

Technical University of Denmark



## Analyse af GPS data fra projekt ECO-driving

Aabrink, Morten

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Aabrink, M., (2015). Analyse af GPS data fra projekt ECO-driving, 10 p.

## DTU Library

Technical Information Center of Denmark

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## NOTAT

**Til** Maria Wass-Danielsen

**Vedr.** Analyse af GPS data fra projekt ECO-driving

**Fra** Morten Aabrink

13. marts 2015  
moaa

---

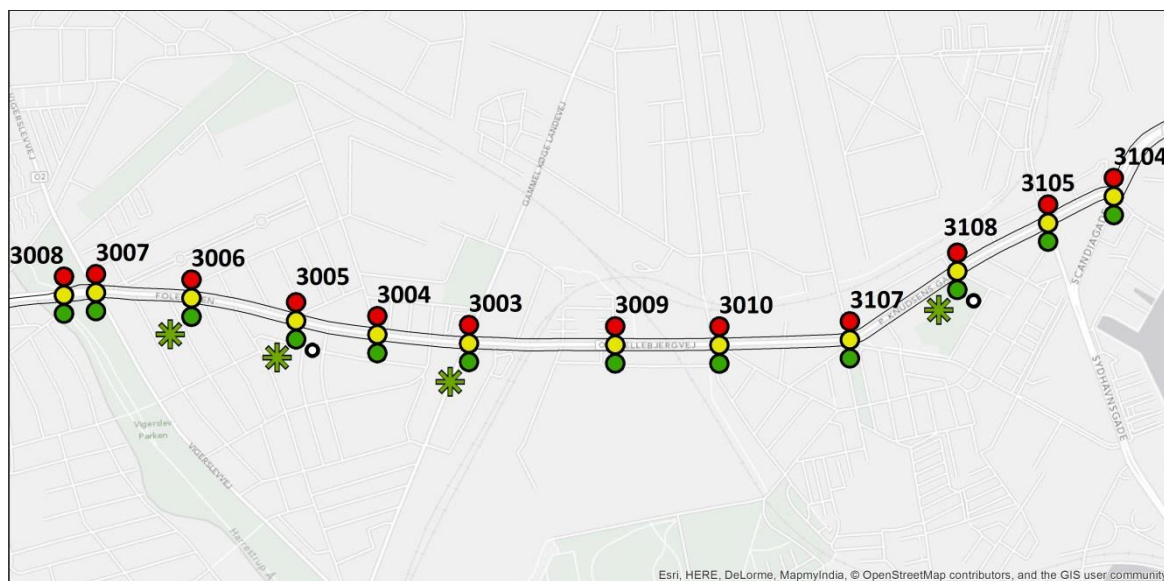
### ECO-driving

#### Dataindsamling

ECO-driving projektet undersøger om implementering af et system, hvor lastbilchaufføren har mulighed for at se hvor længe der er til det kommende signalanlæg skifter til henholdsvis rødt eller grønt, samt mulighed for at lastbilen får forlænget grøntid, kan påvirke udledningen af CO<sub>2</sub> og partikler fra lastbiler. Informationen fra systemet skal føre til, at chaufføren tilpasser lastbilens hastighed, således at lastbilen så vidt muligt undgår stop ved signalanlæg og desuden, at lastbilen får en mere glidende kørsel.

Projektet ledes af Københavns kommune. Peek Traffic har stået for installationen af udstyr i signalanlæggene og installation af udstyr i lastbilerne. Chaufførerne i projektet kommer fra flere forskellige firmaer og er rekrutteret af Københavns kommune. DTU Transport har stået for strukturering af de indsamlede rå GPS data og efterfølgende analyse af data.

På den undersøgte strækning er der installeret udstyr i 12 signalanlæg, som får kontakt med smartphonen, også kaldet On Board Unit (OBU), i lastbilen når den nærmer sig trafikanelægget. To af signalanlæggene er fodgængeranmeldt. Dataindsamlingen er foregået i København på strækningen Folehaven, Ellebjergvej, P. Knudsens Gade og Sydhavns Plads, jf. Figur 1.



