse for Metro Containere over jorden, hvor Containerne afventer levering til slutdestination.

Det vurderes, at der kan etableres underjordiske Metro Gods Stationer med Elevator og lagerfaciliteter 3-4 steder i indre by.

## **Vision**

Når systemet optimeres med specifikke Metro Godsstationer og terminaler, vil kapaciteten stige markant idet der kan transporteres væsentlig mere gods i tidsintervallerne om natten. Men specielle Metro Godstog, Metro Godsstationer, Metro Gods terminaler og selvkørende GPS styrede Metro containere er fremtidens City Gods distribution skabt.

Vores vision er at systemet skal implementeres i alverdens storbyer ved at benytte eksisterende infrastruktur og en teknologi som allerede findes. Jeg tror at vi i Danmark kan håndtere denne opgave.

## **Interessenter for et udviklingsprojekt i København.**

For at realisere og detailspecificere et projekt som dette, vil det være nødvendigt at lave et projekt- og analyseselskab, hvor der inddrages interessenter, som kan bidrage med forskellige kompetencer. Nedenfor har jeg listet en række virksomheder og institutioner, som kan være relevante i denne sammenhæng.

Min erfaring siger mig, at hvis vi ønsker gennemført en hurtig analyse, skal deltagende Interessenter ikke have kortsigtet økonomisk fordel af projektet, men mulighed for at investere og have ejerskab i det senere operationelle system.

**Computerstyret metrotogdrift.** Eksempelvis: Metroselskabet, Metrotog leverandør (Ansaldo Breda), Metrotog operatør.

**Transportselskaber.** Maersk, DSV, GLS, DHL, PostNord etc.

**Ingeniørselskaber.** Rambøll, Cowi, Niras, Grontmij etc.

**Universiteter.** DTU, Københavns Universitet, CBS.

**Robot teknologivirksomheder:** Odense Robotics, DTU Science Park etc.

Hertil kan tilføres midler og kompetence fra Københavns Kommune, Private fonde og Innovationsfonden.

## Projektplan

Planen er et forslag til hvordan projektet kan søsættes. Det første år bruges til en analyse, hvorefter det vurderes om projektet om kan realiseres teknisk og ikke mindst politisk.

Andet år skal bruges til at udvikle prototyper af Metro Containere, IT systemer og logistiksoftware.

## Organisation

Organisationen bygges op i takt med at projektet får momentum. Der ønskes en agil og fleksibel organisation, som involverer specialister fra både private virksomheder og universiteterne. Vi ønsker et miks af fast ansatte og flere løst "kontrakt" ansatte. På den måde kan vi involvere den bedste kompetence, der findes i Danmark og andre EU lande.

## Bestyrelse

Selskabet ledes af en bestyrelse bestående af alle interessenter. Bestyrelsen skal fungere som en styregruppe, som skal sikre, at projektet følger planen og økonomien.

## Direktion

Direktionen består af en administrerende direktør og 2 underdirektører. Alle direktører skal deltage i en eller flere arbejdsgrupper, så der er tæt kontakt mellem ledelse og operation. Direktørerne kan ikke være projektleder for arbejdsgrupperne.

## Operationelle arbejdsgrupper.

Der etableres arbejdsgrupper inden for:

- Logistik
- IT software
- Økonomi
- Metrodrift
- Politik og presse

Alle grupper har repræsentanter, som koordinerer arbejdet via en Designgruppe og en Projektledelsesgruppe. Der vil i et projekt som dette opstå forskellige interesser og ønsker mellem dem som skal levere ydelsen og dem, som skal bruge ydelsen. Tilsat kommunal og landspolitiske ønsker kan det blive en vanskelig cocktail at håndtere.

## Finansiering

Vi ønsker at opbygge et konsortium af relevante spillere. I pilotprojektet skal visse nøglemedarbejdere have aktieoptioner, som udløses når Pilotprojektet er succesfuldt gennemført.

Jeg skal her skitsere en mulig ejer struktur. Det er vigtigt at alle, som deltager har hånden på kogepladen og deltager aktivt.

## Investorer og Kapitalgrundlag

Det vurderes at et kapitalindskud på 10 mio. kr. kan finansiere analysefasen og pilotfasen år 1. og år 2.

Innovationsfonden/Staten 25%  
Større logistik og distributionsvirksomhed 30%  
Robotteknologivirksomheder 10%  
Metroselskabet 10%

Københavns Kommune 10%  
Andre 15 %

### **Forslag til ejerskab**

Nøgle medarbejdere 10 – 20 %

Resten fordeles mellem de aktive investorer efter indskud.

Bestyrelsen sammensættes forholdsvis af ejerne. Formanden skal have en forretningsmæssig, iværksætter og en politisk stærk profil.

### **Interne medarbejdere**

Adm. dir. og ansvarlig overfor bestyrelse Claes Jensen.

Direktør med ansvar for Design, IT og Logistik.

Direktør med ansvar for Økonomi, Ressourcer og projektledelse.

Administration og projektleder/sekretær. 5 medarbejdere.

3 unge Ingeniører/sidste års studerende med logistik og robotteknologi speciale.

### **Eksterne medarbejdere**

Der købes projektkompetence ind fra de faglige investorers virksomheder. Der arbejdes med en fast lav aftalt timepris. Estimeret til kr. 400 pr. time. Gevinsten skal høstes af virksomhederne, når projektet bliver realiseret. I forbindelse med indgåelse af ejerskab/samarbejde aftales hvilke kompetencer og i hvilket omfang der skal leveres.

Andre ydelser og materialer indkøbes fra 3. part til markedspriser.

### **Pilotprojekt**

Målsætningen er at have et pilotprojekt klar til test ultimo 2021 med henblik på fuld Fase 1. produktion ultimo 2022.

Herefter vil det være muligt at gå videre til fase 2 og 3.

### **Potentiale for løsningen.**

Det er vigtigt at selskabet organiseres så det i løbet af 2-3 år er klar til at lave tilsvarende projekter i andre storbyer i verden. Alle større byer har samme problem som København med luft forurening, trængselskaos og voldsom CO2 udledning. De fleste byer har en velfungerende Metro.

Løsninger for godstransport kan kun findes under jorden og i luften. Det må være en opgave for en dansk virksomhed at fremme løsninger og teknologi under jorden nu vi har fået en moderne og førerløs Metro.