

Denne artikel 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>

Erfaringer med drift af elbusser i Movia

Marcus Røssel Vindahl Andersen, MVA@MOVIATRAFIK.DK, Trafikselskabet Movia
Victor Hug, VIH@MOVIATRAFIK.DK, Trafikselskabet Movia

Abstrakt

Trafikselskab Movia indsamler kørsels- og batteridata for elbusser i alle kontrakterheder, hvor Movia har stillet krav om emissionsfri drift. Formålet med at indsamle kørsels- og batteridata er, at Movia ønsker at lave analyser af energiforbrug for forskellige buslinjer. Elbussernes CANbus-data er primært indsamlet gennem en REST API-baseret Web Service. Movia har ved behandling af de loggede data måtte frasortere 95 % af al data, da det enten har været mangelfuld, redundant eller fejlagtig. Movia vurderer, at data efter frasortering af outliers og fejl er pålidelig.

De undersøgte buslinjer er opdelt i følgende kategorier: tunge bybusser, provinsbusser, lette provinsbusser og landlinjer. Data for bussernes fremdrift viser et lavere gns. forbrug for busser på landet (0,72 kWt/km) end forbruget for de øvrige anvendelses kategorier (0,90-0,91 kWt/km). Den største andel af regenerativ energi findes hos tunge bybusser. Bussernes forbrug er på tværs af anvendelseskategorierne 19,5% højere i vintermånederne end i sommermånederne. Data for elforbrug til opladning af landlinjer viser et samlet gns. forbrug svarende til 0,99 kWh/km. Tilsvarende er forbruget til opladning af provinsbusser 1,12 kWh/km. Elbussernes kabine opvarmes ved lave udetemperaturer med et fyr, som bruger HVO. Forbruget hertil udgør 0,13 l/køreplanstime for landbusser og 0,37 l/køreplanstime for provinsbusser.

Indledning

Trafikselskabet Movia har siden 2017 udbudt bustrafik med krav om emissionsfri drift. De første elbusser (som ikke var del af forsøgsprojekter) blev idriftsat i april 2019 og i sommeren 2023 var der 339 elbusser i drift for Movia. Movia har sammen med sine ejere, kommunerne og regionerne i Movias område, i Mobilitetsplan 2020 stillet som mål, at alle Movias busser i 2030 er fossilfri og mindst halvdelen heraf elbusser. Omstilling af busdriften finder sted i takt med, at Movias kontrakter med busoperatørerne løber ud. I en årrække (2015-2020) udbød Movia også busdrift med krav om fossilfrihed (hvor operatøren foruden elbusser kunne anvende HVO-biodiesel eller biogas). Det har vist sig muligt at omstille de fleste buslinjer til eldrift uden at dette har medført en merpris for kommunerne og regionerne, som finansierer bustrafikken – i en række tilfælde har kommuner og regioner endda opnået besparelser i forhold til omkostningen for den eksisterende drift. Siden 2021 har Movia stillet krav om emissionsfrihed ved lange kontrakter (op til hhv. 12 og 14 år) for rutekørsel.

Som følge af gennemførte udbud vil 55 % af alle Movia rutebusser i 2026 være elbusser. Med udgangen af 2029 forventer Movia, at mellem 88 % og 99 % af alle Movias rutebusser vil være emissionsfri – forventeligt elbusser. De resterende busser forventes at anvende HVO-biodiesel.

Movia indsamler kørsels- og batteridata for elbusser

For alle udbudsenheder, hvor Movia har stillet krav om emissionsfri drift, skal operatøren logge data for gennemført kørsel. Der logges automatisk data på transaktionsniveau for den enkelte bustur. Data omfatter bl.a.:

- Bus ID og Chauffør ID
- GPS-data (tid, lokation, retning og hastighed)
- CANbus-data (samlet forbrug, sekundært forbrug, regenerativ energi og batteridata)

Formålet med at indsamle kørsels- og batteridata er, at Movia ønsker at lave analyser af energiforbrug for forskellige buslinjer (og dermed forskellig busanvendelse), sæsonafhængigt forbrug og hvilken rolle, som den enkelte chaufførs kørestil har for forbruget. Disse informationer er interessante for at forstå drivmiddelomkostninger for elbusdrift og elbussernes rækkevidde og ladebehov. Disse faktorer afgør hvor mange busser, som er påkrævet for at gennemføre driften med elbusser.

Movia har siden 2020 (udbud A19) stillet krav til, at den loggede data skal sendes til Movias REST API-baseret Web Service. I 2017 (udbud A16) og 2018 (udbud A17) stillede Movia ingen særlige krav til, hvordan operatørens skulle levere data, og i 2019 (udbud A18) stillede Movia krav om, at data skulle sendes som cvs-fil til Movia FTPS/SCP-server. Operatørerne bruger en række forskellige dataleverandører (Adibus, MulitiQ, R2P, SkanTech og ViriCiti). Nogle af dataleverandørerne har frivilligt valgt at overgå til at benytte Movias REST API-løsning, hvor andre dataleverandører fortsat leverer data via andre løsninger. Det er et problem ved bearbejdning af data, at data ikke automatisk bliver samlet sammen. I praksis har det betydet, at Movia har vanskeligt ved at sammenligne data, som ikke er indsamlet gennem REST API-løsningen med data, som er indsamlet på anden måde.

Ud over at stille krav til automatisk logning af kørsels- og batteridata registrerer busoperatørerne forbrug af brændstof til bussernes fyr og elforbrug til opladning af elbusser på garageanlægget.

