

Prosjektnotat

Mobiltelefonitellinger

Case-studie av Bygdøy og Fornebu

VERSJON

1

DATO

2021-03-10

FORFATTERE

Petter Arnesen
Andreas Dypvik Landmark

OPPDRAGSGIVER

Ruter AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Lene Jahnsen (18/00776)

PROSJEKTNR

102016932

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

14

SAMMENDRAG

I dette notatet studeres mobilitetsdata på timesnivå tilrettelagt av Telia fra deres mobilnett. For områdene Fornebu og Bygdøy korreleres denne datakilden med trafikktegninger fra Fjellinjen og passasjertellinger fra Ruter, samt en sammenligning mot lokale RVUer for å verifisere og undersøke nytten av denne datakilden.

Hovedkonklusjoner i notatet er:

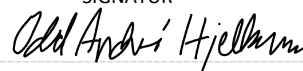
- Mobildata korrelerer godt med trafikktegninger og passasjertellinger
- Beregninger av markedsandeler til kollektiv og vegtrafikk ved hjelp av mobildata som datakilde til totalt antall reisende virker å kunne gi et rimelig estimat for disse to områdene.
- Å bruke mobildata til å undersøke og understøtte relative endringer vil være av verdi, og som en datakilde man kan benytte til hyppigere målinger av mobilitet enn større datainnsamlinger som RVUer.
- Mobilitetsdata fra mobilnettverk er en datakilde i rask utvikling som Ruter og andre brukere av mobilitetsdata bør følge nøye med på.

UTARBEIDET AV

Petter Arnesen

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Odd André Hjelkrem

SIGNATUR**PROSJEKTNOTAT NR**

N-05/21

GRADERING

Åpen

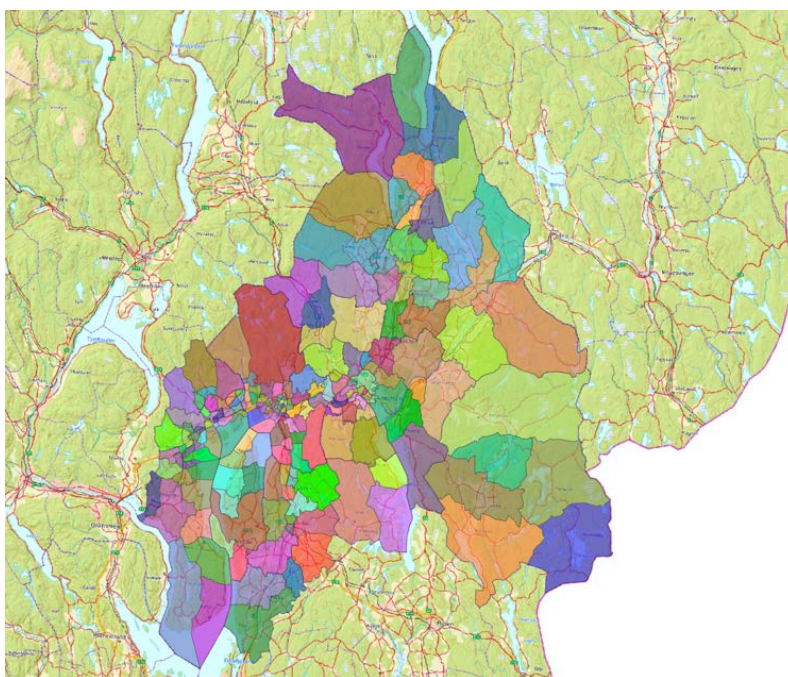


Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	3
2	Beskrivelse av datasett.....	4
2.1	Mobiltefontellinger	4
2.2	Passasjertellinger	5
2.3	Passeringer i bomsnitt.	5
2.4	Reisevaneundersøkelser	5
3	Case Fornebu.....	6
4	Case Bygdøy	10
5	Diskusjon.....	13

1 Introduksjon

Dette arbeidet er en fortsettelse på arbeidet dokumentert i notatet "N-10/20 Mobiltelefonitellinger – Beskrivelse og gjennomgang av data". Det forrige notatet ga en beskrivelse og innledende kvalitetssjekk av OD-matriser fremskaffet fra Telias mobiltelefonitellinger for 200 definerte områder i og rundt Oslo, se Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart over områder for innhenting og telling av antall reisende.

Dette notatet behandler spesielt mobiltelefonitellingene i datasettet knyttet til Fornebu og Bygdøy. Ettersom disse to områdene har begrenset tilgang og adkomstmuligheter, mer presist kun én bilvei inn og ut og begge områdene ligger på halvøy, slik at de blir gode case for å benytte trafikk- og passasjertellinger for å gjøre sammenligninger mot mobildata fordi man har naturlige begrensninger på mulige reiseveier.

Dette notatet benytter omtrentlig samme metoder som notatet «N-07/19 Mobility Analytics Undersøkelse av mobildata for Ruter AS». For utdypelser av kunnskapsgrunnlaget og en lengre utredning av kvalitetstriangelet «Sted – Tid – K-anonymitet» så henvises det til N-07/19. Resultatene fra dette arbeidet er også publisert her: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-020-10151-7>.

2 Beskrivelse av datasett

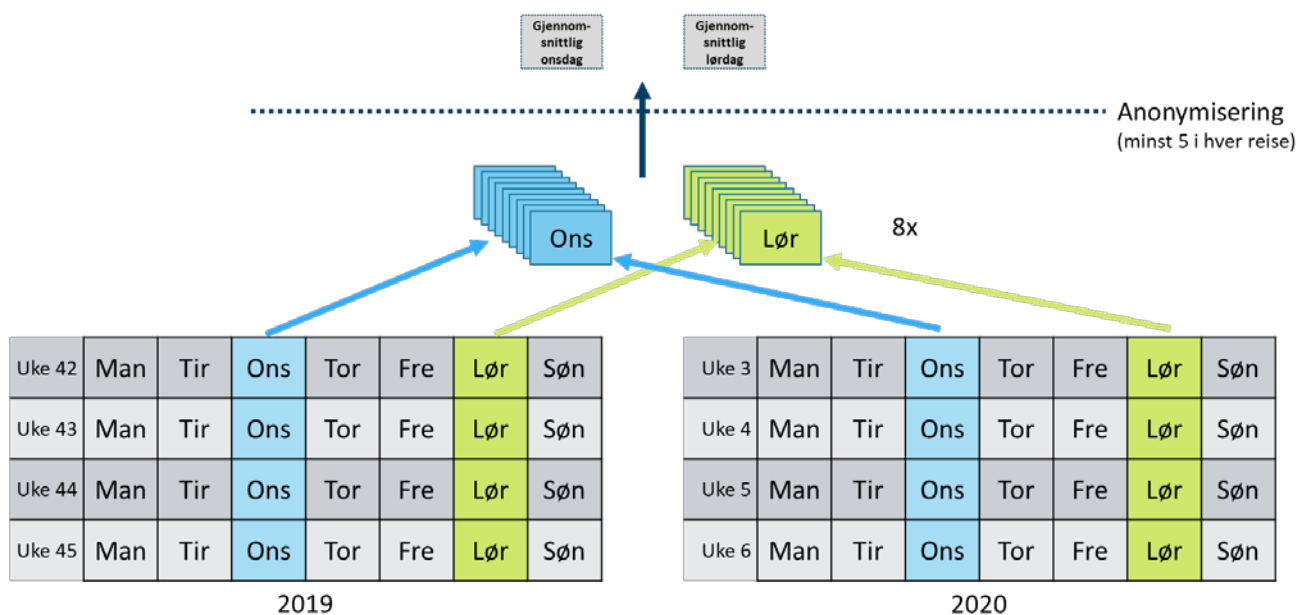
Dette notatet benytter seg i hovedsak av tre automatisk innhentede datasett:

- Mobiltefontellinger,
- passasjertellinger fra Ruter, og
- passeringer i bomsnitt fra Fjellinjen.

