

Motorvejsbelysning

Evaluering af effekterne ved slukning af belysning på motorvejen

Madsen, Tanja Kidholm Osmann; Agerholm, Niels; Olesen, Anne Vingaard; Øhlenschlæger, Rasmus; Lahrmann, Harry

Creative Commons License
Ikke-specificeret

Publication date:
2021

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Madsen, T. K. O., Agerholm, N., Olesen, A. V., Øhlenschlæger, R., & Lahrmann, H. (2021). *Motorvejsbelysning: Evaluering af effekterne ved slukning af belysning på motorvejen*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Nr. 2021:19 <https://build.dk/Pages/Motorvejsbelysning.aspx>

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 -

Take down policy

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

BUILD RAPPORT 2021:19

Motorvejsbelysning

Evaluering af effekterne ved slukning af
belysningen på motorvejen



AAU BUILD
AALBORG UNIVERSITET

TITEL	MOTORVEJSBELYSNING
UNDERTITEL	Evaluering af effekterne ved slukning af belysningen på motorvejen
SERIETITEL	BUILD Rapport 2021:19
UDGIVELSEÅR	2021
UDGIVET DIGITALT	september 2021
FORFATTER	Tanja Kidholm Osmann Madsen, Niels Agerholm, Anne Vingaard Olesen, Rasmus Øhlenschläger og Harry Lahrmann
SPROG	Dansk
SIDETAL	48
LITTERATURHENVISNINGER	Side 45
EMNEORD	Trafiksikkerhed, trafik, motorveje, motorvejsbelysning, evaluering
ISBN	978-87-563-2000-9
ISSN	2597-3118
FOTO	Tanja Kidholm Osmann Madsen
UDGIVER	Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post build@build.aau.dk www.anvisninger.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

Resumé

I efteråret 2019 blev motorvejsbelysningen på udvalgte motorvejsstrækninger i Hovedstadsområdet slukket i en etårig forsøgsperiode. I alt er belysningen blevet slukket langs knap 30 km motorvej. Formålet med dette har været at undersøge den trafiksikkerhedsmæssige effekt og indvirkningen på fremkommeligheden af tiltaget, så det kan afgøres, om belysningen kan forblive slukket eller skal genetableres på disse strækninger. En slukning vil dels bidrage til energibesparelser, dels tilpasse omfanget af motorvejsbelysning til dagens anbefalinger til, hvor og hvornår der skal være belysning på motorvejene.

I evalueringen er den trafiksikkerhedsmæssige effekt vurderet ved at sammenligne uheldsforekomsten før og efter slukningen af motorvejsbelysningen. Analysen viser, at der både før og efter slukningen sker meget få personskadeuheld. Når man ser på alle uheldstyper, er der ikke fundet en statistisk signifikant ændring i uheldsforekomsten før og efter slukningen af motorvejsbelysningen. Der er fundet indikationer af en lille ophobning af uheld på Motorring 3 i den ene ende af forsøgsstrækningen, men det kan på baggrund af undersøgelsen ikke konkluderes, om det er en tilfældighed eller kan relateres til slukningen af belysningen. I efterperioden er der konstateret flere uheld i mørke end forventet på motorvejene i Hovedstadsområdet, og dette gælder uanset belysningsforholdene. Stigningen er ikke større på forsøgsstrækningerne end på motorveje, hvor der hverken var belysning i før- eller efterperioden, og den er ikke statistisk signifikant. Som følge af COVID-19-situationen bygger analysen på en meget kort analyseperiode (12 måneder før, 4 måneder efter), og det betyder, at vurderingen er usikker. Evalueringer af lignende tiltag i andre lande, herunder Sverige, England, Belgien og Holland, viser blandede effekter, men flere af studierne har konkluderet, at ændringen i belysningen ikke ser ud til at have påvirket trafiksikkerheden og trafikafviklingen markant.

Trafikanternes hastighed ved kørsel i mørke er blevet undersøgt i udvalgte snit på Motorring 3, Helsingørmotorvejen og Holbækmotorvejen, både hvor belysningen fortsat er tændt, og hvor belysningen forsøgsvist er blevet slukket. Denne analyse har vist, at tiltaget ikke har haft indflydelse på trafikanternes hastighed ved kørsel i mørke. Det er også blevet undersøgt, om slukningen af motorvejsbelysningen har påvirket fremkommeligheden på motorvejene. I de analyserede snit på Helsingørmotorvejen og Motorring 3 er fremkommeligheden i mørke uændret i forhold til tidligere. I snittet på Holbækmotorvejen er fremkommeligheden i mørke faldet en smule; her er der efter slukningen af vejbelystningen fundet et fald på 3,2 % i den trafik, der udløser, at trafikken går i stå. Faldet er statistisk signifikant.