CANbus registrerer ikke forbrug til bussens fyr

Alle Movias elbusser er udstyret med en varmepumpe, som bruges til at køle og opvarme bussens kabine. Movia tillader, at operatøren bruger et fyr til kabineopvarmning, når udetemperaturen er ≤ 5 °C. Energiforbruget til kabineopvarmning kan være stort ved lave udetemperaturer. Hvis opvarmningen alene sker med el fra bussens varmepumpe, kan det betyde, at der skal bruges flere elbusser for at gennemføre driften med øgede omkostninger til følge.

Elbussernes CANbus omfatter ikke data for forbrug til kabineopvarmning. For at få kendskab til energiforbrug til kabineopvarmning, er det derfor nødvendigt at registrere dette særskilt.

Behandling af data

Præbehandling af data

Movia har afgrænset undersøgelsen af data til data fra kalenderåret 2022. Det er alene data for en række buslinjer, som er repræsentativ for kørsel i København, provinsbyer og på landlinjer, som er undersøgt, jf. afsnittet Gruppering af data.

Data for den enkelte elbustur modtages på transaktionsniveau, hvilket betyder, at en vilkårlig elbustur består af en større mængde datapunkter. Movia identificerede tidligt i processen med behandling af data et behov for at aggregere data til turniveau, da dette ville gøre behandling af data mere overskuelig. Aggregering af data på turniveau er beregningstung og kræver stor hardwarekapacitet. Movia har brugt en cloudbaserede beregningsløsning, hvor beregninger af denne størrelse kan udføres mod betaling.

Datavariabler er efter aggregering af data blevet konverteret til et tur-format. Denne proces udføres ved at samle alle transaktionsdata med sammen turreference. Movia har inddelt data i forskellige 'TaskType'. Denne variabel beskriver, hvilken type opgave elbussen udfører, hvor nedenstående er gældende:

- 2: Garage, bussen er lokaliseret på operatørens garageanlæg
- 1: Rutekørsel, bussen er i drift på rutens linjeføring
- 0: Tomkørsel, bussen er hverken i drift eller lokaliseret på garageanlægget

Movia bemærkede tidligt i processen med behandling af data, at ca. 95 % af den aggregerede data (26 millioner observationer) havde TaskType 2 (Garage) kode. Efter udførelsen af dataanalysen, kunne Movia konkludere, at det skyldes en høj grad af fejlregistrering fra systemet jf. afsnittet Begrænsninger.

Data variabler

De loggede CANbus-data omfatter en række forskellige datavariabler. Nedenfor følger en uddybning af udvalgte datavariabler, hvor alt energiforbrug er angivet i kilowatt-timer (kWh).

- Samlet forbrug: Energiforbrug til fremdrift og sekundært forbrug.
- Sekundært forbrug: Energiforbrug til alt andet end fremdrift, herunder forbrug til varmepumpe.
- Regenerativ energi: Negativt energiforbrug fra genopladning af batteriet ved deaccelerationer.
- State of Charge (%SOC): Kørebatteriets aktuelle kapacitet angivet i procent af batteriets totale kapacitet.
- ChaufførID: Unik ID for chauffører tilknyttet Movia.
- BusID: Unik ID for alle busser tilknyttet Movia.

Hertil har Movia indsamlet følgende data:

- Tertiært forbrug: Forbrug af brændstof (HVO100) i bussernes fyr omregnet til energiindhold i kWh.
- Forbrug ved bimåler: Forbrug målt ved garageanlæggets bimåler. Omfatter det samlede elforbrug til opladning af alle elbusser på garageanlægget.

Begrænsninger

Movias analyse af CANbus-data viser, at det sekundære forbrug for de registrerede elbusture afviger markant fra det forventede energiforbrug, da det sekundære forbrug forekommer uforholdsmæssigt stort i forhold til det primære forbrug. Movia har på baggrund heraf valgt at se bort fra de målte sekundære forbrug for den loggede CANbus-data.

Outliers

Ved præbehandling af data identificerede Movia en stor andel dataserier, som var åbenlyse outliers. Disse outliers forekom primært ved TaskType 1 (rutekørsel). Svagheden ved Movias CANbus-data er, at data ikke er normalfordelt, hvilket begrænser de brugbare metoder til frasortering af outliers. Movia har valgt at afgrænse data ud fra den kendte linjeføring for de udvalgte elbuslinjer, i intervallet: $0 < \text{Kilometer kørt på tur} \leq 80$. På samme måde opstilles følgende interval for det primære forbrug: $0 < \text{Samlet forbrug (kWt) per tur} \leq 100$. Movia oplevede i høj grad problemer med korrekt datalogning, hvilket afspejles i den store mængde outliers.

Frasortering af outliers effekt på datakvaliteten

Movia har måtte frasortere ca. 95 % af de loggede data, hvorved data blev reduceret fra 29,5 mio. til 1,5 mio. observationer. Der er en risiko for, at frasortering af outliers reducerer datakvaliteten.

Udfordringer med korrekt datalogning, som resulterede i den store mængde outliers, tyder på, at der kan være en risiko for fejlagtig dataindsamling eller dataregistrering. Dette understreger behovet for streng overvågning af dataindsamlingsprocessen, samt en løbende revurdering af databehandlingsmetoden fra transaktion til aggregeret data. Movia mødte desuden en udfordring med dubletter af registrerede ture. Alle ture har et unikt ID, som indeholder alle transaktionsdata. For at sikre retvisende data, blev alle dubletter af denne type fjernet.