I tillegg benytter vi markedsandeler for kollektiv og personbiltransport ved data fra reisevaneundersøkelsene MIS fra Ruter og RVU fra Bærum kommune til sammenligninger.

2.1 Mobiltefontellinger

En detaljert beskrivelse av dette datasettet finnes i N-10/20. For hvert mulige par av de 200 områdene vist i Figur 1 har Telia for hver time i 8 onsdager og 8 lørdager lagt sammen og registrert antall reisende til to OD-matriser for henholdsvis hver summerte time onsdag og hver summerte time lørdag. Dette er vist skjematisk i Figur 2.



Figur 2 Skjematisk fremstilling av mobiltefontellinger

For hver av disse dagene er det registrert reiser på timesbasis, altså 24 OD-matriser per dag. Denne aggregeringen er gjort for å motvirke sensurering av datasettet, der data fra et OD-par med mindre enn 5 reisende blir fjernet av personvern hensyn. Ukene som er benyttet for å fremskaffe datasettet er ukene 42-45 i 2019 og ukene 3-6 i 2020. Sensureringen av datasettet skjer *etter* at disse 8 er slått sammen. Man vet derfor ikke om det er den samme personen som reiser hver onsdag (og dermed blir i sum 8 reiser, altså gjennomsnittlig 1) – eller om det er 8 forskjellige som reiser én dag (som også blir i sum 8 reiser, eller gjennomsnittlig 1).

I dette datasettet har vi fokusert utelukkende på reiser hvor O eller D i matrisen er Fornebu (statistikkområde Snarøya) eller Bygdøy (statistikkområde Bygdøy). Basert på dette har vi beregnet fire matriser (onsdag og lørdag) for begge områder, én hvor opprinnelse er Fornebu og D er «alt annet», og det motsatte med destinasjon Fornebu og O er «alt annet». Tilsvarende for Bygdøy.

2.2 Passasjertellinger

På flere av sine linjer gjennomfører Ruter tellinger av antall påstigende og avstigende passasjerer ved hjelp av sensorer i dørene, for å dermed kunne estimere antall passasjerer om bord, "*PAX_Ombord*". Ved å undersøke disse tallene for antall passasjerer som sitter på bussene inn og ut av områdene Fornebu og Bygdøy får man et direkte estimat på antall mennesker som kjører kollektivt. Data er samlet inn og aggregert på samme måte og for de samme dagene som for mobiltelfontellingene for å gjøre datasettene så sammenlignbare som mulig.

- For Fornebu har vi mottatt data fra **linjene 225, 24, 270, 28, 31, 31E, 40 og 81** som alle krysser inn og/eller ut av dette området. Ved å se på holdeplassene **Fornebuparken** og **Lilløyveien** kan man hente ut antall reisende som krysser over grensen for dette området.
- For Bygdøy er holdeplassene **Kongsgården** og **Karenslyst allé** benyttet for å telle reisende på **linjene 30 og 30N**.

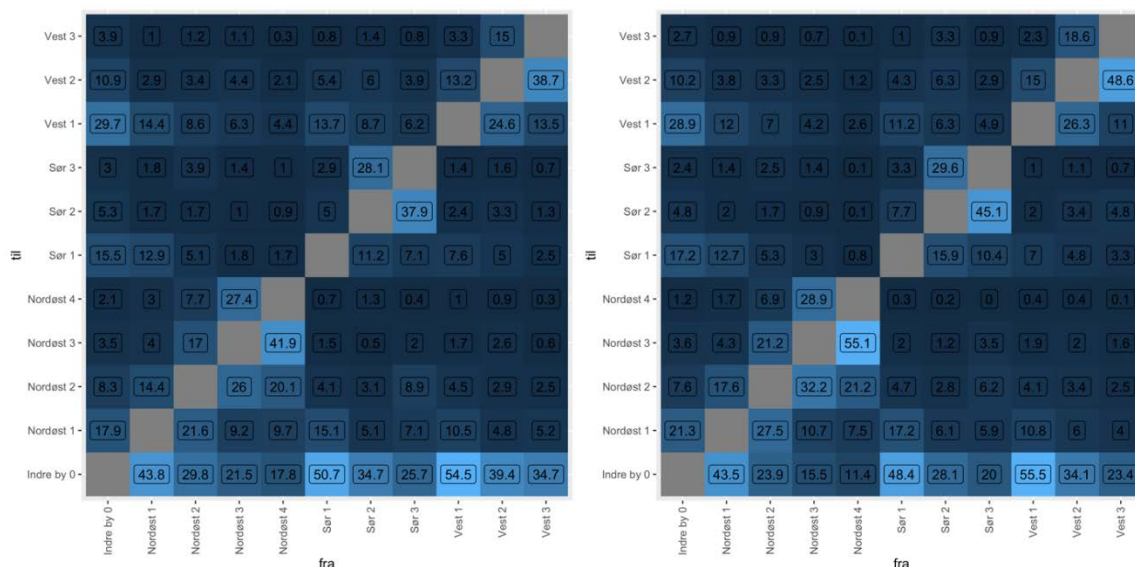
2.3 Passeringer i bomsnitt.

Fra Fjellinjen er det mottatt registreringer av kjøretøy som passerer bomstasjoner ved navn "E 18 hovedløp" (Felt: *PÅFOREI8*) og "Påkjøring Granfoss fra Fornebu" (Felt: *GRAFRFOR*) for å telle antall kjøretøy inn og ut av Fornebu, og "Dronning Blancas vei" (Felt: *DRONNI-1* og *DRONNI-2*) for å telle antall kjøretøy inn og ut av Bygdøy.

Data er samlet inn og aggregert på samme måte og for de samme dagene som for mobiltelfontellingene for å gjøre datasettene så sammenlignbare som mulig.