En spørgeskemaundersøgelse er blevet udsendt til et repræsentativt udsnit af befolkningen i 11 udvalgte postnumre langs indfaldsmotorvejene omkring København. I alt modtog 23.225 personer et brev i e-Boks. Spørgeskemaet blev besvaret af 4.438 trafikanter, som alle havde kørt på motorvejene i Hovedstadsområdet indenfor den seneste måned før udsendelsen af spørgeskemaet. Selv om slukningen kun har haft begrænset indvirkning på trafikanternes køreadfærd og fremkommelighed, viser spørgeskemaundersøgelsen, at enkelte trafikanter har oplevet en serviceforringelse ved slukningen af motorvejsbelysningen. Blandt respondenterne havde 2,9 % bemærket, at motorvejsbelysningen var blevet slukket, hvor de færdes, mens flere godt kunne tænke sig forbedringer i belysningen (8,8 %) og vejafmærkningen (10,4 %).

Undersøgelsen udviser ikke markante resultater, der peger på, at belysningen generelt bør reetableres på forsøgsstrækningerne. Som følge af usikkerheden ved den meget korte analyseperiode, kan det anbefales at følge uheldsudviklingen over en længere periode, især på Motorring 3, og derefter foretage en opfølgende analyse af den trafiksikkerhedsmæssige effekt af slukningen. Det kan overvejes at bibeholde belysningsanlæggene på Motorring 3 i en periode, så belysningen kan genetableres, hvis en senere evaluering tilsiger det.

Forord

Denne rapport er udarbejdet af Trafikforskningsgruppen ved Aalborg Universitet i forbindelse med et projekt om evaluering af Vejdirektoratets storskalaforsøg med slukning af belysningen langs udvalgte motorvejsstrækninger i Hovedstadsområdet.

Projektet er udført i samarbejde med Vejdirektoratet, som har finansieret projektet. Vejdirektoratet har gennem projektet bidraget med data og viden til projektet og har kommenteret rapporten, men det er alene Trafikforskningsgruppen, der har ansvar for metodevalg, analyser, resultater og konklusioner i rapporten.

Medvirkende i projektet:

Fra Vejdirektoratet:

Michael Aakjer Nielsen
Mette Menne Vikjær
Anne Eriksson

Fra Aalborg Universitet:

Tanja Kidholm Osmann Madsen
Niels Agerholm (indtil 31.10.2020)
Anne Vingaard Olesen
Rasmus Øhlenschläger
Harry Lahrmann

Indhold

1	INDLEDNING	9
2	LITTERATURSTUDIE.....	11
3	UHELDSANALYSE	13
3.1	Metode	13
3.2	Resultater	19
4	FREMKOMMELIGHEDSANALYSE	26
4.1	Metode	26
4.2	Resultater	30
5	SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE.....	33
5.1	Metode	33
5.2	Resultater	35
6	KONKLUSION	43
7	REFERENCER.....	45
8	BILAG.....	47
A.	Hastighedsgrænser	47

1 Indledning

På motorvejene i Hovedstadsområdet findes der belysning langs en række motorvejsstrækninger. Meget af motorvejsbelysningen blev etableret før 1970'erne som følge af den daværende praksis, men ville ikke nødvendigvis være blevet etableret de samme steder i dag ud fra de trafikale og trafiksikkerhedsmæssige forhold på strækningerne. Belysningsanlæggene er forbundet med store omkostninger til energiforbrug, drift og vedligehold, og flere steder er anlæggene i så dårlig vedligeholdelsesmæssig stand, at der er behov for omfattende renovering eller udskiftning af belysningsarmaturet. (Hansen, 2018)

Ved at reducere udbredelsen af motorvejsbelysning kan omkostningerne nedbringes, lysforureningen omkring motorvejene mindskes, og omfanget af belysning kan tilpasses, så det følger de aktuelle anbefalinger: belysning på motorveje anvendes som udgangspunkt kun på strækninger, hvor der er generende lys fra omgivelserne, hvor der er kort afstand mellem tilslutningsanlæg, hvor tilkørselsramper har korte flettestrækninger eller ubetinget vigepligt, hvor motorvejens udformning er kompliceret, eller hvor der ses en overrepræsentation af uheld i mørke (Vejdirektoratet, 2020b).