Movia vurderer, at data efter frasortering af outliers og fejl er pålidelig. Frasortering af en meget stor andel af data kan dog byde, at den resterende data ikke er repræsentativ for al gennemført kørsel på de udvalgte linjer.

Gruppering af data

Movia valgte før aggregering af data at gruppere de repræsenterede elbuslinjer i følgende anvendelseskategorier (kørselstyper):

- Tung bykørsel: Kørsel på buslinjer i København med gennemsnitshastighed på 17,3 km/t, mange opbremsninger og høj belægning af passagerer (10,0 passagerkm/rutekm). Linjerne betjenes med 12 m og 13 m busser.
- Provins bybusser: Kørsel på buslinjer i provinsbyer med gennemsnitshastighed på 18,8 km/t, færre opbremsninger end ved tung bykørsel, middel belægning af passager (5,1 passagerkm/rutekm). Linjerne betjenes med 12 m busser.
- Lettere bybusser i provinsen: Kørsel på buslinjer i provinsbyer med gennemsnitshastighed på 20,5 km/t, færre opbremsninger end ved tung bykørsel, lav belægning af passager (3,4 passagerkm/rutekm). Linjerne betjenes med 12 m busser.
- Landet: Kørsel på buslinjer, som forbinder bysamfund, med en gennemsnitshastighed på 39,5 km/t, få opbremsninger, middel belægning af passager (5,3 passagerkm/rutekm). Linjerne betjenes med 12 m busser.

Det skal bemærkes, at data for gruppen 'Tung bykørsel' er afgrænset til juni-december 2022.

Rationalet for den valgte gruppering af linjer er, at Movia ønsker at sammenligne forbrug for de forskellige anvendelseskategorier.

Movia havde følgende antagelser om forbrugsdata i de forskellige anvendelseskategorier:

1. Hypotese 1. Der er begrænset forskel mellem de forskellige kørselstypers samlede forbrug (kWh/km), da elmotorens energieffektivitet er uafhængig af bussens hastighed.
2. Hypotese 2. Det samlede forbrug opgjort per time (kWt/t) er større ved højere hastigheder, da bussen

tilbagelægger længere distance.

3. Hypotese 3. Det samlede forbrug er størst om vinteren og mindst om sommeren. Øget forbrug om vinteren skyldes et større energiforbrug til bussens varmepumpe (sekundært forbrug).
4. Hypotese 4. Øget opbremsning ved kørsel i byer medfører, at der genereres mere regenerativenergi ved tungbykørsel end de resterende anvendelseskategorier.

Movia har på baggrund af informationer fra operatørerne en forventning om, at forskellen mellem samlet forbrug målt i bussen (ved CANbus) og det totale forbrug til opladning af elbussen er ca. 15 %. Dette skyldes tab i AC-DC-inverter, tab ved op- og afladning af batteriet mv.

Det er en udfordring ved bearbejdelse af rådata i stor skala at undgå misvisende konklusioner. Det er Movias erfaring, at det er en fordel at opstille erfaringsbaserede antagelser før det analytiske arbejde påbegyndes. På den måde minimeres fejlkonklusioner, som er en risiko ved statistisk analyse.

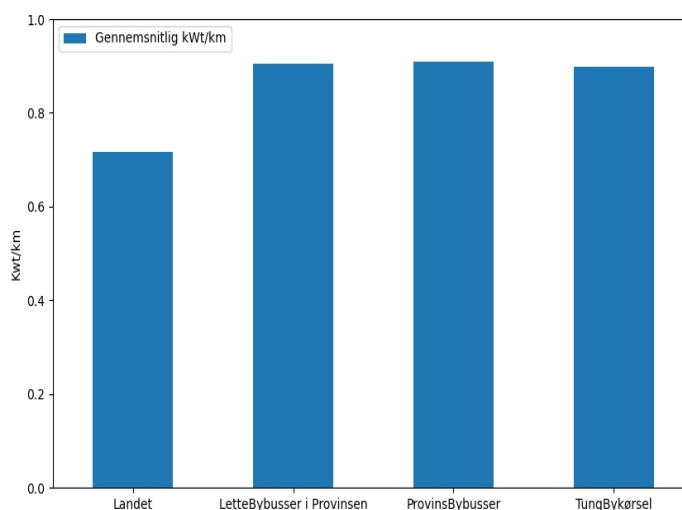
Resultater

Samlet forbrug

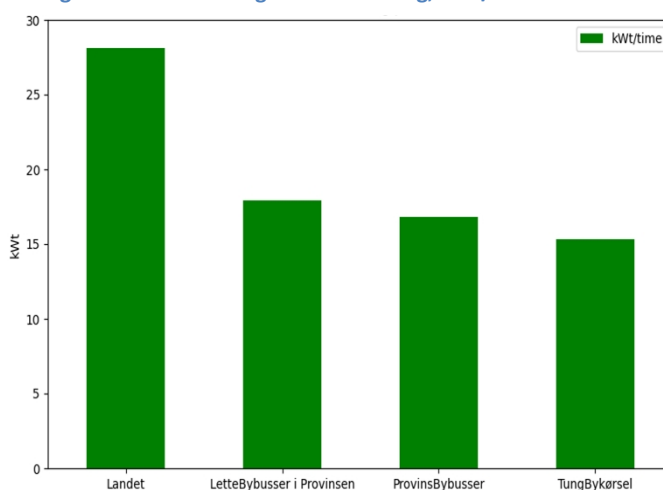
Figur 1 viser, at gruppen 'Landet' har det laveste samlede forbrug pr. km. Det gns. forbrug for landlinjer er 0,72 kWt/km, hvor det er 0,90-0,91 kWt/km for de øvrige anvendelseskategorier¹. Det betydeligt lavere forbrug for landlinjer afkræfter Movias hypotese om, at det primære forbrug er ens på tværs af anvendelseskategorier. Movia kan ikke fastslå årsagen til det markant lavere forbrug på landlinjer. Det er samme elbusmodel, som er anvendt på landlinjerne som busserne i nogle af de øvrige anvendelseskategorier. Passagerbelægningen på landlinjer adskiller sig ikke fra bybusser i provinsen, og det lader derfor ikke til alene at være knyttet til færre passagerer (lavere passagerbelægning).