**Figur 1 Forsøgsstrækningen med 12 signalanlæg, hvoraf to er fodgængeranmeldt og fire kryds har grøn prioritet i sidste periode af dataindsamlingen**

Dataindsamlingen er foretaget fra 1. april 2014 til 8. december 2014 og er delt op i tre perioder.

- Første periode fra 1. april til 29. juni, hvor lastbilchaufføren har haft adgang til information om tiden til signalanlægget skifter fra grønt til rødt eller fra rødt til grønt. Denne periode betegnes **"OBU"**
- Anden periode fra 30. juni til 5. september, hvor lastbilchaufføren ikke har haft adgang til information om signalanlægget. Perioden betegnes **"ingen OBU"**
- Tredje periode fra 6. september til 8. december, hvor fire af signalanlæggene er programmeret således, at der er mulighed for forlængelse af grønt, når lastbilen nærmer sig signalanlægget. Chaufføren har desuden adgang til OBU. Denne fase betegnes **"OBUG"**

Registreringen af GPS data foregår ved, at når lastbilen nærmer sig signalanlægget, får OBU'en kontakt med controlleren i det pågældende signalanlæg. Controlleren opsamler oplysninger fra OBU'en, så som tid og position. I perioden, hvor lastbilchaufføren ikke har haft adgang til information om tiden til grønt/rødt, har OBU'en stadig været tændt, men displayet har ikke været synligt for lastbilchaufføren.

## Metode

Lastbilernes kørselsmønster er analyseret ud fra indsamlet GPS data. Der er identificeret ture, som stopper på strækningen, hvor stoppet har andet formål end stop for rødt. Disse stop og i nogle tilfælde hele ture, er frasorteret, da stoppene ikke har relation til projektets fokus.

Der forekommer udfald i data og i en del af data er der observeret fejl i tidsstemplet. Disse data er kasseret. Desuden mangler GPS data for flere controllere i sidste indsamlingsperiode, hvor især oktober er påvirket.

Første periode af dataindsamlingen er startet med at chaufførerne har haft adgang til OBU. Optimal set skulle første periode have været uden tilgang til OBU, således at en førsituation af chaufførernes kørselsmønster var blevet registreret.

Anden indsamlingsperiode forekommer i juli og august, hvor der grundet ferie generelt kan forekomme mindre trafik. Resultaterne for denne periode kan derfor i sig selv vise sig mere gunstige end de to øvrige perioder.

