

# Varebiler i bylogistikk - omfang og metodiske utfordringer

## Oslo som case

TØI rapport 1989/2023 • Forfattere: Inger Beate Hovi, Christian Steinsland, Bo Dong, Øyvind Lothe Brunstad, Berit Grue • Oslo 2023 • 57 sider

- Varebiler generelt, og mobile tjenesteytere spesielt, er transportsegmenter der kunnskapsnivået har vært begrenset. Dette skyldes mangel på detaljerte data og at transportsegmentet faller innenfor både person- og godstransport.
- Transportmodellene representerer i begrenset grad kjøring med varebiler, og underestimerer dermed trafikkarbeidet på veg sammenliknet med nasjonal statistikk
- I prosjektet er det etablert en varebilmatrise for Oslo og Akershus. Turmatrisen er basert på reiseetterspørselsmatriser fra den regionale persontransportmodellen for Oslo og Akershus og turmatriser generert fra GPS-data for varebildistribusjon. Matrisen er kalibrert mot passeringsdata for varebiler i Oslos bomringsystem.
- Vi har også testet metodiske utfordringer knyttet til modellering av distribusjonsruter ved å anvende ruteoptimalisering i Oslo og Akershus.
- De optimerte rutene er validert mot observerte distribusjonsruter. Vi klarer til en viss grad å rekonstruere de observerte rutene, men sjåførens veivalg er sjelden basert på raskeste eller korteste rute fram til distribusjonsområdet.

## Bakgrunn

Transportmodellsystemet for person og gods underestimerer det totale trafikkarbeidet på veg med ca 14 prosent sammenliknet med SSBs kjørelengdestatistikk. Dette skyldes at persontransportmodellene i hovedsak er kalibrert mot reiseaktiviteten som omfattes av den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU), med en videre kalibrering mot tellinger for lette biler, mens godstransportmodellen er på sin side kalibrert mot trafikkarbeidet for lastebiler.

Trafikkarbeidet utført av små godsbiler, hvorav varebiler er den dominerende part, utgjør om lag 20 % av trafikkarbeidet (målt i km) med personbiler, men hele fire ganger trafikkarbeidet til lastebiler (Flotve og Farstad, 2022). Selv om varebilene står for fire ganger så stort trafikkarbeid som lastebilene, utgjør de bare 3 % av transportarbeidet (målt i tonnkilometer) som utføres med lastebilene. En andel av varebiltrafikken utføres av «mobile tjenesteytere», dvs. håndverkere, ulike servicevirksomheter etc., hvor varetransport ikke er det primære formålet.

For varebiler er m.a.o. trafikkarbeidet mye viktigere enn transportarbeidet, men er også mer utfordrende å modellere, fordi leveringsrekkefølgen har konsekvenser for utkjørt distanse.



Formålet med denne rapporten har vært hvordan varebiler kan bli bedre representert i transportmodeller. Arbeidet har ulike innfallsvinkler, der vi på den ene siden undersøker i hvilken grad varebiler og mobile tjenesteytere er representert i reisevaneundersøkelsen, og på den andre siden utforsker hvordan godstransport med varebiler kan implementeres i modeller for bylogistikk. Det er også utarbeidet en varebilmatrise for bruk i RTM23+ (den regionale persontransportmodellen for Oslo og Akershus).

## Identifisering av distribusjonsruter

Distribusjon er ett av tre hovedbruksområder for varebiler. De to andre bruksområdene er ifølge SSBs varebilundersøkelse, håndverker- og servicetransporter og privat kjøring. Det vil si at en ikke-ubetydelig del av kjøringen med varebil er persontransport. Håndverkere og servicearbeidere bruker gjerne varebilene som en utvidet verktøykasse, mens gods-distribusjonen med varebiler hovedsakelig er i by for små og lette sendinger og gjerne over kortere distanser.

### Map-matching

Med utgangspunkt i GPS-data innsamlet i LIMCO (Hovi m fl, 2021), har det vært ønskelig å etablere en metodikk for å kartlegge og identifisere mønstre i distribusjonskjøringen med varebiler, begrenset til Oslo og (tidligere) Akershus fylke, samt utkjørt distanse for distribusjonsruter.

I LIMCO ble utkjørt distanse beregnet vha Haversine-formelen, men utfordringen er at denne beregner luftlinjen mellom hver observasjon uten å fange opp kurvatur i vegnettet. Resultatet er at fysisk utkjørt distanse underestimeres. Det var derfor ønskelig å bruke map-matching til å identifisere distribusjonsmønsteret og dermed gi mer presise estimater på utkjørt distanse. Map-matchingen som benyttes her tar utgangspunkt i et Python-bibliotek kalt «Road System Energy and Emission Model» (Roseem), som er under utvikling ved TØI (Weber, 2023).