Figur 2 viser, at gruppen 'Landet' har det højeste forbrug, pr. time kørt. Der er således en sammenhæng mellem hastighed og forbrug til fremdrift. Dermed bekræftes Movias hypotese 2.

Figur 1: Gennemsnitligt samlet forbrug, kWt/km



Figur 2: Gennemsnitligt samlet forbrug, kWt/time



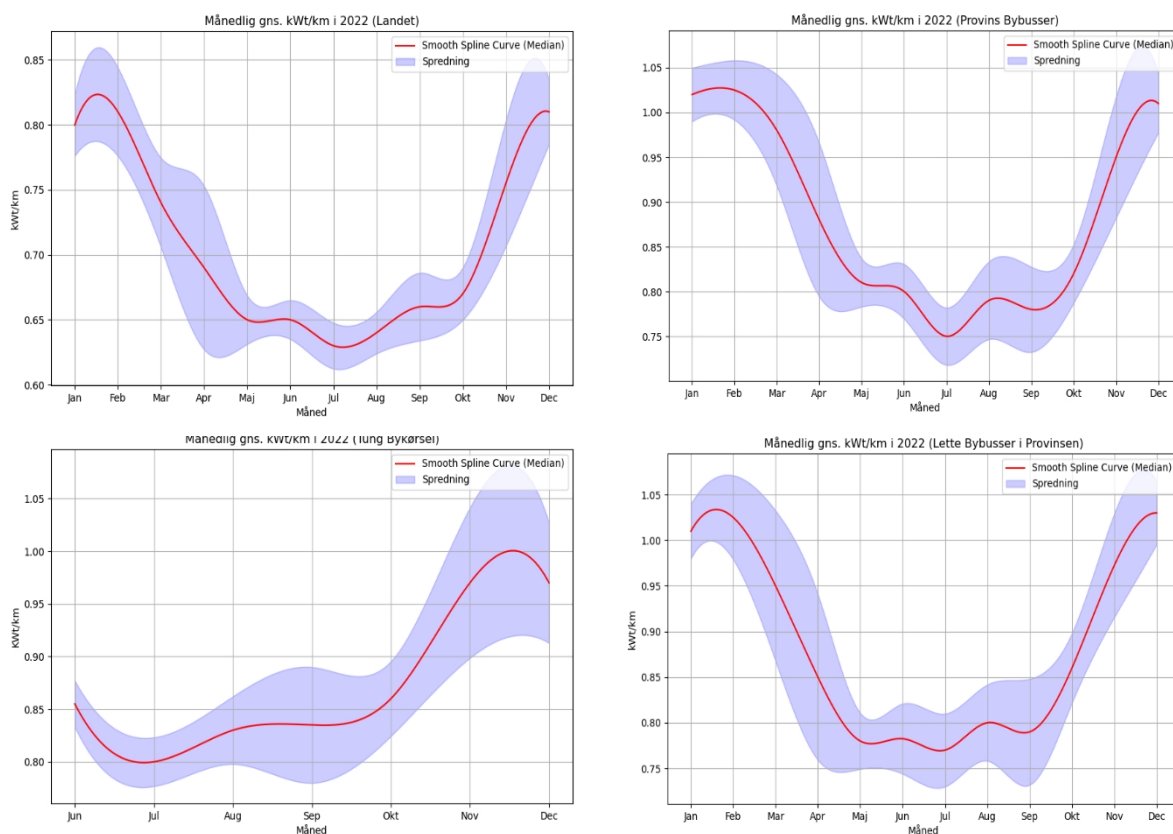
¹ Til sammenligning viser data, som ViriCiti har indsamlet for elbusdrift i Holland, et gns. samlet forbrug (primært og sekundært forbrug) for 12 m busser på 1,15 kWt/km. E-bus Performance, ViriCiti Report, 2020.

Samlet forbrug – sæsonvariation

Figur 3 viser udvikling i det samlede forbrug gennem 2022 for de forskellige anvendelseskategorier, samt spredningen for hver enkelt måned (1-standardafvigelse).

Det er fælles for alle anvendelseskategorier, at energiforbruget er lavest i perioden maj til september og højest i januar og december. Gruppen 'Landet' viser det mindste sæsonudsving af anvendelseskategorierne. Figuren bekræfter Movias hypotese 3.

