

Dette udvidet resumé er udgivet i det elektroniske tidsskrift

Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

(Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

<https://journals.aau.dk/index.php/td>

It's the demand density, stupid – hvorfor efterspørgsel er essentiel for et DRT-system

Steffen Bank, stb@moviatrafik.dk

Erik Fjord Moesgaard, efm@moviatrafik.dk

hhv. Data Scientist og Chefkonsulent, Fleksibel Mobilitet, Trafikselskabet Movia

Abstrakt

Med mere end seks millioner rejser på landsplan er Flextrafik et af verdens største og mest komplicerede DRT-systemer, som kombinerer kørsel til forskellige formål, med tilsvarende mange serviceniveauer og vogntyper. For at kunne opretholde en fornuftig driftsøkonomi, så kommuner og regioner kan tilbyde borgerne denne løsning, kræver det en stor volumen og tæthed af ture. Indlægget vil vise vigtigheden af volumen og tæthed for at skabe et bæredygtigt produkt, forstået som et produkt med en høj udnyttelse og dermed en god driftsøkonomi og mere mobilitet for den samme mængde penge.

Hvorfor er efterspørgsel afgørende for at drive et effektivt DRT-system?

Flextrafik er et DRT-system (Demand-Responsive Transport), hvor vogne af forskellige typer kører fleksibelt baseret på efterspørgsel, frem for faste ruter og tidspunkter. For at kunne skabe en bæredygtig drift, både hvad angår økonomi, miljø og klima, kræver det, at efterspørgslen er så høj, at turene kan koordineres, så vognene f.eks. kun kører få kilometer uden passagerer.

Flextrafik i Movias regi koordinerer en række kørselsformål inddelt i kørselsordninger (se Bilag 1) i et fælles planlægningssystem, på vegne af 45 kommuner og to regioner. Antallet af serviceniveauer og individuelle behov er derfor betydeligt. Kombineres dette med en geografi, hvor befolkningstætheden mange steder er ganske lav og det faktum at efterspørgslen er spredt ud over døgnet og ugedagene, mindskes muligheden for at koordinere turene. Der er derfor behov for at mængden af ture (volumen) i systemet når en kritisk masse, hvilket kan ske ved at øge efterspørgselstætheden (*demand density*).

Koordinationen af kørsel er central, fordi operatørerne betales pr. driftstime og betalingen er dermed uafhængig af hvor mange personer, som vognen medtager. Movia har derfor – på vegne af ejerne - incitament til at fylde bilerne mest mulig op. Dette kan enten ske ved at slække på serviceniveauerne (f.eks. ved at tillade større omvejskørsel for at få en ekstra kunde med i vognen) eller ved at øge volumen. I praksis foretager Flextrafik hele tiden en afvejning mellem gener for kunderne i bilerne og økonomiske gevinster for ejerne (kommuner og regioner).

Hvordan påvirker efterspørgselstætheden planlægningseffektiviteten?

Movias erfaringer viser, at det påvirker planlægningseffektiviteten negativt hvis volumen er lav. En høj planlægningseffektivitet er kendetegnet ved lave omkostninger pr. kørsel og et lavt antal kørselskilometer (af hensyn til klima og miljø). Disse faktorer optimeres indenfor rammerne af passagerernes serviceparametre (kørestole, visitation til direkte eller solokørsler o.l.).

Der er evidens for Movias grundantagelse om, at jo flere passagerer, som efterspørger ture, jo mere øges sandsynligheden for, at der er sammenfald i de vogne, som anvendes.

Hvis vi definerer:

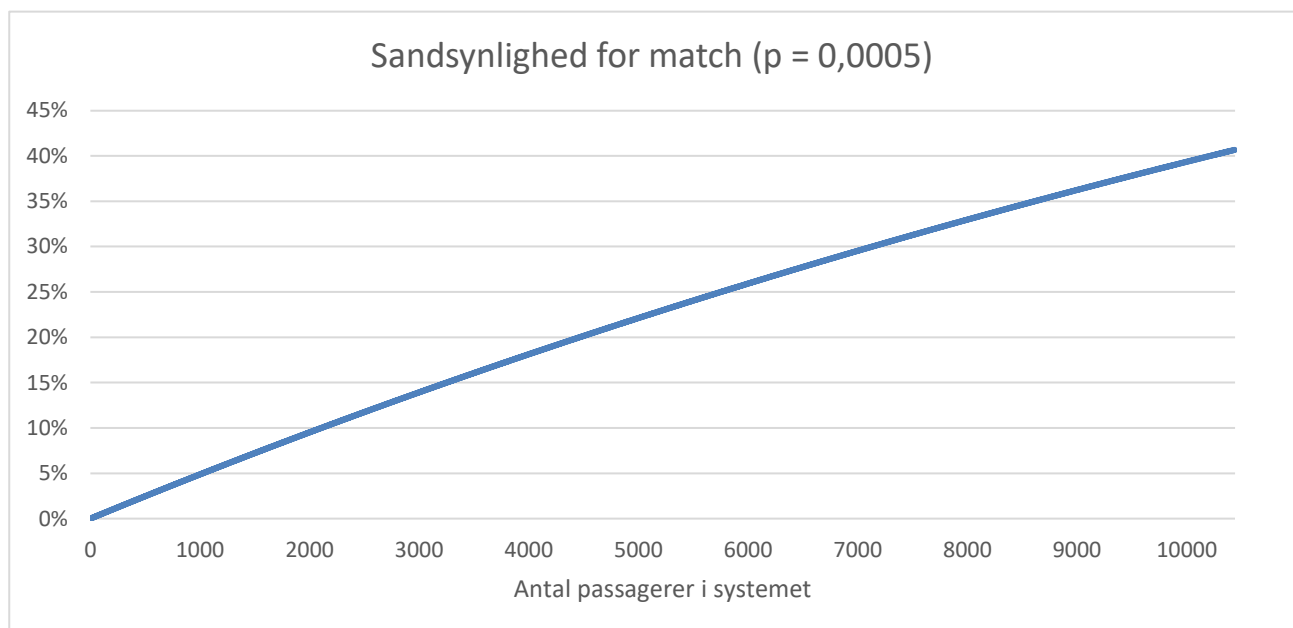
- p som sandsynligheden for at den enkelte passager kan matches med en anden
- n som antallet af passagerer i systemet totalt

vil den samlede sandsynlighed for et match (en koordinering) være:

$$P_{match} = 1 - (1 - p)^n$$

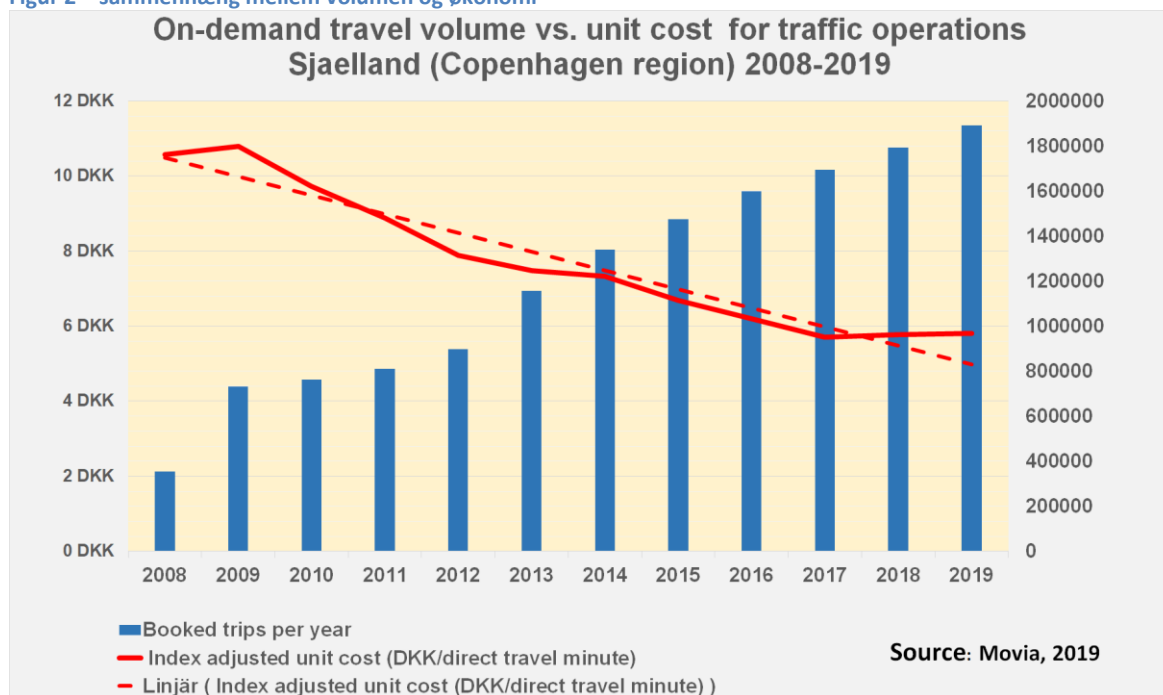
Når n stiger vil $(1 - p)^n$ blive mindre, hvilket betyder at den samlede sandsynlighed for koordinering øges. Det er naturligvis vanskeligt at estimere p , men som følge af faktorer som geografi (start- og slutdestination), tidspunkt og serviceparametre vil p være lav, f.eks. 5×10^{-5} . I det tilfælde vil den teoretiske P_{match} ved 6000 ture være 25,9%, mens den ved 7000 ture vil være 29%. Figur 1 viser at sammenhængen for et match stiger ved større volumen.