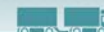
Det er utført map-matching av 11 utvalgte ruter. Basert på et vektet snitt, resulterte map-matchingsalgoritmen i 15% lengre distanse enn Haversine-distansen beregnet i LIMCO. Det er metodiske utfordringer også knyttet til map-matching, slik at resultatene må tolkes med varsomhet.

### Ruteoptimalisering

Map-matching og ruteoptimering gir innsikt både i faktiske og optimerte kjøremønstre. Mens map-matching illustrerer faktiske valg basert på observerte data, fokuserer ruteoptimalisering på effektivitet og tilpasning til bedriftens leveranser.

Optimalisering av rute, basert på sted for start og stopp av ruten, samt leveringssteder underveis identifisert fra GPS-koordinater, resulterte i variasjoner i kjøremønstre fra observert rute. Mens de observerte rutene reflekterer faktiske kjøreforhold som følger av trafikkforhold, gir de optimerte rutene en mer teoretisk tilnærming. Ved å sammenligne beregnet distanse mellom de to tilnærmingene, og under ulike forutsetninger om tidsvindu for levering, finner vi også stor variasjon innen samme rute avhengig av størrelse på tidsvinduet. For de to rutene som vi sammenliknet dette for, fant vi i det ene tilfellet best overensstemmelse med trange tidsvinduer, mens den andre ruten ga best overensstemmelse med vide tidsvinduer. Dette kan skyldes at den ene ruten var til bedrifter (typisk stramme tidsvinduer), mens den andre var til husholdninger (typisk vide tidsvinduer).

For å utvikle en beregningsmessig håndterbar optimeringsmodell i VRPTW (Vehicle Routing Problem with Time Windows), inndelte vi rutene i klynger basert på geografisk mellom kunder/leveringssteder. Basert på klyngene ble rutene inndelt i tre etapper for nærmere



analyse: 1) fra terminal til leveringsområdet, 2) distribusjon innen leveringsområdet og 3) fra leveringsområdet tilbake til terminal. For hver klynge ble det utført ruteoptimalisering ved hjelp av optimeringsolveren OSRM<sup>1</sup> (Open Source Routing Machine), og studerte i hvilken grad de optimaliserte rutene samsvarte med de faktiske rutene. I et ideelt scenario vil optimalisering gi nøyaktige forutsigelser, men virkeligheten inneholder mange uforutsigbare variabler som reflekterer kompleksiteten i bylogistikk.

For hver av de tre over nevnte etapper ble det beregnet overlappingsprosent for evaluering av samsvar mellom optimalisert og observert rute. Generelt fant vi stor variasjon i overlapp, noe som også varierte sterkt med hensyn på hvilke etappe som ble studert. Relativt sett var det større grad av overlapp for etappe 1 og 3 (tilbringertransport til distribusjonsområdet), sammenlignet med etappe 2, noe som reflekterer større grad av samsvar ved simulering av tilbringertransport enn den detaljerte distribusjonsruten. Den relativt sett lavere overlappingsprosenten for etappe 2, som representerer distribusjonen innen leveringsregionene, understreker kompleksiteten i bylogistikk og behovet for en kombinert tilnærming hvor (sanntids) data om trafikkinformasjon brukes til å forbedre nøyaktigheten av den teoretiske urbane optimeringsmodellen. Ved å kombinere flere metoder og tilnærminger, kan man oppnå en mer nøyaktig og robust løsning som tar hensyn til både teoretiske og praktiske aspekter i logistikkplanlegging.

## Identifisering av mobile tjenesteytere

Tjenestereisene utgjør en relativt liten del av de daglige reisene, og har dermed få observasjoner i RVU. I den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) fra 2018/19 utgjorde disse reisene 3 prosent av alle daglige reiser og 3,4 prosent av bilførernes reiser.

Reiser hvor formålet er mobil tjenesteyting er en underkategori av tjenestereisene. Mobil tjenesteyting utgjør 25 prosent av tjenestereisene og 31 prosent av tjenestereisene som utføres med bil. Bilandelene er høye for tjenestereiser, og spesielt for mobile tjenesteytere.

Av alle yrkesaktive i RVU 2018/19, hadde 1 prosent registrert én eller flere reiser som mobil tjenesteyter og bilfører, noe som representerer trafikkarbeidet med bil. Andelen mobile tjenesteytere totalt er noe høyere, da en del mobile tjenesteytere reiser som passasjerer i bilene, kollektivt, til fots eller på andre måter, eller av ulike grunner ikke reiste med tjenesteformål på registreringsdagen.

Gjennomsnittlig samlet kjørelengde pr dag var 23 km for alle bilførere, men hele 123 km for de mobile tjenesteytere. Avgrenses materialet til reisekjedene hvor mobil tjenesteyting inngår, er gjennomsnittlig reiselengde 113 km pr dag. Disse bilturene utgjør nærmere 4 prosent av samlet trafikkarbeid med bil i RVU. Tar vi med alle bilturer utført av mobile tjenesteyterne uansett type reisekjede, blir andelen noe høyere.