2.4 Reisevaneundersøkelser

En av beregningene som gjennomføres i dette notatet er estimering av markedsandeler for kollektiv- og personbiltrafikk, basert på de tre datakildene beskrevet over. Markedsandeler har tradisjonelt sett vært estimert ved reisevaneundersøkelser (RVUer), men med introduksjonen av mobildata som datakilde for å telle/estimere den totale mobiliteten i et område kan tilleggsilder som passasjertellinger gi en indikasjon på markedsandeler. Ettersom det mangler en absolutt fasit å sjekke både RVU-beregninger og mobiltelefondata, vil det være en nyttig øvelse å sammenligne de to svært ulikt innsamlede kildene mot hverandre. Dette var en strategi også benyttet i N-07/19, der data fra Ruters markedsundersøkelse MIS, ble brukt for å sammenligne antall reisende i prosent mellom 11 større soner i og rundt Oslo, som vist i Figur 3. Her representerer hver kolonne alle reiser fra et område til de øvrige 10 områdene, og hvordan reisene fordeler seg på disse.

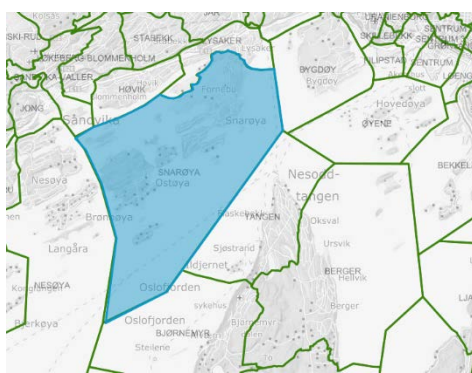


Figur 3: Reiser (%) mellom delmarkedsområder fra N-07/19. Ruters MIS til venstre, Mobildata til høyre. OBS: Dette er et annet datasett enn det som er beskrevet i dette notatet.

I dette notatet benytter vi oss av en RVU gjennomført av Bærum kommune i 2016 for å sammenligne mot markedsandeler på Fornebu, og flere år med data i MIS for å sammenligne mot Bygdøy. For RVUer har man bare estimerte tall over gjennomsnittsdøgn basert på spørreundersøkelser og med en ikke helt sammenfallende geografisk inndeling.

3 Case Fornebu

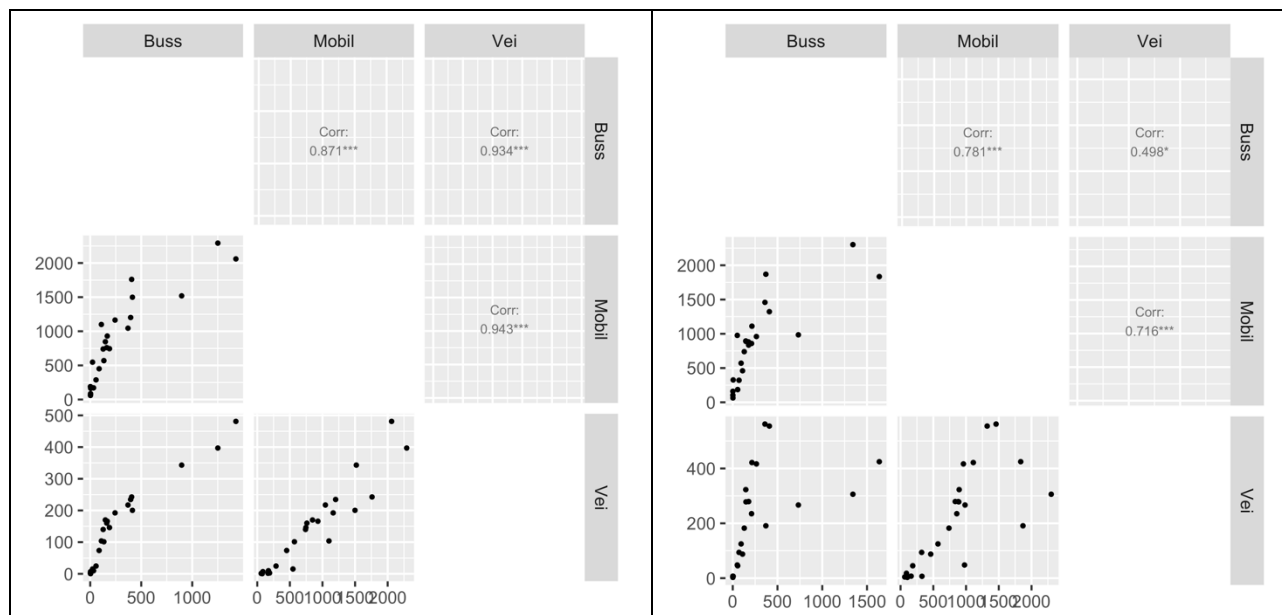
Fornebu som definert i vårt datasett er vist i Figur 4, og korresponderer med statistikkområdet Snarøya. Dette området er en del større enn selve Fornebu, men for denne bruken antas det at reiser inn og ut av dette området er i stor overenskomst med reiser inn og ut av Fornebu, som uansett vil ha den store majoriteten av antall reisende, spesielt med tanke på vegtrafikk (kollektiv/personbiltransport).



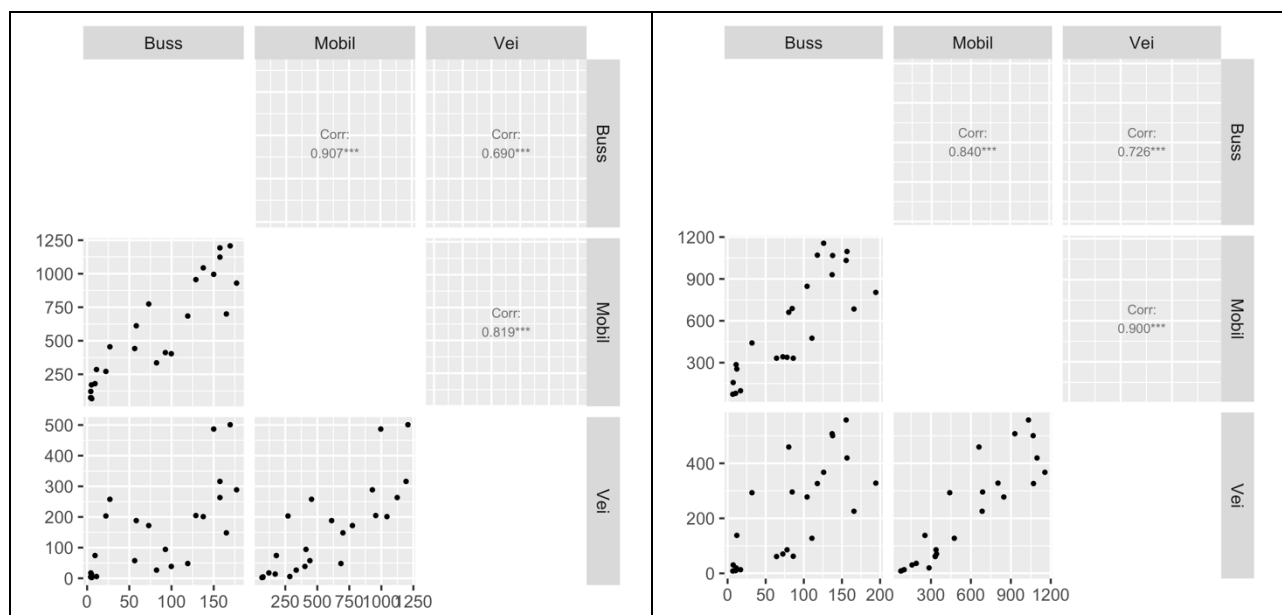
Figur 4: Området definert som Fornebu.