Figur 1 – sammenhæng mellem antal passagerer i systemet og match



Når kørselsvolumen forøges, bidrager det til at reducere den marginale kørselsudgift for alle involverede ejere. Den svenske trafikforsker Yngve Westerlund har påvist sammenhængen med afsæt i en analyse af kørslen i Movias flextrafik over en 12-årig periode. Resultaterne ses af figur 2. Som omkostningsindikator anvender han pris pr. direkte rejseminut (PDR), som er et mål for hvor meget det koster at udføre et minuts kørsel i Flextrafik-regi.

Figur 2 – sammenhæng mellem volumen og økonomi



Som det ses af figuren, er der en tæt sammenhæng mellem kørselsvolumen og økonomi således, at udgiften pr. minut falder i takt med at volumen stiger. Dette stemmer overens med Movias egne observationer af data siden 2022, som ses i bilag 2. Bilag 2 viser en sammenhæng mellem kørselsudgift pr. minut og antal rejser. Her ses antal rejser (x-aksen) og pris pr. direkte rejseminut (økonomi). På en typisk hverdag foretages der 6-7.000 ture i Movias område, men som figuren indikerer, øges effektiviteten meget ved at øge efterspørgslen lidt. Der er derfor – indenfor de nuværende rammer – gode argumenter for at pulje forskellige kørselsbehov sammen i et system som trækker på et sæt af vogne i samme system.

Case: Roskilde, Hillerød og Køge kommuner

Et eksempel som kan illustrere vigtigheden at høj efterspørgselstæthed, er ved at se på Flextrafiks kørselsvolumen i tre sammenlignelige kommuner, aktuelt Roskilde, Hillerød og Køge kommuner. Som det fremgår af Bilag 1 – hvor de forskellige kørselsordninger fremgår – skal kommunerne tilbyde Flexhandicap-kørsel gennem det regionale trafikselskab. Det er således muligt at sammenligne denne ordning på tværs af kommuner for at isolere nogle af de lokale effekter, der måtte være. En af de effekter er mængden af øvrig kørsel, som der kan koordineres med.

De tre kommuner minder om hinanden idet kommunerne

- ligger relativt tæt på København
- består af landområder og en større hovedby
- huser et hospital
- skal tilbyde Flexhandicap gennem trafikselskabet jf. bilag 1

Tabel 1 viser nogle karakteristika for kommunerne generelt samt nogle Flextrafik-relaterede nøgletal. Det væsentligste tal her er, at der er over 100.000 årlige ture med Flextrafik, som starter i Roskilde Kommune mod blot 38.000 i Hillerød. Efterspørgselstætheden er altså markant større i Roskilde og muligheden for at koordinere er alt andet lige bedre.