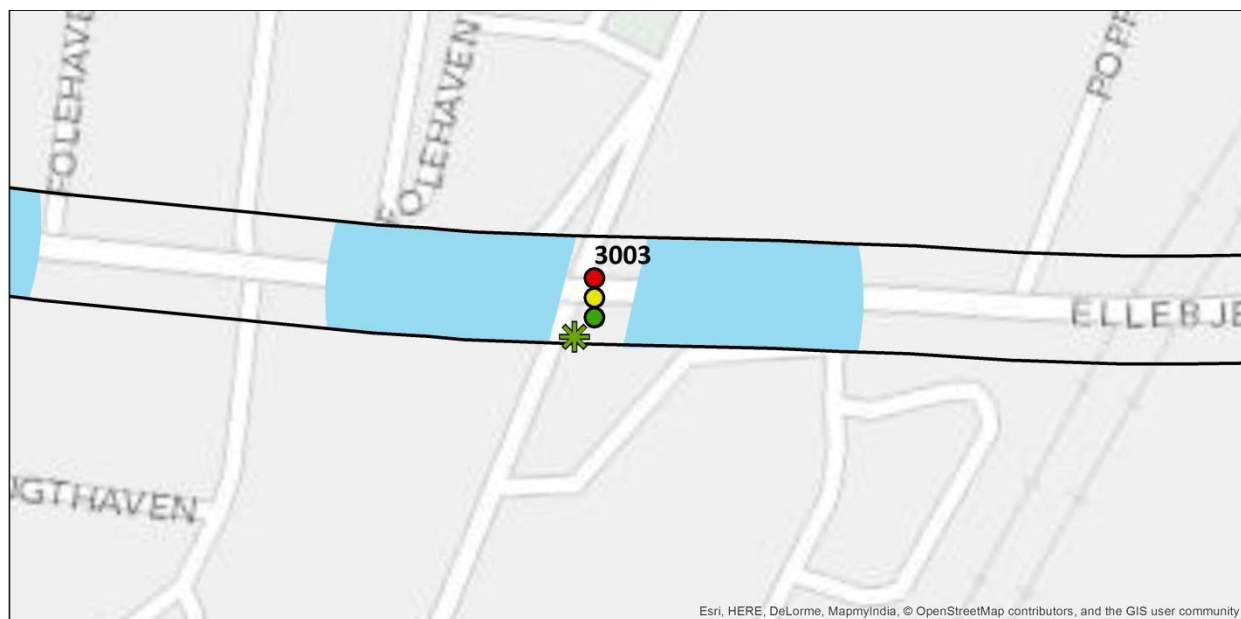
I forbindelse med anlægget af linjeføringen København – Ringsted, er der i hele indsamlingsperioden foretaget vejarbejde på Holbækmotorvejen ved Folehaven. Vejarbejdet har betydet ændret kørselsforhold som sandsynligvis har medført at lastbilerne har valgt alternative ruter. Antallet af registrerede ture i hele perioden er derfor sandsynligvis lavere end ved normale forhold.

Hovedparten af turene er foretaget på dele af strækningen. Indkørsel og udkørsel på strækningen ved forskellige lyskryds kan have betydning for resultaterne. Da der er registreret relativt få ture i forhold til det totale antal ture for alle lastbilerne på strækningen, jf. tællinger fra Københavns kommune, og antallet af registreret ture i forvejen er lavt, har det ikke været muligt at foretage detaljeret analyse på ture der eksempelvis er foretaget på hele strækningen eller lignende. En sådan analyse ville styrke sammenligningsgrundlaget mellem perioderne.

Kun fire lastbiler er registreret i alle tre indsamlingsperioder. De forskelligartede kørselsmønstre på tværs af lastbiler kan i sig selv have indflydelse på resultaterne. På baggrund af de få registrerede ture, er det ikke statistisk berettiget at foretage analyser separat for de fire lastbiler.

Der har ikke været vinterlige vejrindslag i november og december, hvorfor disse forhold ikke vurderes at have indflydelse på resultaterne.

I rapporten foretages en analyse af lastbilernes kørselsmønster ved signalanlæggene. I den forbindelse, er der omkring hvert signalanlæg genereret en buffer, ud fra de observerede GPS data og signalanlæggets generelle beskaffenhed, jf. Figur 2. Da nogle GPS positioner er behæftet med stor unøjagtighed, således at positionen eksempelvis befinder sig i modsatgående vejbane, er der desuden indført filter for kørselsretningen i kombination med om bufferen er før eller efter signalanlægget i relation til kørselsretningen.



**Figur 2 Buffer omkring signalanlæg brugt i analysen af lastbilernes kørselsmønstre**

Data er blevet vægtet med tællinger fra Folehaven. Københavns kommune har fire tællesteder fra henholdsvis 2013, 2012 og 2011. Gennemsnittet af tællingerne er blevet brugt til vægtningen. Der er talt fra kl. 7 til kl. 19. For vægtning af ture udenfor det talte tidsrum antages det, at der forekommer yderligere 20 pct. af lastbiltrafikken i dette tidsrum. Vægtningen er sket i relation til tidspunkt på døgnet samt kørselsretningen.

## Hovedresultater

I Tabel 1 fremgår det, at der er nogen forskel mellem de tre indsamlingsperioder.