Den første beregningen som presenteres er et korrelasjonsplott mellom de tre datakildene oppgitt på tidsnivå (mobildata, passasjer- og trafikktegninger), se Figur 5 og Figur 6 for henholdsvis onsdager og

lørdager. Dette gjøres for å vurdere datakildene mot hverandre. Det vil for eksempel være rimelig å anta at alle kildene bør følge omtrent samme mønster for antall reisende gjennom døgnet, og at tellinger av mobiltelefoner i stor grad viser flere antall reisende enn passasjer- og trafikktegninger.



Figur 5: Tellinger reiser ut av Fornebu (venstre) og inn til Fornebu (høyre) for datasettet basert på tellinger fra onsdager.

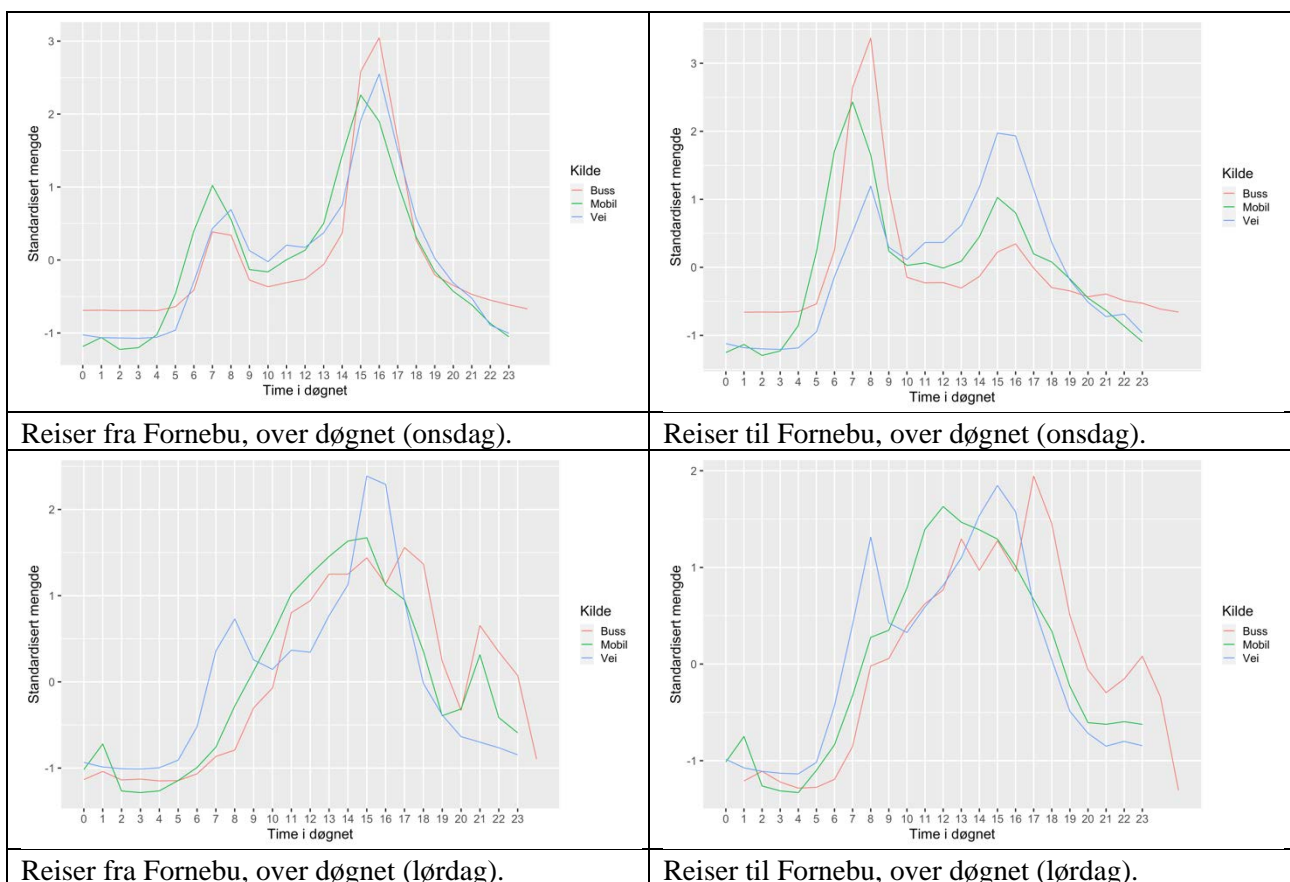


Figur 6: Tellinger reiser ut av Fornebu (venstre) og inn til Fornebu (høyre) for datasettet basert på tellinger fra lørdager.

I alle disse fire plottene ser vi en god korrelasjon mellom datasettene. På den nedre del vises registreringene for to av datakildene for hver time, og i plottene over diagonalen vises en beregnet korrelasjonskoeffisient for de samme plottene. Dersom punktene i en av figurene under diagonalen hadde ligget på en helt rett linje, ville tilsvarende korrelasjonskoeffisient vist verdien 1, de vil si perfekt lineært sammenfall mellom de to

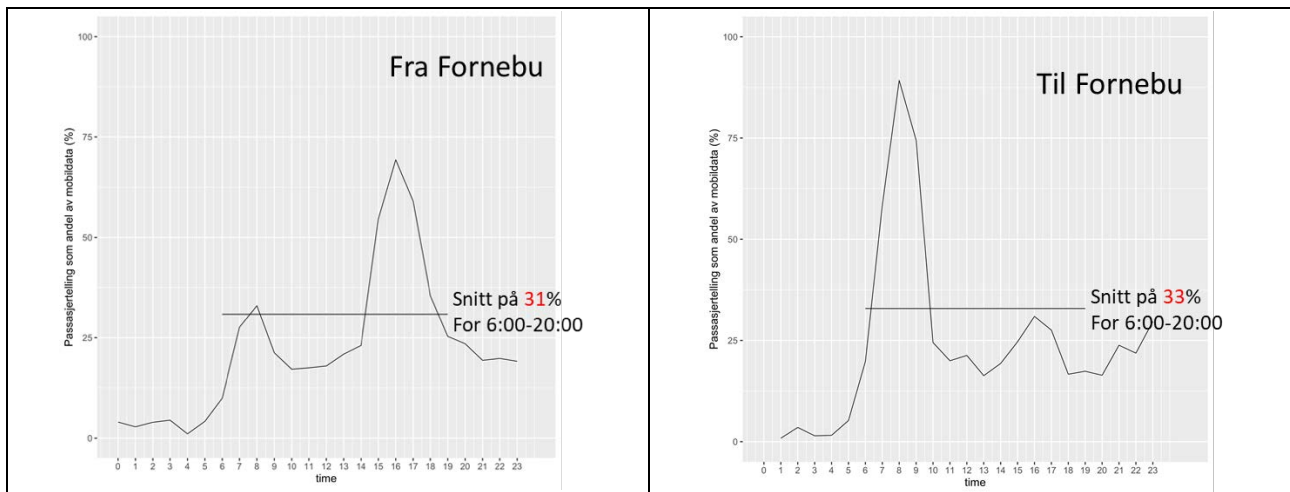
datakildene slik at man med sikkerhet kunne sagt størrelsen på den ene datakilden gitt måling på den andre. For dette bruksområdet bør 0,7 i korrelasjonskoeffisient betegnes som et *godt sammenfall*, det vil si gitt en mobiltelefoning telling inn/ut av Fornebu kan man med relativt god sikkerhet estimere både passerende biler i bomringen og antall passasjerer på buss.