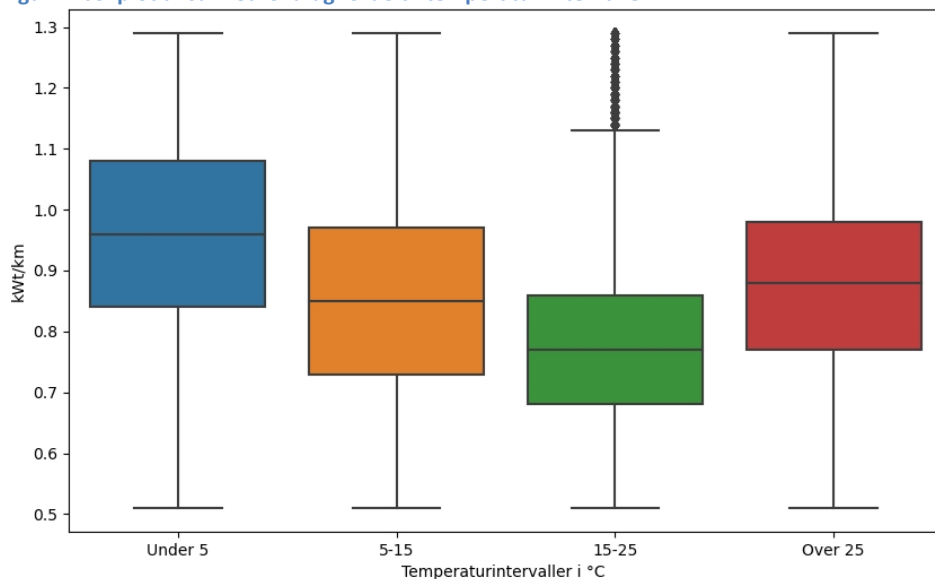
Figur 3.3. Gennemsnitligt samlet forbrug i 2022, kWt/km



Note: Data for 'Tung Bykørsel' omfatter kun i perioden juni-december 2022.

Figur 4 viser primære forbrugstal for alle elbuslinjer i temperatur intervaller. Movia benytter den timelige gennemsnitstemperatur for Roskilde (DMI) til at tilnærmelsesvis automatte for alle rutetures starttidspunkt. Figuren viser en spredning i fordelingen af de fire intervaller medianer. Figur 4 viser, at intervallerne for lavest og højest temperatur har det største primære forbrug i kWt/km. Buserne forbruger mindst i intervallet 15-25 ° C, dog skal der tages højde for potentielle outliers, som fremgår ude fra stængerne i plottet.

Figur 4. boxplot af samlet forbrug fordelt i temperatur intervaller



Note: Boksen viser interkvartilafstand (50 % af data), linjen i boksen viser medianen, stængerne viser interkvartilafstanden * 1,5 (75% af data) og prikkerne ude fra stængerne viser potentielle outliers.

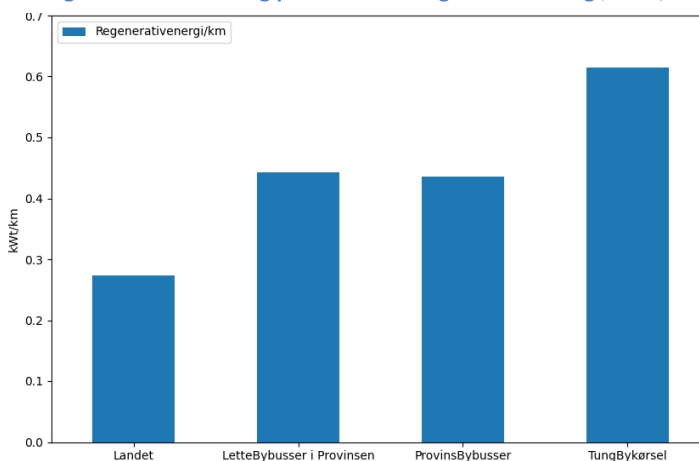
Regenerativ energi

Figur 5 viser, at der sker en markant højere grad af regenerativ energi (0,6 kWh/km) for 'Tung bykørsel' end for 'Landet' (0,27 kWh/km) og de to provinsbus-kategorier (0,43-0,44 kWh/km).

'Tung bykørsel' regenererer i gennemsnit 126 % mere energi end 'Landet' og ca. 42 % mere end de to provinsbus-kategorier.

Dette bekræfter Movias hypotese 4.