Generelt ser det ut til at anslagene for mobile tjenesteytere er underrapportert i RVU. Mulige årsaker til underrapportering skyldes at grupper med lavere utdanning generelt er underrepresentert i RVU. En annen mulig årsak kan være underrapportering av arbeids- og tjenestereiser for grupper som kjører mange slike turer hver dag.

---

<sup>1</sup> OSRM er en ruteberegningmotor designet spesifikt for veinett, og er tilgjengelig på [GitHub](https://github.com).



## Varebilmatrise

Det er etablert en varebilmatrise til bruk i transportmodellen RTM23+. Varebilmatrisene er etablert med utgangspunkt i reiseetterspørselsmodellen Tramod\_by og turmatriser for Oslo og Akershus basert på GPS-data for varebiler som er beskrevet over. Varebilmatrisen er kalibrert til å treffe bompasseringsstatistikken fra Oslo bomsystem, og skal således inneholde alle varebiler. Matrisen gir bra samsvar mot kalibreringsgrunnlaget på aggregert nivå, og rimelig bra samsvar med kalibreringsgrunnlaget for de fleste bomstasjonene (detaljert nivå). Det er utarbeidet matriser både i og utenfor rushtid og fordelt på virkedøgn- og helgedøgntrafikk.

Vi har også forsøkt å identifisere bilturer med varebil basert på RVU, og finner ved å nettle utlegge denne, at andelen varebiler som passerer bomringene i dette grunnlaget genererer en mindre andel av passeringene enn det bompasseringsdataene viser. Det er vanskelig å vurdere i hvilken grad dette skyldes om det er antall turer som er underrapportert eller om det skyldes at turer med varebil er kategorisert som turer med annet kjøretøy (f.eks. kombibiler, som i RVU består av stasjonsvogner, flerbruksbiler og kombinerte biler).

Hvor mye av varebiltrafikken som dekkes i RVU er vanskelig å vurdere, men som et grovt, første anslag anbefaler vi at varebilmatrisen nedjusteres med 50 % før den brukes i RTM, fordi noe varebilkjøring inngår i RVU og er derfor allerede representert i RTM for Oslo og Akershus.

## Videre arbeid

Oppdragsgiver har ytret ønske om å etablere varebilmatriser for andre byområder. For at dette skal være mulig, er datatilgjengeligheten essensiell. Dette gjelder både data om turproduksjon, men valideringsdata er minst like viktige. I dette prosjektet har vi hatt tilgang til valideringsdata om varebiler fra bomsystemet i Oslo. Om tilsvarende informasjon finnes for bomstasjoner i de øvrige byområdene, og GPS-koordinatene i tillegg gir turinformasjon om distribusjonskjøring i området, vil det være mulig å etablere varebilmatriser basert på tilsvarende metodikk som beskrevet i denne rapporten.

Statens vegvesen og Samferdselsdepartementet planlegger å finansiere en ny varebilundersøkelse i 2025 for å lage statistikk som beskriver kjøremønsteret og godstransporten til norske varebiler og lastebiler med nyttelast under 3,5 tonn. Etter planen er det SSB som skal gjennomføre undersøkelsen. I tidligere undersøkelser har oppgavegiverne, rapportert nokså aggregerte data for en utvalgt uke. I den planlagte undersøkelsen for 2025 er det en målsetting å innsamle mer detaljerte data. SSB ønsker å tilby at oppgavegiverne skal kunne ta i bruk en mobilapplikasjon (app) som kan bidra til å automatisere store deler av databehovet i undersøkelsen. Målet er at sjåførene i kjøretøyene skal kunne installere appen på sin mobiltelefon og at kjøretøyets bevegelser spores slik at appen kan beregne distanse kjørt, samt eventuelle stopp underveis. For å redusere utfordringer rundt GDPR og sporingsdata, vil sporingsdata kunne aggregeres til postnummer eller grunnkrets. Dette vil gi et kjempeløft til datatilfanget om små godsbiler og kan danne et solid fundament for utvikling av transportmodeller for bylogistikk.

I påvente av data fra denne undersøkelsen, vil vi fortsette med metodeutvikling der målsettingen er å etablere modeller for urban logistikk. En helt essensiell suksessfaktor, i en slik modell, vil være modellering av distribusjonsruter som igjen er helt avgjørende for å kunne beregne trafikkarbeidet til ulike kjøretøykategorier i et byområde. Til nå har vi basert utviklingsarbeidet på GPS-data med ruteoptimeringsmodeller basert på observerte stoppesteder, og sammenliknet optimert rute med observert rute (basert på map-matching av GPS-data). For å ta dette et steg videre, bør man benytte faktiske sendingsdata for et område og for eksempel en dag, og så etablere modeller for tilfeldig genererte lokasjoner innenfor postnummersoner,



med clustering av forsendelser som leveres til samme områder og optimering av rutevalg, der rekkefølgen på leveransene bestemmes vha. f.eks. [OSRM](#).