De fire plottene i Figur 7 viser de tre datakildene plottet over døgnet (time for time). Her er absolutt-tallene (antall reisende) i de tre ulike formene standardisert slik at de kan plottes over hverandre og sammenlignes direkte. Disse plottene underbygger konklusjonen om en sterk korrelasjon mellom datakildene, spesielt kan vi se at rushtidstopperne samsvarer godt i alle datakildene for onsdager, mens for lørdager følges ikke samme rushtidsmønstre for noen av de tre kildene.

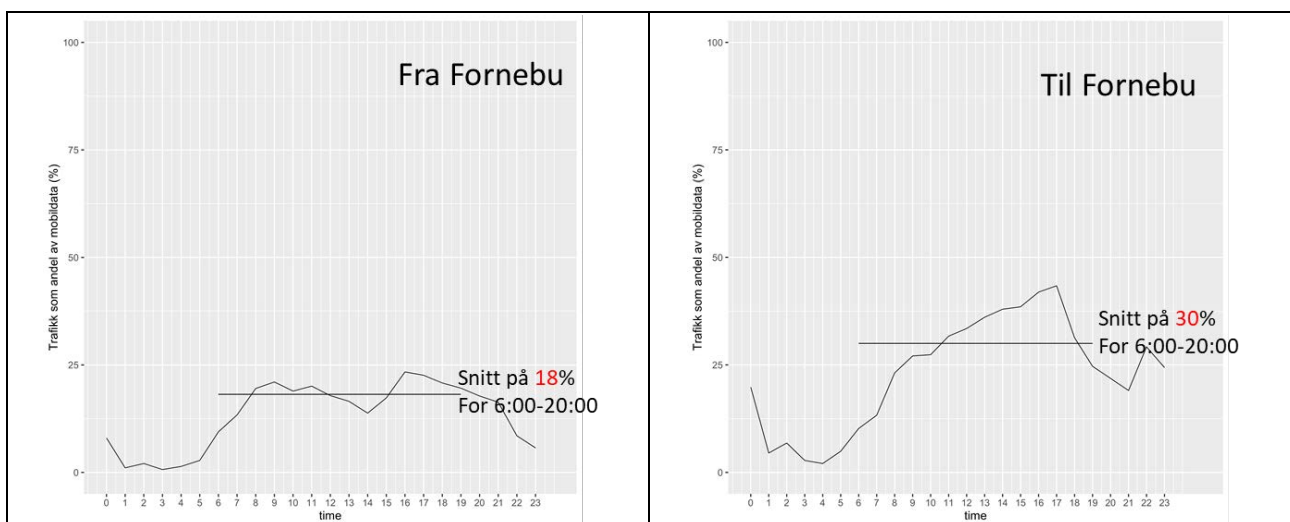


Figur 7: Antall registrerte reiser for de tre datakildene over døgnet for Fornebu.

Mobiltelefoning tellinger tilbyr som eneste datakilde en mulighet til å forsøke å måle alle reiser som utføres mellom to soner, gitt at de reisende har en mobiltelefon med seg. Ettersom både bompaseringer inn til Fornebu og Ruters passasjertelling i tillegg gir et mål på antall kjøretøy og kollektivreisende inn i dette området er det interessant å undersøke muligheten for å benytte datakildene i kombinasjon for å estimere markedsandeler for arbeidsreiser. Dette er gjennomført til kollektivreisende i Figur 8, og for trafikktelegninger i Figur 9, der vi for enkelhets skyld for sistnevnte datakilde har antatt alle passeringer som personbiler med en reisende. Dette gir en estimert markedsandel per time. I disse beregningene ser vi bort i fra reiser gjennomført om natten, det vil si vi estimerer markedsandeler for data samlet mellom 06:00 og 20:00.



Figur 8: Estimert markedsandel for kollektivt reisemiddel ut av Fornebu (venstre) og inn til Fornebu (høyre) basert på passasjertellinger og mobildata.



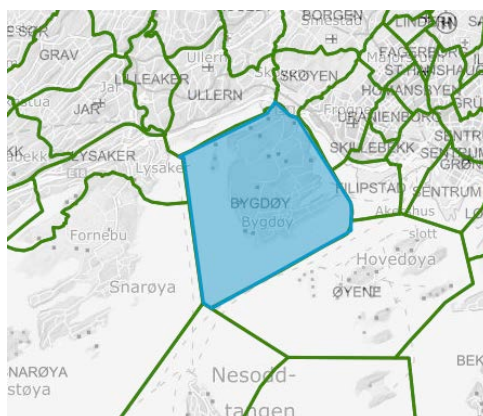
Figur 9: Estimert markedsandel for personbiltransport ut av Fornebu (venstre) og inn til Fornebu (høyre) basert på tellinger i bomsnitt og mobildata.

For kollektivtransporten vil våre beregninger gi et estimat på 31 % og 33 % av arbeidsreisende henholdsvis fra og til Fornebu gjennom døgnet. I Bærum kommunes tillegg til RVU 2016 er markedsandelen til kollektivtransport for arbeidsreiser til og fra Region 4 (Fornebu, deler av Lysaker, Snarøya og Høvik) estimert til 35 %. Det er flere usikkerheter og antagelser i disse beregningene, blant annet antar vi på tvers av alle de tre datakildene at all trafikk er arbeidsreiser, og at disse datakildene kan sammenlignes gitt deres ulike innsamlingsmetoder. Det vil allikevel være nyttig å undersøke nærmere om dette kan være en metode for å raskt estimere markedsandeler oftere og som supplement mellom større RVUer.

For personbiltrafikken beregner vi markedsandeler på 18 % og 30 %, der tilsvarende Bærum kommunes tillegg til RVU 2016 er markedsandelen til vegtransport for arbeidsreiser til og fra Region 4 (Fornebu, deler av Lysaker, Snarøya og Høvik) estimert til 37 %.