	OBU	Ingen OBU	OBUG
<b>Indsamlingsperiode</b>	140401 - 140629	140630 - 140905	140908 – 141208
<b>Dage</b>	91	68	92
<b>Ture</b>	445	373	551
<b>Ture per dag</b>	4.9	5.5	6.0
<b>Antal lastbiler</b>	14	7	7
<b>Antal lastbiler (mere end 10 ture)</b>	8	6	6
<b>Distance (km)</b>	882	448	816
<b>Distance per tur (km)</b>	2,4	1,0	1,5
<b>Distance per dag (km)</b>	9,8	6,6	8,8
<b>Tid (timer)</b>	27,3	13,1	27,5
<b>Tid per tur (sekunder)</b>	264	106	180
<b>Tid per dag (minutter)</b>	18,2	11,6	17,9

**Tabel 1 Nøgletal fra dataindsamlingen med tre perioder med henholdsvis adgang til OBU, ingen adgang til OBU og adgang til OBU med mulighed for forlængelse af grønt**

Antallet af lastbiler falder fra 14 i "OBU" perioden til 7 lastbiler i "ingen OBU" og "OBUG" perioden. Den gennemsnitlige distance og tidsforbruget for turene i "OBU" perioden, er længere end i "ingen OBU" perioden og "OBUG" perioden. Forskellen skyldes primært at OBU enhederne (lastbilerne) med de relativt længste ture i "OBU" perioden, ikke optræder i "ingen OBU" og "OBUG" perioden.

Tællinger fra Københavns kommune viser, at der på forsøgsstrækningen i gennemsnit passerer 1.062 lastbiler på en typisk hverdag, inkl. de 20 pct. udenfor tælleintervallet.

	OBU	Ingen OBU	OBUG
<b>Talte lastbiler</b>	0,7 %	0,7 %	0,8 %

**Tabel 2 Andelen af lastbilture i undersøgelsen i forhold til den samlede lastbiltrafik på strækningen i de tre perioder. Den samlede lastbil trafik er gennemsnittet af fire tællestationer fra Københavns kommune. Tællingerne stammer fra 2013, 2012 og 2011.**

Af Tabel 2 fremgår det, at dataindsamlingen har omfattet mindre end 1 pct. af den samlede lastbiltrafik på strækningen.

## Ture

Nedenfor er angivet forskellige karakteristika, som undersøger lastbilernes kørselsmønstre i de tre forskellige perioder.

Det ses nedenfor i Tabel 3, at gennemsnitshastigheden for perioden med tilgang til "OBU" og "ingen OBU", er tæt ved ens. Gennemsnitshastigheden i tredje periode, med tilgang til OBU og prioriteret grønt, er en anelse lavere end i de to øvrige perioder.

	OBU	Ingen OBU	OBUG
<b>Gennemsnitshastighed (km/t)</b>	32,2	32,5	28,5

**Tabel 3 Gennemsnitshastigheden for turene i de tre perioder**

Af Tabel 4 fremgår det, at turene i "OBU" perioden har flest stop per tur og at der er færrest i "ingen OBU" perioden. Når der ses på den gennemsnitlige kørte distance per stop, har "OBU" perioden den længste afstand og "OBUG" perioden den korteste.

	OBU	Ingen OBU	OBUG
<b>Stop per tur</b>	1,4	1,0	1,3
<b>Distance per stop (km)</b>	0,88	0,78	0,63
<b>Tid per stop (sekunder)</b>	98	87	79
<b>Andel tid stoppet af samlet køretid (sekunder)</b>	15 %	14 %	19 %
<b>Gns. stoptid per stop (sekunder)</b>	15	12	15

**Tabel 4 Karakteristika for turenes stop på hele strækningen, inkl. stop udenfor signalanlæg**

"OBU" perioden har også den længste gennemsnitlige tid per stop på 98 sekunder og "OBUG" perioden den laveste gennemsnitlige tid per stop på 79 sekunder. Det ses desuden, at andelen af stoppet tid i forhold til den samlede køretid, er tæt ved ens for "OBU" og "ingen OBU" perioden og højest for "OBUG" perioden. Den gennemsnitlige tid stoppet per stop, er kortest for "ingen OBU" perioderne og en anelse længere for både "OBU" perioden og "OBUG" perioden.