I efteråret 2019 blev motorvejsbelysningen på udvalgte motorvejsstrækninger i Hovedstadsområdet (Figur 2) forsøgsvist slukket i et etårigt storskalaforsøg. Forsøget havde til formål at undersøge, om belysningsanlæggene på disse strækninger permanent vil kunne tages ud af drift uden negative konsekvenser for trafiksikkerheden og trafikafviklingen. Strækningerne er udvalgt på baggrund vejgeometrien, trafikmængder, uheldsforekomst og omgivelsernes karakter (Hansen, 2018).



Figur 1 | Belysning på udvalgte motorveje i Hovedstadsområdet er forsøgsvist slukket, her Motorring 3.



Figur 2 | Motorveje, hvor belysningen slukkes (forsøgsstrækninger), og hvor belysningen fortsat er tændt. Belysningen på dele af Hillerødmotorvejen (skraveret) indgik oprindeligt i forsøgsstrækningen, men blev af praktiske årsager tændt under storskalaforsøget.

Denne rapport beskriver evalueringen af storskalaforsøget for at vurdere effekterne på trafiksikkerheden og trafikafviklingen ved slukning af motorvejsbelysningen. Evalueringen foretages dels ud fra et før/efter-studie af uheldsforekomsten på motorvejene, dels ud fra et før/efter-studie af effekten på trafikafviklingen og trafikanternes køreadfærd, og dels ud fra en spørgeskemaundersøgelse, som er blevet udsendt til et repræsentativt udsnit af befolkningen i områder langs indfaldsmotorvejene. Endelig er der foretaget et litteraturstudie om effekten af belysning på motorveje.

2 Litteraturstudie

Trafiksikkerhedsmæssig effekt af vejbelysning på motorveje

Mange studier af vejbelysningens effekt på trafiksikkerheden er af ældre dato og blev hovedsageligt gennemført i 1960'erne, 70'erne og 80'erne (Høye, 2014), enten for at evaluere effekten af den vejbelysning, som i mange lande blev etableret i stort omfang før energikrisen i begyndelsen af 1970'erne, eller for at evaluere den trafiksikkerhedsmæssige effekt af at reducere omfanget af vejbelysningen for at spare på energien.

En metaanalyse, som sammenfatter resultaterne for den trafiksikkerhedsmæssige effekt af at etablere vejbelysning, har vist, at forekomsten af dødsuheld på motorveje i mørke reduceres med 36 %, og at antallet af personskadeuheld på motorveje i mørke reduceres med 14 %, når der etableres vejbelysning (Høye, 2017). Estimaterne er dog forbundet med stor usikkerhed, og der er stor variation på effekterne fra de forskellige studier. Et nyere studie af Abuzwidah *et al.* (2020) har sammenlignet 4-sporede motorveje henholdsvis med og uden vejbelysning i Florida, USA. Resultaterne viser, at antallet af personskadeuheld er 27 % lavere på motorveje med vejbelysning i forhold til motorveje uden vejbelysning, mens antallet af materielskadeuheld er 21 % lavere.

Risikoen for personskader på motorveje er meget lav sammenlignet med andre vejtyper, og samfundsøkonomiske beregninger har vist, at omkostningerne ved at have vejbelysning, i modsætning til mange andre trafiksikkerhedstiltag, er højere end den økonomiske gevinst som opnås på baggrund af vejbelysningens gavnlige effekt på trafiksikkerheden (Daniels *et al.*, 2019; Høye, 2014).

Siden årtusindskiftet har der i flere lande, heriblandt Belgien, Holland, England og Sverige, været en tendens til, at vejmyndighederne har foretaget ændringer i belysningsniveauet på motorvejene, ofte med begrundelse i at ville mindske energiforbruget. Tiltagene går fra at bestå af mindre forsøg på udvalgte strækninger (Sverige) til omfattende landsdækkende implementeringer af belysningsstrategier med slukket eller reduceret belysning på motorvejene (Belgien og Holland).

I 2001 blev belysningen på en ca. 9 km lang motorvejsstrækning i Portland, Oregon, reduceret (ca. 5 km) eller slukket (4 km) for at mindske energiforbruget (Monsere & Fischer, 2008). Som en konsekvens af, at stikprøvestørrelsen i undersøgelsen var lille, er effekten for trafiksikkerheden kun opgjort samlet for den delvise og fuldstændige slukning af belysningen på motorvejsstrækningen. Resultaterne viste, at ændringen i belysningen medførte en stigning på 29 % ($p = 0,05$) i det totale antal uheld i mørke og en stigning på 39 % ($p = 0,07$) i antallet af personskadeuheld i mørke. Belysningen er, som følge af denne stigning i uheldsforekomsten, efterfølgende blevet genetableret til samme niveau som før 2001.