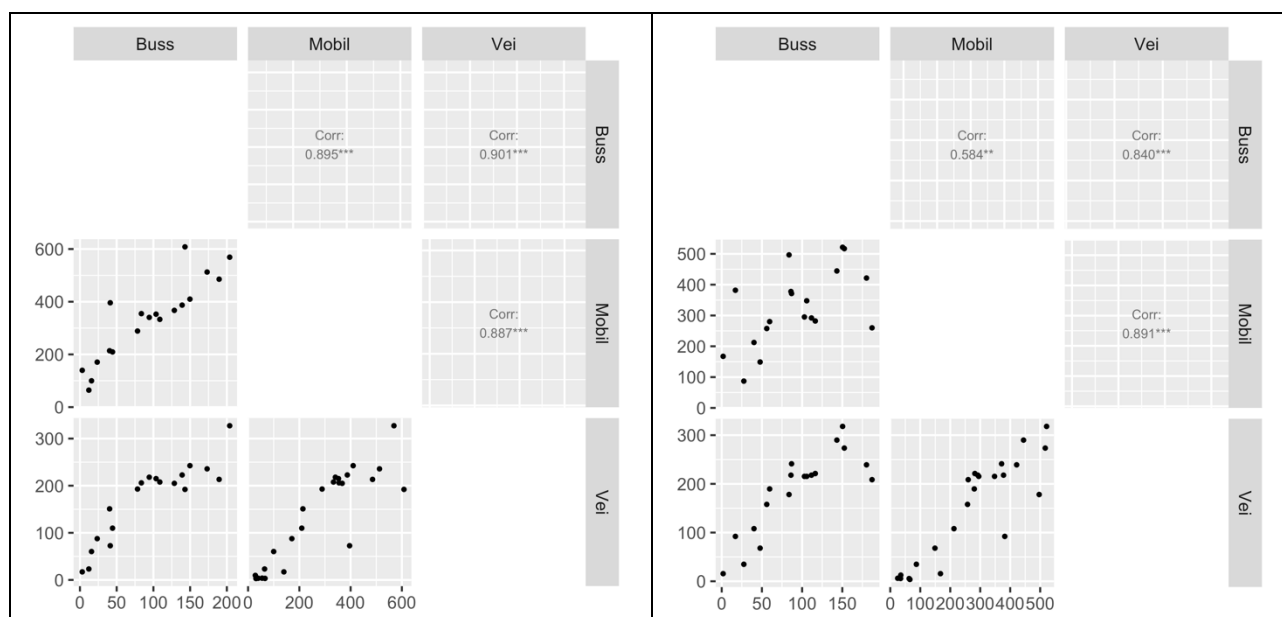
4 Case Bygdøy

I dette notatets andre case ser vi på reiser ut og inn av området Bygdøy, definert i Figur 10, med tilsvarende metode som for Fornebu.

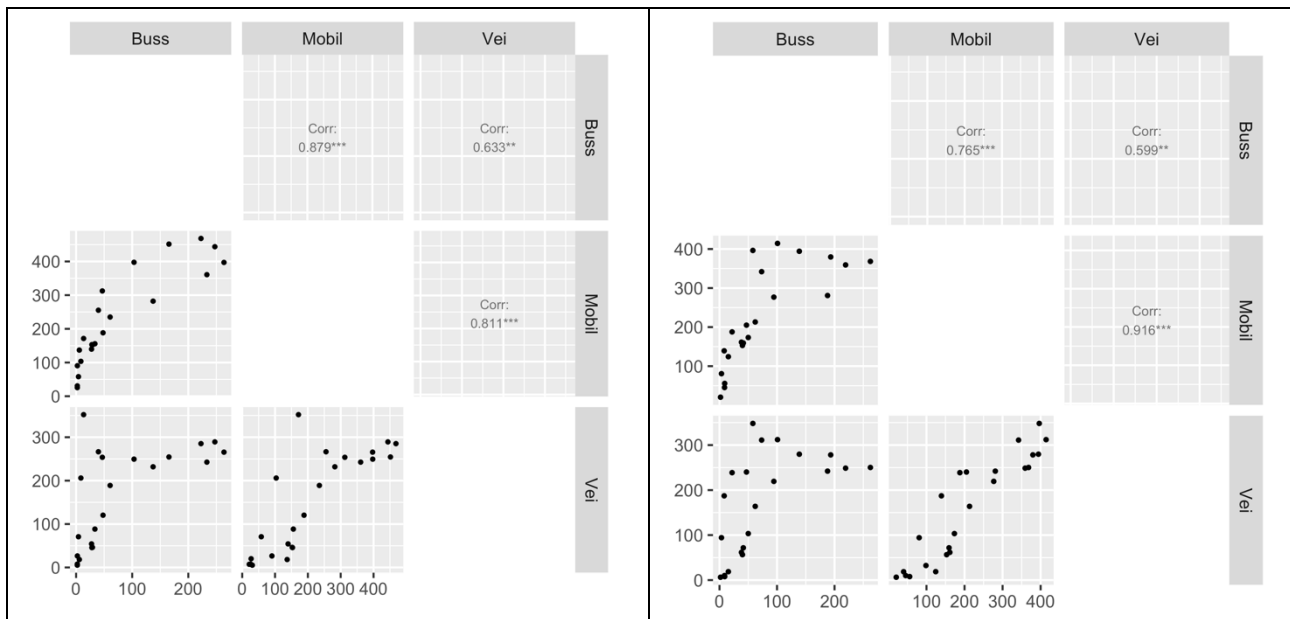


Figur 10: Området definert som Bygdøy.

Også for disse dataene ser vi høye korrelasjoner mellom datakildene på timesnivå, med de laveste korrelasjonskoeffisientene mellom bomsnitttellingene og passasjertellingene, se Figur 11 og Figur 12. Dette var tilsvarende i Fornebu-caset, og er fornuftig i og med at disse to datakildene ikke dekker hverandre, slik som mobildataene er ment å gjøre med både trafikk- og passasjertellingene. Igjen ser vi at korrelasjonen er høy nok til at man kan forvente å være i stand til å kunne estimere modeller for å si noe om en datakilde gitt en annen. Man kunne for eksempel se for seg å etablere en modell for å estimere totalt antall reisende (mobildata) gitt passasjertellinger og tellinger i bomsnitt. Med et større datasett, inkludert for eksempel vær-situasjon som variabel, kan man undersøke muligheten for å etablere enkle modeller for både antall reisende og fordeling mellom reisemodi, både skreddersydd for enkeltområder som Bygdøy og Fornebu, men også mer generelle modeller.