Figur 5: Gennemsnitlig produktion af regenerativ energi, kWh/km

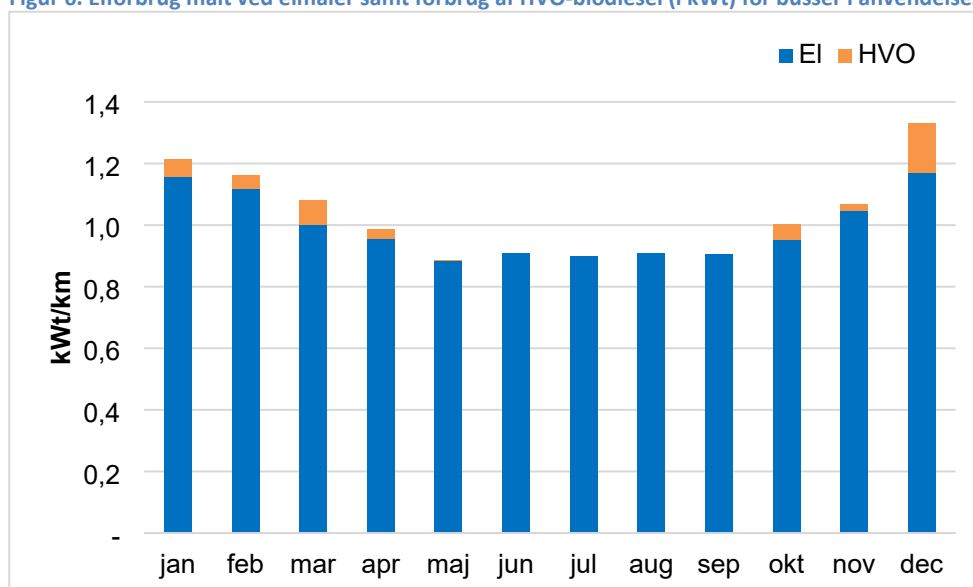


Totalt energiforbrug

Figur 6 viser det samlede energiforbrug opgjort per måned for busser, som primært kører i kategorien 'Landet'. Energiforbruget omfatter det samlede forbrug målt ved elmåler (bimåler) for opladning af alle elbusser på garageanlægget. Kørselsomfanget (km) er beregnet ud fra den planlagt drift for de buslinjer, som er garageret på garageanlægget, og omfatter også tomkørsel (kørsel uden passagerer mellem garageanlægget og bussens endestationer). Forbruget af både el og HVO-biodiesel er for den pågældende drift størst i december-måned (1,17 kWt/km elforbrug og 0,17 kWt/km HVO-forbrug – 1,7 liter HVO100/100 km). Forbruget af HVO100 udgør i gennemsnit over hele året 0,04 kWt/km eller 0,13 l HVO100/køreplanstime. Elforbruget målt ved bimåler udgør i gennemsnit 0,99 kWh/km. Energiforbruget til HVO udgør i gennemsnit 4 pct. af det samlede energiforbrug.

Det gns. forbrug ved elmåler til opladning af 'Provins bybusser' er 1,12 kWh/km, forbrug af HVO100 til kabineopvarmning udgør 0,16 kWh/km (0,37 l HVO/køreplanstime). Forbruget af HVO100 udgør her i gennemsnit 12 pct. af det samlede energiforbrug.

Figur 6. Elforbrug målt ved elmåler samt forbrug af HVO-biodiesel (i kWt) for busser i anvendelseskategorien 'Landet'



Forskelle mellem chaufførers energiforbrug

I 2014-2015 gennemførte Movia et forsøg med to elbusser, som viste betydelig variation i energiforbruget blandt de enkelte chauffører². Hvis en del af chaufførerne kører mindre energieffektivt i elbusserne end andre, vil dette betyde øgede drivmiddelomkostninger, og bussens rækkevidde reduceres. Det kan på sin side betyde, at operatøren bliver nødt til bytte bussen med en opladt bus, og oplade elbussen på garageanlægget. Ineffektiv chaufførkørsel kan derfor være en omkostning for operatøren.

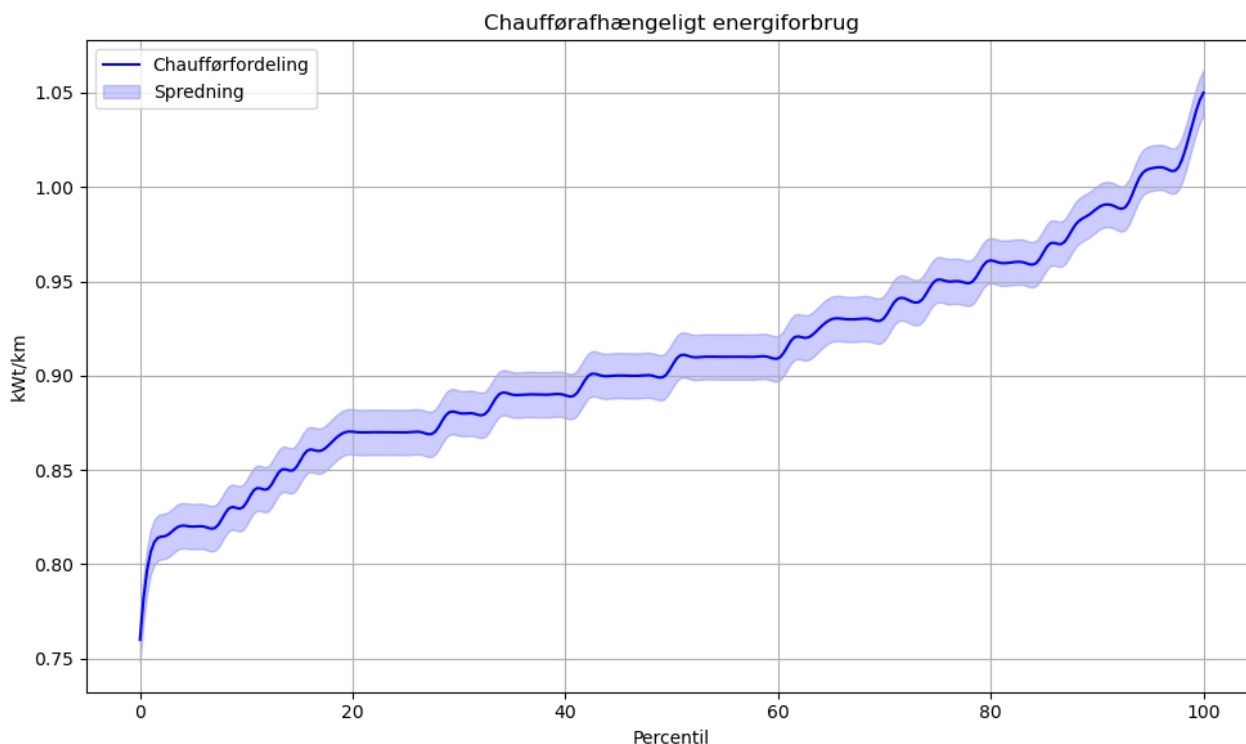
Movia har gennemført en analyse af energiforbruget mellem chauffører inden for en udvalgt gruppe af elbuslinjer fra grupperingen 'Provins bybusser'. I Figur 5 præsenteres procentfordelingen af det gns. samlede energiforbrug i kWt/km for samtlige chauffører (med en standardafvigelse), der har opereret i løbet af 2022 på de udvalgte elbuslinjer. Linjerne er blevet valgt ud fra kriteriet om at være beliggende i samme område og have næsten identisk ruteafstand, med henblik på at sikre, at de udvalgte chauffører opererer under sammenlignelige forhold. I alt har 84 forskellige chauffører betjent de udvalgte linjer i løbet af 2022.