I 2009 blev belysningen langs ca. 200 km motorvej i England slukket helt (99 km) eller i tidsrummet 24.00-5.00 (104 km) som følge af en ny belysningsstrategi (Chick, 2015). En analyse af antallet af personskadeuheld før og efter slukningen af belysningen kunne ikke påvise en forringelse af trafiksikkerheden. Da undersøgelsen tager udgangspunkt i antallet af personskadeuheld, bygger analysen dog på meget få registrerede uheld.

I 2011 blev der indført nye principper for belysningen på motorvejene i Flandern, Belgien, hvilket medførte, at belysningen på en række motorveje blev slukket efter at have været belyst enten hele tiden eller i den mest trafikerede del af mørkeperioden (slukket fra 24.00-6.00). En foreløbig analyse foretaget omkring et år efter ændringen viste, at slukningen af belysningen umiddelbart ikke så ud til at påvirke uheldsforekomsten (Bervoets, 2014).

I 2013 indførte Rijkswaterstaat en reduktion af vejbelysningen om natten på de hollandske motorveje for at mindske energiforbruget (van Veluwen & de Vries, 2015). På et stort antal motorveje, med en samlet længde på ca. 550 km, blev vejbelysningen slukket i tidsrummet 23.00-5.00. En analyse af uheldsforekomsten, foretaget på baggrund af ca. ét års uheldsdata før og efter slukningen af motorvejsbelysningen, viste, at uheldsudviklingen på strækninger med slukket belysning om natten var sammenlignelig med udviklingen på andre vejstrækninger. Der så derved ikke umiddelbart ud til at være en negativ effekt på trafiksikkerheden som følge af tiltaget. I 2019 blev det dog alligevel besluttet at genetablere belysningen om natten, og der er foreløbigt blevet tændt for belysningen igen langs 80 km af motorvejsstrækningerne (van Nieuwenhuizen, 2019).

Vejbelysningens betydning for fremkommelighed og adfærd

Assum *et al.* (1999) undersøgte, om bilister ændrer deres adfærd, når der etableres vejbelysning. Hypotesen var, at der ikke ville kunne observeres adfærdsændringer i form af øget hastighed, reduceret koncentration omkring køreopgaven, eller at der blev foretaget flere ture som følge af, at der blev opsat vejbelysning. Undersøgelsen tog udgangspunkt i en motorvejsstrækning i Norge, hvor der i 1994 blev etableret vejbelysning. Analysen viste, at gennemsnitshastigheden i mørke steg med 3,6 km/t på lige vejstrækninger og 0,5 km/t i kurver, samtidig med at bilisternes koncentration om køreopgaven blev reduceret efter etableringen af vejbelysningen.

I 2006 iværksatte det svenske Vägverket et forsøg for at undersøge effekten på trafikanternes adfærd af at reducere eller slukke for belysningen på motorvejen (Nygårdhs, 2007). På en ca. 3 km lang motorvejsstrækning øst for Göteborg blev lyset i hver anden lygtepæl slukket, mens al belysning på en ca. 5 km lang motorvejsstrækning nord for Göteborg blev slukket. Belysningen på den slukkede strækning blev dog genetableret igen kort tid efter som følge af en omfattende negativ medieomtale, iværksat af en beboer nær forsøgsstrækningen. Der findes derfor ingen resultater for, hvordan slukningen påvirkede trafikanternes hastighedsadfærd, ligesom interviews med pendlere på forsøgsstrækningerne ikke kunne gennemføres som følge af medieomtalen. På motorvejsstrækningen, hvor belysningsniveauet blev halveret, steg gennemsnitshastigheden med ca. 0,6 km/t for fritkørende køretøjer i mørke, sandsynligvis som følge af forskelle i føret under før- og efterperioden, som har påvirket hastigheden og derved givet et uventet resultat.

3 Uheldsanalyse

3.1 Metode

Til at vurdere, hvordan slukningen af belysningen på udvalgte dele af motorvejene omkring København påvirker trafiksikkerheden, er der foretaget en før/efter-analyse af uheldsforekomsten på forsøgsstrækningerne, hvor belysningen er blevet slukket. Udviklingen holdes desuden op mod uheldsudviklingen på sammenlignelige motorveje, hvor belysningsforholdene er anderledes:

- Motorveje omkring København, hvor belysningen fortsat er tændt
- Motorveje i Hovedstadsområdet, hvor der ikke findes belysning
- Motorveje med stor trafik udenfor Hovedstadsområdet, hvor der ikke er belysning