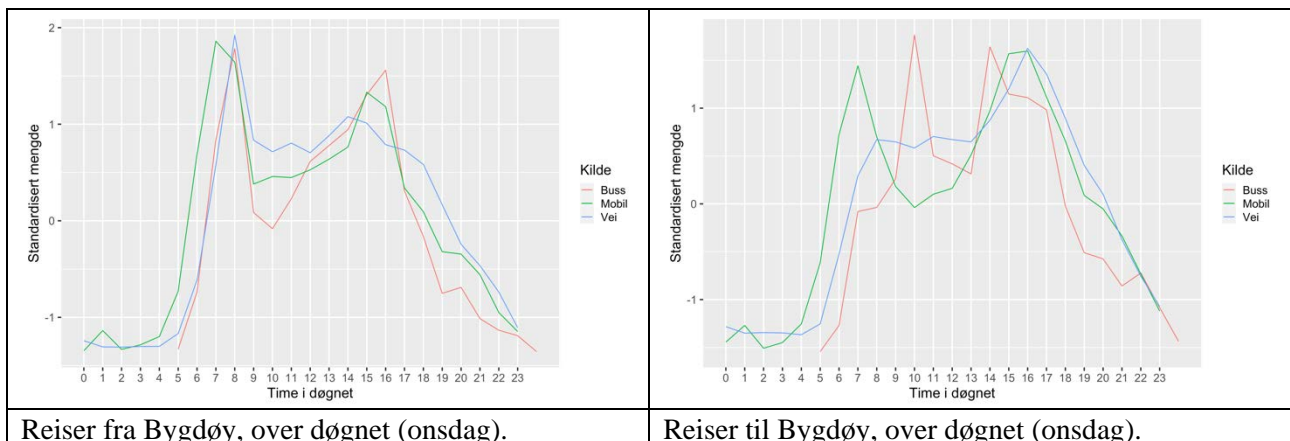


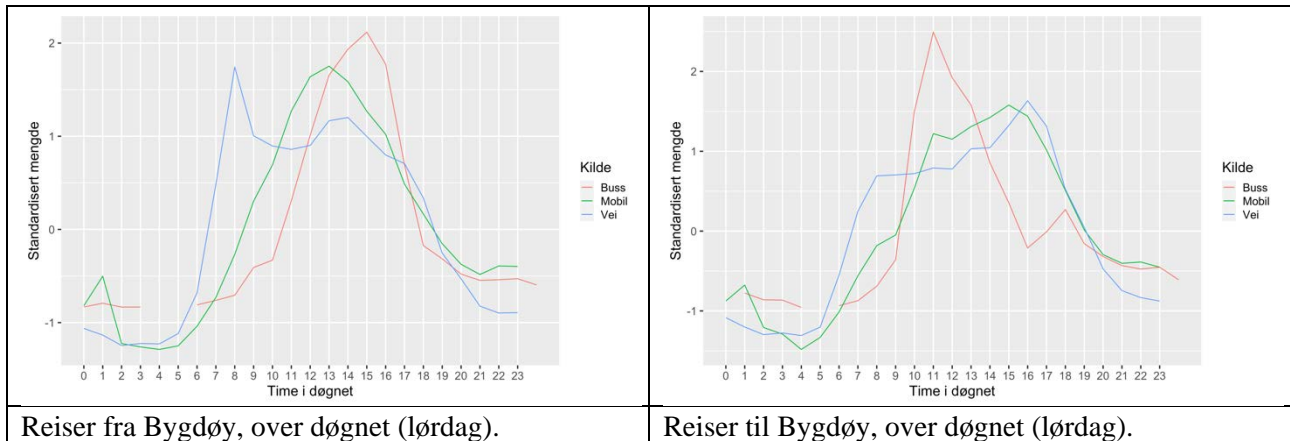
Figur 11: Tellinger av reiser ut av Bygdøy (venstre) og inn til Bygdøy (høyre) for datasettet basert på tellinger fra onsdager.



Figur 12: Tellingene av reiser ut av Bygdøy (venstre) og inn til Bygdøy (høyre) for datasettet basert på tellinger fra lørdager.

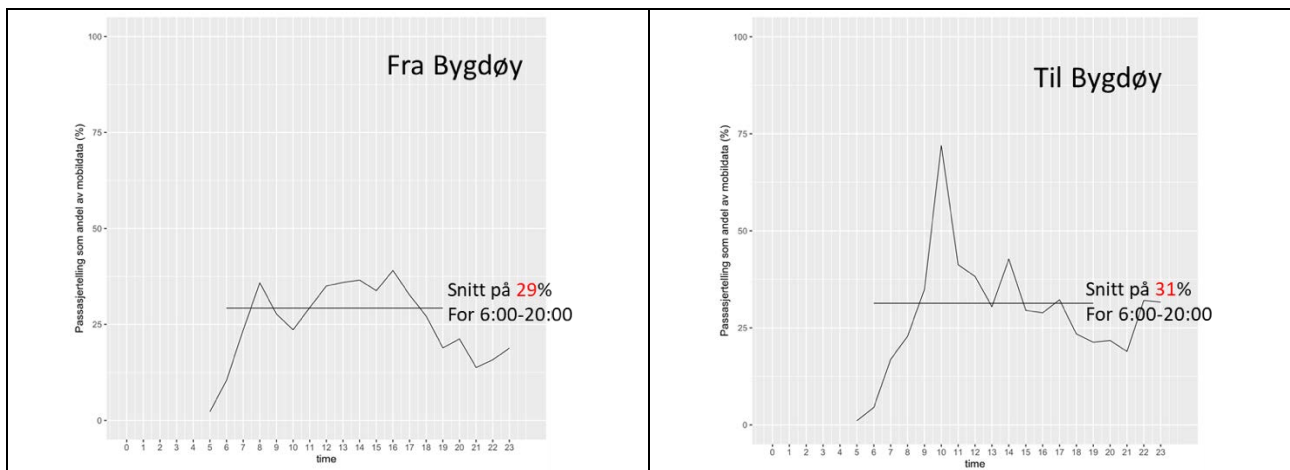
Vi ser fra Figur 13 de samme trender som i tilsvarende figur for Fornebu-caset, at de tre datakildene korrelerer godt og gir en klar indikasjon på tidspunkt for rushtider i datasettene for onsdager. Her kan det kommenteres at rushtiden for buss inn til Bygdøy om morgenen forekommer noe senere enn for mobildata, og at samme rushperiode for veitrafikk ikke eksisterer. Hvilke reisende mobildata registrerer som en topp rundt kl 7 om morgenen ville det vært interessant å vite mere om. Kanskje skyldes dette skolebuss(er) på veg ut fra Bygdøy som ikke inngår i Ruters registreringer? Får å få svar på dette må man gå mer detaljert til verks med hensyn til lokale forhold på Bygdøy.





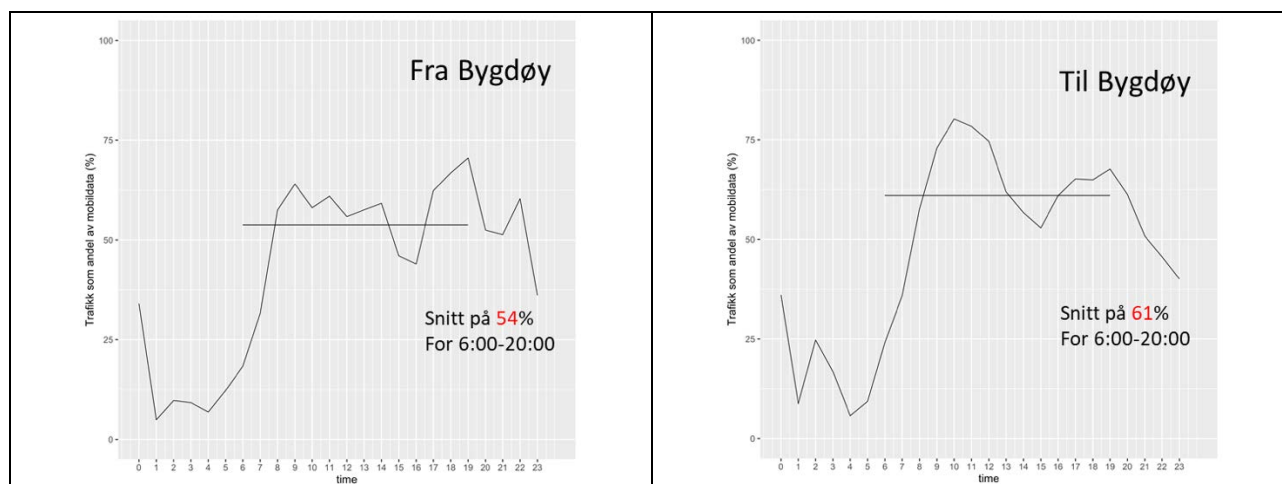
Figur 13: Antall registrerte reiser for de tre datakildene over døgnene for Bygdøy.