Figur 7 viser en betydelig variation i chaufførernes gns. energiforbrug. Forskellen mellem de 10 % bedst præsterende og de 10 % dårligst præsterende chauffører udgør 0,14 kWt/km. Det er dog vigtigt at

² Forsøg med store elbusser, juni 2016, Trafikselskabet Movia.

bemærke, at variationen i forbrug blandt chaufførerne skal tolkes med forbehold, da analysen ikke tager højde for de enkelte chaufførers tidligere erfaring med at køre elbus.

Figur 7. Chaufførafhængigt energiforbrug, kWt/km, vist som procentiler



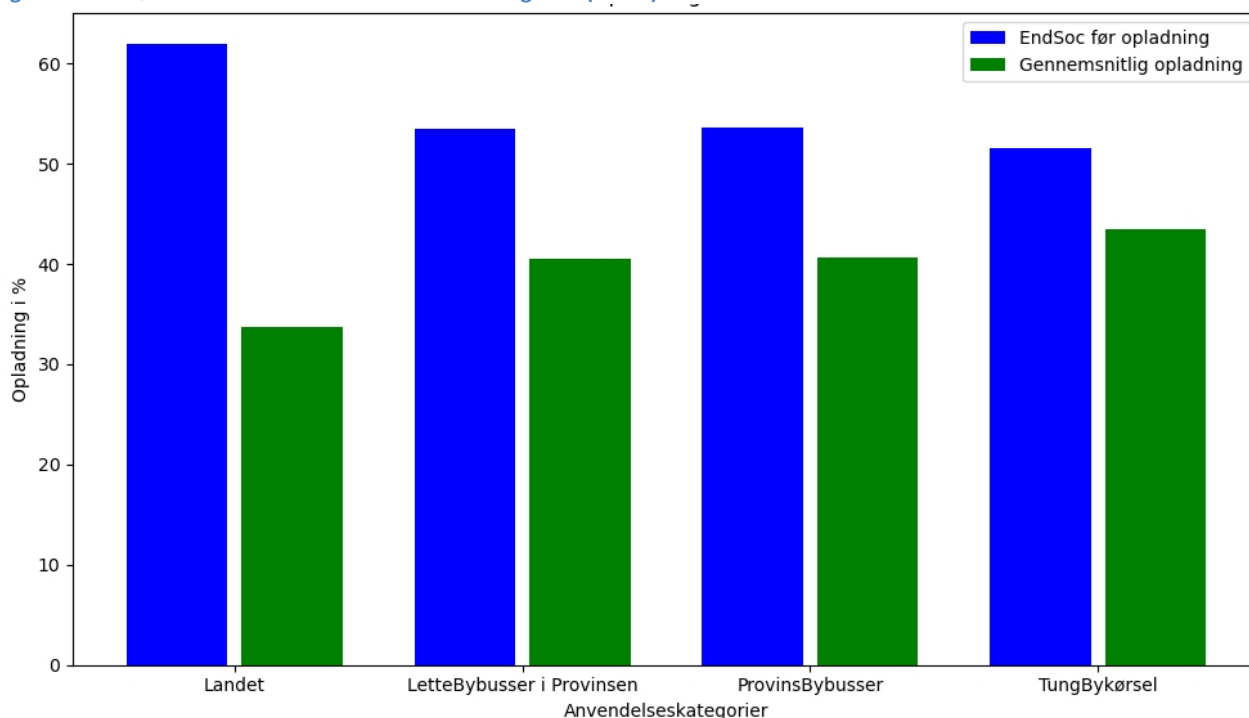
Batterilademønstre

For en mere repræsentativ analyse af lademønstre anbefales det at undersøge data på transaktionsniveau. Movia har dog ikke haft mulighed for at udføre en sådan analyse i denne omgang. Movia vurderer, at %SOC-data fra de kørte ture har en vis usikkerhed. Desuden er størstedelen af data for TaskType 2 (garage) blevet sorteret fra, hvilket er en udfordring, da busserne er i garagen, når de foretager en opladning. For at kompensere for manglende garageobservationer har Movia anvendt en tilnærmet beregningsmetode til at beregne lademønstrene.

Figur 8 viser to værdier: Den blå søjle repræsenterer den gns. %SOC før opladning, og den grønne søjle viser den gns. mængde opladning, der tilføres opgjort som %SOC. Figuren viser, at opladning af gruppen 'Landet' i gns. påbegyndes med en højere resterende %SOC, og at der lades en mindre andel af batterikapaciteten per opladning. De øvrige grupper har en mere ensartet fordeling. Movias analyse viser, at størstedelen af busopladningerne kan kategoriseres som følgende:

- Korte opladninger: Disse forekommer oftest i løbet af bussens aktive periode i løbet af dagen. Opladningstiden er typisk omkring 1 time.
- Lange opladninger: Disse forekommer uden for bussens aktive periode i løbet af dagen. De udføres typisk om natten for at opnå en fuld opladning af bussen.