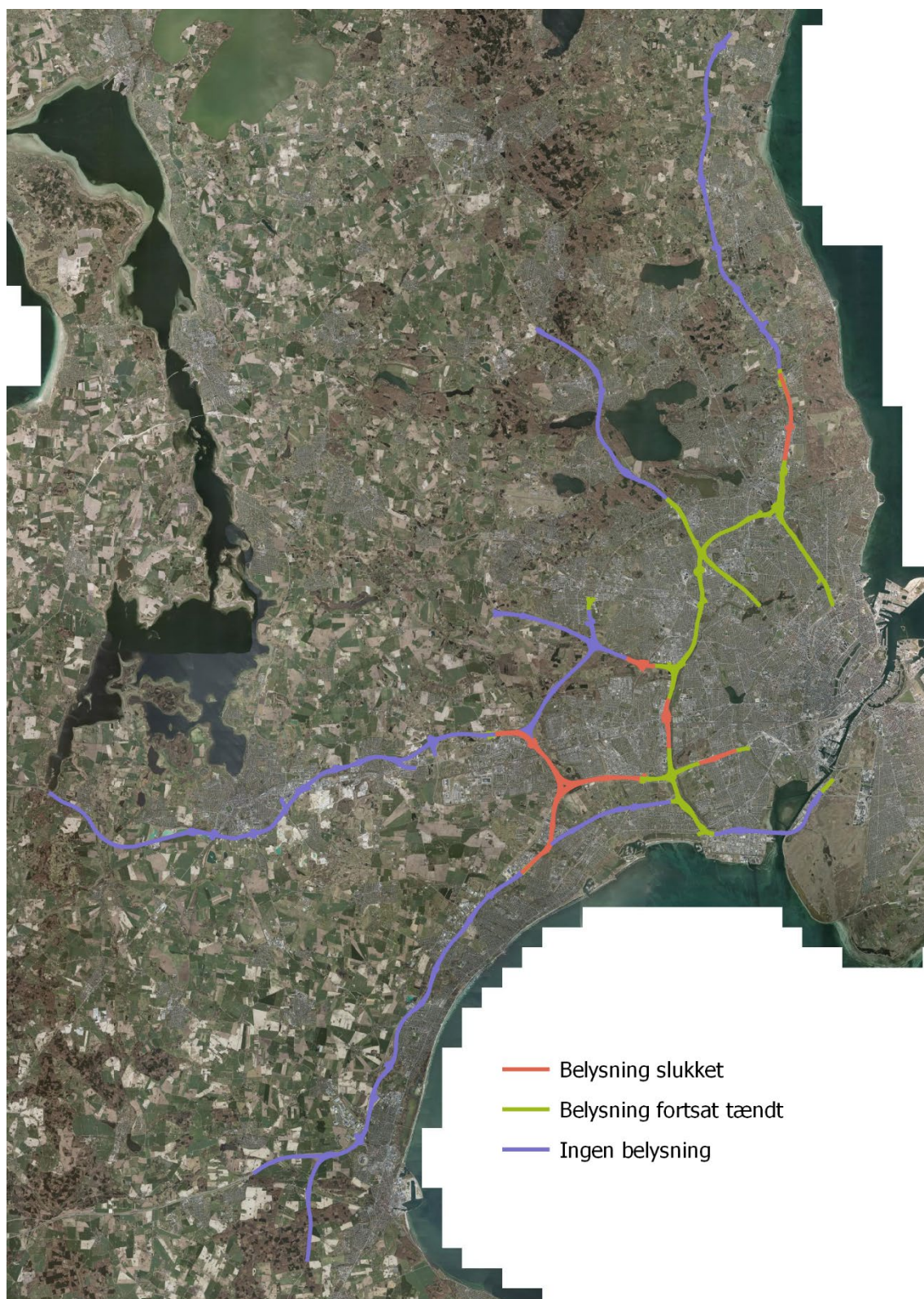
Forsøgsstrækningerne og de tre øvrige grupper af motorveje er vist på Figur 3 og 4. På størstedelen af de analyserede motorveje er hastighedsgrænsen 110 km/t (Bilag A), men der er også strækninger, hvor der findes variable hastighedstavler, hovedsageligt på Motorring 3, på Hillerød motorvejen og i dele af Trekantområdet. På enkelte strækninger er hastighedsgrænsen lavere, og i få tilfælde er hastighedsgrænsen over 110 km/t.

I alt er belysningen blevet slukket langs 27,3 km motorvej, mens belysningen fortsat er tændt langs 42,5 km (Tabel 1). Til analysen er motorvejene desuden blevet underinddelt i hhv. strækninger, motorvejskryds og til- og frakørsler (Figur 5 og 6) med henblik på at undersøge, om uheldsforekomsten og -udviklingen er forskellig på disse.