Tabel 1 – data for Roskilde, Hillerød og Køge

	Roskilde Kommune	Hillerød Kommune	Køge Kommune
Antal rejser med Flexhandicap	25.000	10.000	14.000
Antal rejser med Flextrafik i alt med start i kommunen	102.000	38.000	70.000
Gns. rejselængde (km.)	12	13	14
Driftsomkostning, pr. tur (kr.)	202	276	233
Antal indbyggere	91.000	54.000	63.000

Forskellen skyldes at Flextrafik ikke varetager kørslen af den siddende patientbefordring til Nordsjælland Hospital i Hillerød. Den står Region Hovedstaden selv for. I Roskilde og Køge er det imidlertid Flextrafik, som varetager den siddende patientbefordring på vegne af Region Sjælland. Det betyder, at når borgerne i Roskilde Kommune – som er visiteret til Flexhandicap – anvender ordningen, er der en høj sandsynlighed for, at bliver samkørt med en borger som skal til eller fra behandling på Roskilde Sygehus. Kommunen og regionen deles derfor om udgiften. For Hillerød gælder, at 62% af alle de ture som starter eller slutter i kommunen, finansieres af kommunen *alene*, uden at omkostningen kan deles med andre myndigheder. For Roskilde og Køge er andelen blot 27%. Næsten 60% af de ture som starter eller slutter i Roskilde hhv. Køge Kommune er medfinansieret af Region Sjælland.

Jf. tabel 1 koster en Flexhandicaptur i Hillerød Kommune i gns. koster en gennemsnit 276 kr., hvilket er 74 kr. **mere** end i Roskilde (202 kr./tur) og 43 kr. **mere** end i Køge (233 kr./tur).

Hvor stor en del af prisforskellen der kan tilskrives forskel i volumen, er vanskeligt at estimere, men det vurderes 20 - 50 kr. pr. tur kunne indhentes, hvis volumen i Hillerød var højere. Med en driftsomkostning pr. tur på 276 kr. svarer det til at prisen kunne reduceres med 7-18% eller en besparelse på 200-500.000 kr. alene for Hillerød Kommunes handicapkørsler. Det er værd at notere sig, at denne reduktion vil gælde for kørsler i Flexhandicap-regi, men også for øvrige kørsler som integreres og koordineres i samme system.

Der er andre parametre som givetvis kan forklare dele af forskellen i turprisen:

- Hillerød kommune har færre borgere og dermed mindre kørsel generelt.
- Det er nemmere for et område som Roskilde at få vogne fra Københavnsområdet, hvor priserne typisk er en anelse lavere. Flextrafiks kørselsmængde er således lavere i Nordsjælland – bl.a. grundet at den siddende patientbefordring ikke varetages – hvorfor konkurrencen er mindre skarp og vognene derfor marginalt dyrere pr. time.
- Forskel i visitationspraksis til den visiterede kørsel.

Ingen af forklaringerne synes dog at være nær så stærk som det forhold, at der er markant flere kørsler at koordinere med i Roskilde og Køge i forhold til Hillerød.

Konklusion

Movias data og erfaringer viser, at forudsætningen for et effektivt DRT-system er en høj volumen af ture, hvilket bidrager til en lav udgift pr. tur. Flextrafik som DRT-system kan ikke alene løse mobilitetsbehov for bevægelsehæmmede (Flexhandicap) eller syge (kommunalt visiteret kørsel eller patientbefordring), men også være med til at skabe mobilitet i områder, hvor den rutebundne transport ikke er rentabel. Data indikerer derfor, at mobilitet i landområderne vil være langt mere økonomisk rentabelt, hvis volumen fra andre transportbehov indtænkes i et samlet DRT-system.

Bilag 1 – detaljer på kørselsordninger

Ordning	Antal ture, 2024	Betaler	Kræver visitation	Grundlag
Flexhandicap	730.000	Kommune / bruger	Ja	Lovpligtig for kommunen Skal varetages af trafikselskab
Flexkommune	294.000	Kommune	Ja	Lovpligtig for kommunen Frivillighed mht. varetagelse
Flexpatient, Reg. Sjælland	370.000	Region	Ja	Lovpligtig for regionen Frivillighed mht. varetagelse
Flexpatient, Reg. H	120.000	Region	Ja	Lovpligtig for regionen Frivillighed mht. varetagelse
Flexstur	315.000	Kommune / bruger	Nej	Frivillig for kommunen Frivillighed mht. varetagelse
Plustur	8.900	Kommune / bruger	Nej	Frivillig for kommunen Frivillighed mht. varetagelse

Bilag 2