Figur 8: Lademønstre vist for de fire anvendelses kategorier (%SOC)



Diskussion

Da Movia i 2017 besluttede sig for at indsamle kørsels- og batteridata (CANbus-data) for elbusser var det for at blive klogere på bussernes energiforbrug, rækkevidde, lademønstre mv., som er vigtige parameter for operatørens dimensionering af bussystem, og dermed hvor mange elbusser som skal til ved omstilling af driften fra diesel- til elbusser. I forbindelse med, at Movia udarbejder sit årlige miljøregnskab, oplyser operatørerne Movia om gns. forbrugsdata for de enkelte buslinjer. Ved at udbyde busdriften har Movia fået erfaring med, hvordan operatørerne dimensionere deres elbussystemer. Movia har i dag en ret omfattende viden om mange af de forhold, som var de oprindelige beveggrunde for at indsamle CANbus-data for elbusser.

Der findes nogle praktiske anvendelser, hvor Movia kan have glæde af at have nem adgang til kørselsdata. Det drejer sig særligt om, at Movia kan have glæde af at få kendskab til maksimalt forbrug for specifikke buslinjer, da disse data kan klæde Movia på til at beregne behovet for elbusser ved ændringer af trafikomfanget.

Ved at logge CANbus-data over lange tidsserier vil det være muligt at lave analyser af, om forbruget ændrer sig over tid, og det vil givetvis være muligt at lave analyser af kørebatteriets tilbageværende kapacitet, og dermed hvornår batteriet skal udskiftes.

Mulighed for at indsamle data for elbusser er af meget stor betydning for operatørerne. Verband Deutsche Verkehrsunternehmen har i 2023 udarbejdet en standardisering af de data fra bussernes CANbus, som er nødvendigt for at overvåge elbusser³. Der vil være en stor værdi for operatørerne at få adgang til en række data for bussernes kørebatteri, da det gør det muligt at overvåge kørebatteriets enkelte celler/moduler, hvilket kan bruges til at forebygge batterifejl. De dataparametre, som Movia i dag logger vil ikke kunne bruges til dette formål.

³ VDV-Schrift Nr. 238: Fahrzeugdaten in Bussen des ÖPNV, VDV, januar 2023.

Konklusion

Movia har måttet frasortere ca. 95 % af de automatisk loggede data, hvorved data blev reduceret fra 29,5 mio. til 1,5 mio. observationer. Movia vurderer, at data efter frasortering af outliers og fejl er pålidelig. Frasortering af en meget stor andel af data kan dog byde, at den resterende data ikke er repræsentativ for al gennemført kørsel på de udvalgte linjer.

Forbrugsdata omfatter forbrug til bussens samlet forbrug og andet forbrug end til fremdrift (sekundært forbrug). Analyser af den loggede data viser, at data for bussernes sekundære forbrug (herunder forbrug til elbussens varmepumpe) er fejlfyldt. Movia har valgt at se bort fra det loggede sekundære forbrug.

Analyserne viser, at det samlede forbrug er betydeligt lavere for buslinjer, som kører på landet (mellem bysamfund) end for busser, som kører i provinsbyer, og busser, som kører på tunge linjer i København (kendetegnet ved lav hastighed og mange passagerer). Forbruget på landlinjer er 0,72 kWh/km, hvor forbruget er 0,90-0,91 kWh/km på øvrige linjer. Bussernes forbrug til fremdrift er på tværs af anvendelseskategorierne 19,5% højere i vintermånederne end i sommermånederne. Data for forbrug til opladning af busser, som kører på landlinjer, viser et samlet gns. forbrug svarende til 0,99 kWh/km. Tilsvarende er forbruget til opladning af provinsbusser i gns. 1,12 kWh/km. Forskellen på målt samlet forbrug fra CANbus og det totale forbrug til opladning af busserne (målt ved garageanlægget bimåler) er 24 % for provinsbusser og 38 % for landlinjer. Det bør bemærkes, at det kun delvist er sammenfald mellem de buslinjer, som er omfattet af kategorien 'Landet', og de buslinjer, som der målt totalt for brug til opladning af busserne. Tabet er dermed betydeligt større end de 15 %, som Movia forventede.

Elbussernes kabine opvarmes ved lave udetemperaturer med et fyr, som bruger HVO. Forbruget hertil udgør 0,13 l/køreplanstime for landbusser og 0,37 l/køreplanstime for provinsbusser. Busser, som kører på tunge linjer i København, genererer 126 % mere regenerativ energi end busser, som kører på landlinjer. Data viser, at de 10 % chauffører, som kører mest effektivt i elbusserne bruger 0,14 kWh/km mindre end de 10 % chauffører med det største forbrug. Analysen viser, at opladning af elbusser, som kører på landlinjer, i gns. påbegyndes med en højere resterende %SOC, og at der lades en mindre andel af batterikapaciteten per opladning end for de øvrige anvendelseskategorier.

Movias erfaringer med logning kørsels- og batteridata fra elbussers CANbus har ført til følgende læringspunkter:

- Planlæg hvilke analyser, som I ønsker at gennemføre, og hvad I vil bruge resultaterne til.
- Sørg for at etablere et automatisk system til indsamling af data, så data ikke efterfølgende skal indsamles fra forskellige platforme.
- Sørg for at undersøge validiteten af den data, som logges, kort tid efter at de første data bliver leveret.
- Sørg for at have procedurer i organisation til behandling af data.
- Sørg for at der allokeres de nødvendige ressourcer (medarbejdere og midler) til at gennemføre de ønskede analyser.