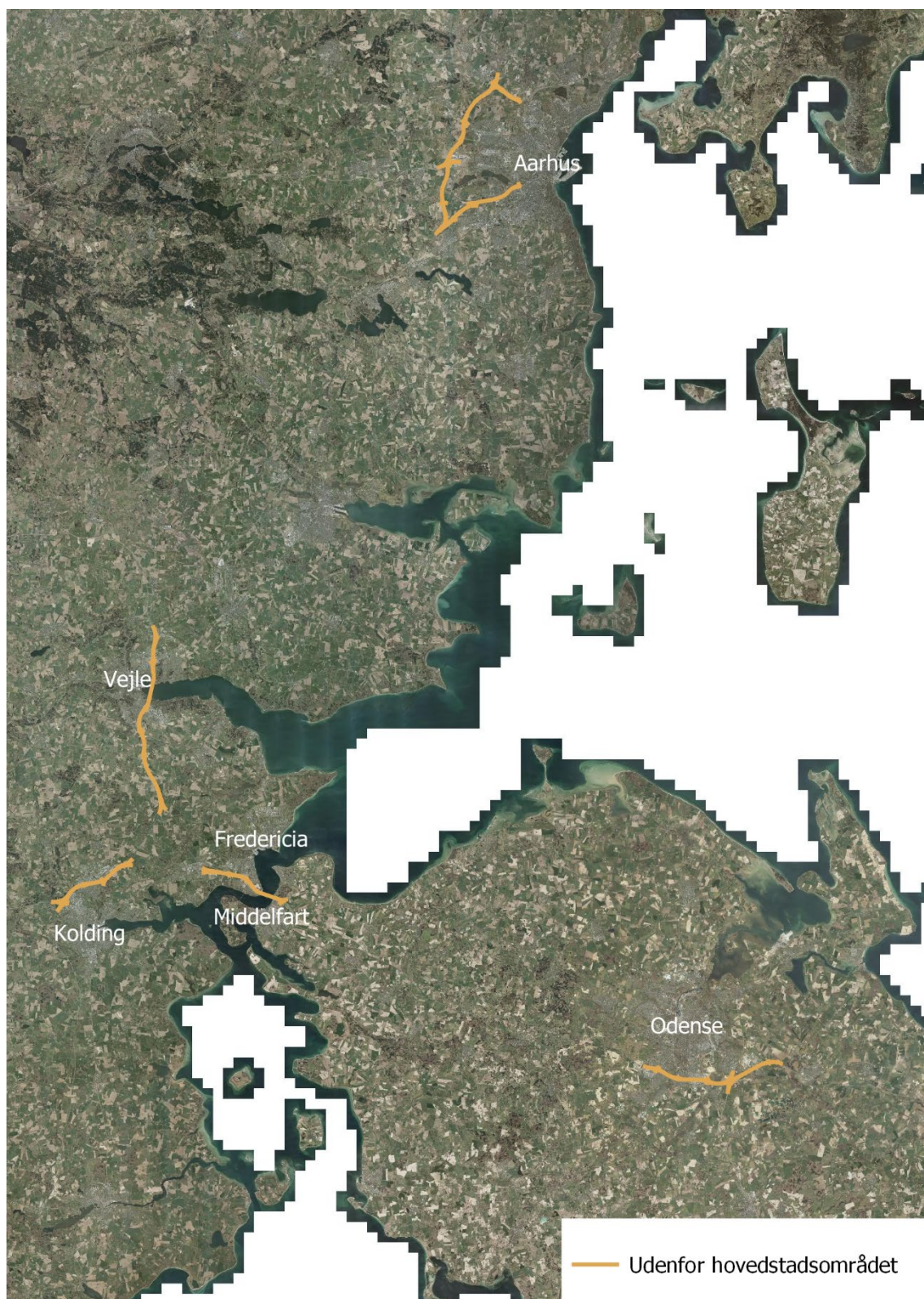
Tabel 1 | Veglængde for de undersøgte motorveje med forskellige belysningsforhold.

	Længde* [km]	Strækninger [km]	Motorvejskryds [km]	Til- og frakørsler [km]
Belysning slukket (forsøgsstrækninger)	27,3	16,2	20,7	20,1
Belysning fortsat tændt (motorveje omkring København)	42,5	25,2	50,0	38,6
Ingen belysning (motorveje i Hovedstadsområdet)	117,9	106,1	22,1	75,4
Udenfor Hovedstadsområdet (sammenlignelige motorveje uden belysning)	81,1	61,5	78,2	52,7