#### **Området ved signalanlæg**

I forbindelse med at lastbilchaufføren skal have mulighed for at tilpasse hastigheden, for at nå overfor grønt eller at undgå at stoppe for rødt, er det interessant at se på lastbilernes kørselsmønster ved signalanlæggene. Det kan antages, at lastbilen har større sandsynlighed for at drage fordel af informationen om rød/grøn tid, desto tættere på signalanlægget lastbilen er. Lastbilchaufføren har mindre mulighed for at drage nytte af informationen, hvis der er kø eller informationen gives relativt langt væk fra signalanlægget.

	OBU	Ingen OBU	OBUG
Gns. tid stoppet per stop i signalanlæg (sekunder)	18	18	22
Gns. tid i signalanlæg	16	16	19
Tid stoppet i forhold kørt tid i signalanlæg	31 %	31 %	43 %
Gns. stoppet tid per passeret signalanlæg	5	5	7
Stop signalanlæg / passeret signalanlæg	27 %	28 %	38 %

**Tabel 5 Nøgletal for lastbilernes kørsel og stop ved signalanlæggene**

Tabel 5 viser generelt at "OBU" perioden og "ingen OBU" perioden, er tæt ved identiske. Der er en anelse flere stop ved signalanlæg i forhold til antallet af passeret signalanlæg, når der ikke er adgang til OBU. Samtlige variable er højere for "OBUG" perioden i forhold til de to øvrige perioder. I "OBUG" perioden bruges mere tid stoppet per stop i signalanlægget og andelen af tiden, der er stoppet i forhold til den samlede tid, er ligeledes højere end i de to øvrige perioder. Når der ses på tiden brugt per passeret signalanlæg, ligger "OBUG" perioden også over de to øvrige perioder. Også andelen af signalanlæg der stoppes ved, i forhold til det samlede antal passerede signalanlæg, er tydeligt højere.

	OBU	Ingen OBU	OBUG
Gns. hastighed ved signalanlæg	22 km/t	23 km/t	19 km/t
Gns. hastighed udenfor signalanlæg	41 km/t	43 km/t	38 km/t

**Tabel 6 Gennemsnitshastighed ved og udenfor signalanlæg**

Af Tabel 6 fremgår det, at gennemsnitshastigheden for "OBUG" perioden både er lavere ved signalanlægget og udenfor signalanlægget end i "OBU" og "ingen OBU" perioderne. Gennemsnitshastigheden er en anelse højere i "OBU" perioden end i "ingen OBU" perioden både ved signalanlæggene og udenfor signalanlæggene.

### Signalanlæg – grøn prioritet

Muligheden for at give lastbilerne grøn prioritet blev implementeret i fire signalanlæg. Tabel 7 viser andelen af stop i forhold til antallet af gange signalanlægget er passeret, for de fire signalanlæg.



Signalanlæg	OBU	Ingen OBU	OBUG
3003	33 %	46 %	41 %
3005*	15 %	7 %	10 %
3006	21 %	17 %	21 %
3108*	12 %	8 %	12 %
Fire signalanlæg med prioritet grønt	20 %	18 %	21 %
Øvrige otte signalanlæg uden prioriteret grønt	31 %	33 %	38 %
To fodgængeranmeldt signalanlæg med prioritet	13 %	7 %	11 %
To ikke-fodgænger anmeldt	27 %	32 %	32 %

**Tabel 7 Andel af stop i signalanlæg i forhold til antallet af gange signalanlægget er passeret for de fire signalanlæg med grøn prioritet. Signalanlæg markeret med "\*" er fodgængeranmeldt**

"OBU" perioden har færrest stop ved signalanlæg 3003 i forhold til de to andre perioder og flere eller samme andel stop for de tre resterende signalanlæg. "Ingen OBU" perioden har flest stop ved signalanlæg 3003 og færrest stop ved de tre øvrige signalanlæg. "OBUG" perioden har flere stop end "ingen OBU" perioden ved tre af signalanlæggene og færre ved signalanlæg 3003. Ved ingen af de fire signalanlæg med grøn prioritet har "OBUG" perioden færrest stop i forhold til de to øvrige perioder samlet set.