For estimering av markedsandeler i dette caset brukes samme strategi som for Fornebu, men i mangel av en RVU tar vi i bruk resultater tilgjengelig fra flere år med MIS-data fra dette området. Data herfra viser en markedsandel for kollektivtrafikken på Bygdøy rundt 24 %, med noe variasjon fra år til år, som kan skyldes størrelsen på utvalg, sesongvariasjoner, endringer i tilbud osv, sammenlignet med estimatene 29 % og 31 % vi oppnår ved bruk av passasjertellinger og mobildata, se Figur 14.



Figur 14: Estimert markedsandel for kollektivt reisemiddel ut av Fornebu (venstre) og inn til Fornebu (høyre) basert på passasjertellinger og mobildata.

Data fra samme kilde viser en markedsandel for biltrafikken på Bygdøy på rundt 47 %, med tilsvarende variasjon fra år til år som for kollektivdataene. I våre estimater finner vi en markedsandel for reisende i tidsrommet 06:00-20:00 på 54 % og 61 % for henholdsvis ut og inn av Bygdøy.

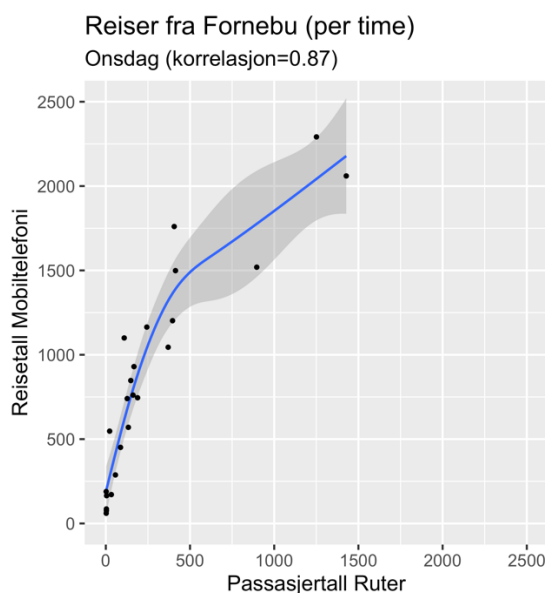


Figur 15: Estimert markedsandel for personbiltransport ut av Bygdøy (venstre) og inn til Bygdøy (høyre) basert på tellinger i bomsnitt og mobildata.

5 Diskusjon

En av hovedkonklusjonene fra N-07/19 var at det ble observert relativt godt samsvar mellom de store reisemønstrene når man sammenligner reisevaneundersøkelser med intervju og mobildata. Gjennom denne case-studien av Bygdøy og Fornebu styrkes konklusjonen, og viser i tillegg en indikasjon på at det totale reisemønsteret i mindre områder godt kan forklares ved mobildata. Det er verdt å merke seg at Fornebu og Bygdøy representerer relativt enkle case å undersøke ettersom adgang via veg begrenser seg til én lokasjon i begge tilfeller, og andre alternativer begrenses i stor grad av sjø. Dette bør derfor sees på som et nytt steg mot å verifisere nytten av mobildata for å kartlegge reisestrømmer i kombinasjon med andre mer kjente datakilder som passasjertellinger og RVUer. Mer presist, er det god grunn til å tro at dette kan være en utfyllende kilde til både manuelle og automatiske kilder, hvor mobildata kan fylle ut hull eller svakheter hvor man har dårlig dekning i automatiske kilder. Det bør vurderes om tilsvarende analyser som gjennomført her også kan benyttes i mer utfordrende områder, det vil si til/ut-fartsveger og et mer komplekst trafikkbilde.

Korrelasjonene vi fremskaffer på timenivå mellom de automatisk innsamlede datasettene er høye. Dette er i godt samsvar med tidligere analyser (notat N-07/19) der korrelasjonen mellom større reisestrømmer fra ulike datakilder ble analysert. Lavtrafikk-perioder og rushtider kan gjerne observeres uavhengig av reisemodi, noe som bidrar godt til denne høye korrelasjonen. Det vi i tillegg har observert i dette arbeidet er en gjennomgående tendens til at korrelasjonen mellom datakildene for høyere trafikk tall, se Figur 16.



Figur 16: Reisende ut av Fornebu for onsdag som funksjon av passasjertellinger. Punktene ligger med større spredning (indikert med grått område) fra en gjennomgående linje ettersom trafikken øker. Figuren viser høyere residualer for økende trafikk, og dermed dårligere korrelasjon.

Det ville vært nyttig og spennende å forsøke en modellering av tellinger fra de ulike datakildene med mobildata som fasit for telling av totalt antall reisende, for et større data sett, både med og uten eksterne variable tid på døgnet, værforhold, etc.

Denne case-studien viser at mobildata korrelerer godt med mer kjente automatiske og manuelle datakilder fra trafikken. Dette støtter opp om tidligere konklusjoner, der det er kommentert at å bruke mobildata til å undersøke/understøtte relative endringer vil være av verdi, men hvor man har vært mer usikker på absoluttallet til mobiltefontellinger. Studien gjennomført her med hensyn på markedsandeler for arbeidsreisende viser imidlertid indikasjoner på at også absoluttallet av slike tellinger fra mobildata kan ha nytte, men man må her være svært observant på at denne studien kun inneholder to enklere områder, og at lokale variasjoner i andre områder ikke nødvendigvis vil understøtte dette. Dette må og bør undersøkes nøyere gjennom en større studie med flere og mer komplekse områder. Det påpekes at tilgangen til fasit er *svært utfordrende* ved slike verifiseringsanalyser, men dette er en kjent utfordring også for mer tradisjonelle metoder som RVUer – der det er rimelig å anta at usikkerhetene er store også her.

Mobildata som kilde for å analysere trafikkstrømmer er i rivende utvikling. Her jobbes det både med utvikling på algoritmesiden og med teknologi for mobiltelefoni som vil gi økt nøyaktighet på posisjonering av mobilenheter. For eksempel er det ventet at utviklingen av 5G-teknologi vil gi store forbedringer med hensyn til dette, både på grunn av høyere tetthet av basestasjoner, men også ny funksjonalitet som beamforming (Se for eksempel <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/12/5g-positioning--what-you-need-to-know>). Dette er derfor en datakilde det er verdt å følge nøye med på utviklingen av fremover.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no