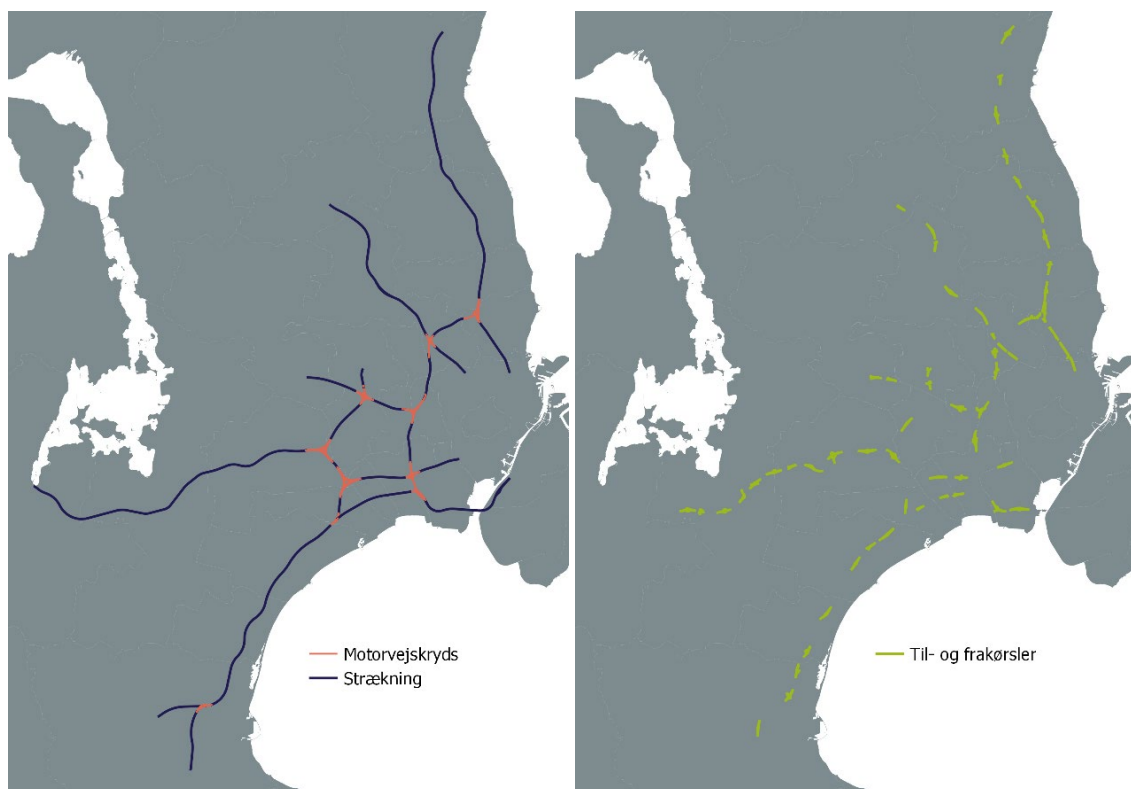
* Summen af længden for strækninger, motorvejskryds og til- og frakørsler er større end motorvejens samlede længde, idet nogle vejdele (eksempelvis ramper) ikke indgår i beregningen af den samlede længde. Det skyldes, at veglængden for strækninger repræsenterer motorvejens samlede bredde uafhængigt af køreretningen, hvorimod motorvejskryds og til- og frakørsler grundet udformningen typisk kun repræsenterer én køreretning, men ikke tæller med flere gange i den samlede længde.