Det ses desuden i Tabel 7, at for de fire signalanlæg med prioriteret grønt, er der i "OBUG" perioden kun marginalt flere stop i forhold til de to øvrige perioder, men at andelen af stop for "OBUG" perioden i de otte øvrige signalanlæg er betydelig højere end i de to øvrige perioder.

Alt andet lige ville det forventes, at antallet af stop i "OBU" perioden og "OBUG" perioden var omtrent ens, da der i begge perioder er tilgang til "OBU" for de pågældende signalanlæg. Den tydeligt højere andel af stop i de otte øvrige lyskryds i "OBUG" perioden kan derfor som tidligere nævnt indikere, at de forskellige indsamlingsperioder har været påvirket af forskellige trafikale forhold på strækningen og/eller at variationer i anvendelsen af de forskellige lastbiler i de enkelte indsamlingsperioder og deraf afledt forskellige kørselsmønstre, generelt har betydet flere stop.

### Sammenfatning

Stikprøven brugt i analysen er mindre end 1 pct. af den samlede lastbiltrafik på strækningen i indsamlingsperioden. "Ingen OBU" og "OBUG" perioderne har halvt så mange lastbiler som "OBU" perioden, hvor 14 lastbiler til sammen kun har 4,9 ture per dag. Faldet i antallet af registrerede lastbiler mellem perioderne kan skyldes, at lastbilerne har kørt af alternative ruter grundet det omfattende anlægsarbejde ved Holbækmotorvejen.

Samtidig er flere lastbiler ikke de samme i de tre perioder. Der spores tydelige forskelle i kørselsmønstret, jf. Tabel 1, og eksempelvis er der registreret betydeligt flere ture i den østlige del af strækningen i "OBUG" perioden, i forhold til de to øvrige perioder. De forskellige kørselsmønstre kan have stor indflydelse på resultaterne i den pågældende indsamlingsperiode, netop fordi datagrundlaget er så sparsomt som tilfældet er.

I "OBU" perioden, er den gennemsnitlige afstand og gennemsnitlige tid før stop længere end i "ingen OBU" perioden. Der er desuden 1 pct. færre stop ved signalanlæg med OBU i forhold til "ingen OBU" perioden, hvilket i begge tilfælde peger mod at systemet kan have en gavnlig effekt. Til gengæld er den gennemsnitlige stoptid per stop højere med adgang til OBU og gennemsnitshastigheden lavere både udenfor og ved signalanlæggene i forhold til når der ikke er adgang til OBU. Antallet af stop per tur er også højere i "OBU" perioden end i "ingen OBU" perioden. Det kan dog skyldes at turene i gennemsnit er længere i "OBU" perioden end i "ingen OBU" perioden og derfor også passerer flere signalanlæg med mulighed for stop.

For "OBUG" perioden, hvor der er adgang til OBU og i fire signalanlæg er implementeret prioriteret grønt, observeres lavere gennemsnitshastighed end i de to andre perioder, hvilket alt andet lige fører til at lastbilen opholder sig på strækningen længere. Der bruges mere tid stoppet end i de to andre perioder både i og udenfor signalanlæggene. I "OBUG" perioden, er den gennemsnitlige stoppetid per stop i signalanlæg 3 sekunder (ca. 30 pct.) længere end i de to andre perioder. Den stoppede tid per stop for hele strækningen, er også højere i "OBUG" perioden i forhold til de to andre perioder.

For de fire signalanlæg, hvor lastbilerne i "OBUG" perioden netop har fordel i forbindelse med prioriteret grønt, ses en anelse flere stop i "OBUG" perioden end i de to andre perioder. Der er relativt flere stop per passeret signalanlæg i "OBUG" perioden i de øvrige otte signalanlæg end tilfældet er for de fire signalanlæg med prioriteret grønt. Denne tendens ses dog også i de to andre perioder.

Opsummeret er følgende tendenser observeret i data:

- Indsamlingen af data i "ingen OBU" perioden er foregået i sommerferieperioden, som med lavere trafikmængde i sig selv kan vise sig mere gunstig i forhold til de to andre perioder, ved at der er mulighed for højere gennemsnitshastighed samt færre stop i den pågældende periode
- Analysen viser ikke entydige at OBU systemet vil kunne formindske antallet af stop og medføre mere glidende kørsel således, at der kan opnås reduceret brændstofforbrug og deraf afledt reducere af CO<sub>2</sub> og skadelige partikler. Der er derfor ikke fundet grundlag for at konkludere, at implementeringen af systemet giver mærkbare positive effekter i lastbilernes kørselsmønster
- Der er ikke indikationer, som viser at kørslen skulle være mere glidende, da andelen af stop per passeret signalanlæg, varigheden af stop, gennemsnitshastigheden og tiden brugt i signalanlægget er ens i henholdsvis OBU og "ingen OBU" perioden
- Med baggrund i manglerne i datagrundlaget, bør resultaterne dog generelt vurderes kritisk, også fordi flere af resultaterne er i modstrid med det intuitivt forventede

- Systemet med prioriteret grønt, "OBUG" perioden, viser ikke tendenser til med fordel at kunne implementeres
- I lyset af det sparsomme datagrundlag vurderes det at datakvaliteten, chaufførernes og lastbilernes forskellige turmønstre i de tre indsamlingsperioder samt de generelle forhold i trafikken, kan have større indflydelse på resultaterne end selve OBU systemet og systemet med prioriteret grønt
- Det kan ikke udelukkes at implementeringen af OBU systemet og prioriteret grønt kan vise mere positive tendenser, hvis der tages højde for de nævnte problematikker ved en ny dataindsamling. Især hvis der opnås et mere robust datagrundlag der tillader analyse på mere detaljeret niveau

Anlægsarbejdet ved Folehaven har med stor sandsynlighed haft indflydelse på mængden af indsamlet data. I forbindelse med forbedring af det data der er indsamlet, kunne der i et eventuelt fremtidigt projekt med fordel startes med en indsamlingsperiode, hvor chaufføren ikke havde fået information om systemet, men hvor kørslen registreredes som førperiode. Således ville det undgås at en tilvænning og opmærksomhed om signalanlæggene får indflydelse på "ingen OBU" perioden.

Samtidig er der registreret mange dataudfald i alle tre perioder, hvorfor det anbefales ved en eventuelt fremtidig indsamling, at data kvalitetssikres så tidligt som muligt i processen, således at der eventuelt kan implementeres en alternativ metode til indsamling af GPS data. En større stikprøve samtidig med en stikprøve dækkende over samme typer af ture og/eller lastbilskøremønstre vil gøre analysen mere robust.

En mulig løsning i relation til data indsamlet i sommerferieperioden, er at benytte et indsamlingsdesign hvor alle lastbiler kører i hele perioden, men hvor halvdelen af lastbilerne har adgang til OBU og den anden halvdel ikke har adgang til OBU, med forbehold for lastbilernes kørselsmønstre i forhold til myldretiden og generelt.

Efter dataanalysens afslutning er det blevet bekendt at prioriteret grønt i nogle tidsrum har været inaktivt. Dette forhold er der ikke taget højde for i rapporten. Det er klart at grundlaget for sammenligningen mellem "OBUG" perioden og de to øvrige perioder vil være bedre, hvis der udelukkende fokuseres på de aktive tidsrum. Det ville dog have gjort det i forvejen sparsomme datagrundlag endnu mere sårbart.