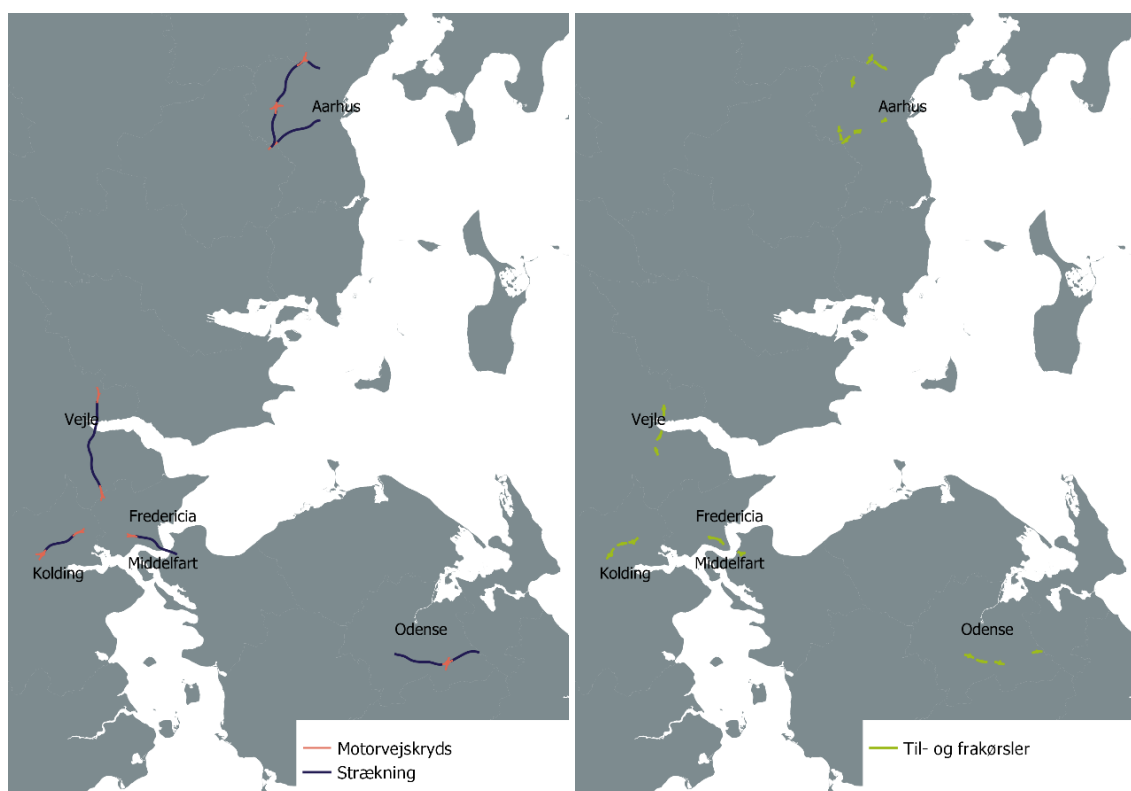
Figur 3 | Belysningsforhold på motorvejene i Hovedstadsområdet.



Figur 4 | Undersøgte motorvejsstrækninger uden belysning udenfor Hovedstadsområdet.



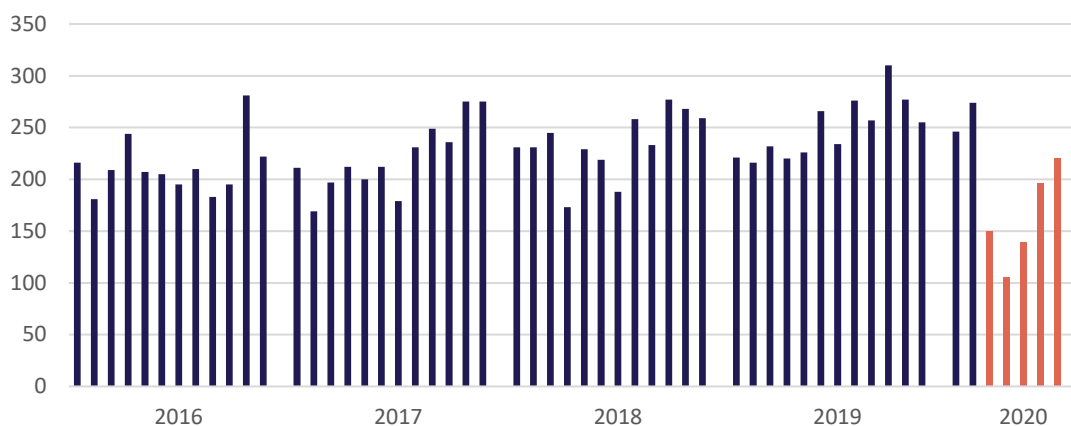
Figur 5 | Strækninger, motorvejskryds og til- og frakørsler på motorvejene i Hovedstadsområdet.



Figur 6 | Strækninger, motorvejskryds og til- og frakørsler på sammenlignelige motorveje udenfor Hovedstadsområdet.

Datagrundlag

Motorvejsbelysningen på forsøgsstrækningerne blev slukket i løbet af efteråret 2019, og al belysning, som blev slukket i forbindelse med undersøgelsen, var slukket ved udgangen af oktober 2019. I marts 2020 ændrede trafikmønstrene sig markant, da mange blev hjemsendt fra arbejde som følge af COVID-19. Det har påvirket uheldsbilledet i de efterfølgende måneder, hvor der har været færre uheld end normalt på de danske motorveje (Figur 7).



Figur 7 | Uheld (med personskade, materielskade og ekstrauehld) pr. måned på alle motorveje i Danmark i perioden januar 2016 – august 2020. Bemærk, at tallene for 2020 er en foreløbig opgørelse. Den røde markering angiver måneder, hvor mange har været hjemsendt fra arbejde som følge af COVID-19, med et anderledes trafikmønster og uheldsbillede til følge.

I denne uheldsanalyse består efterperioden derfor udelukkende af perioden fra belysningen blev slukket, til trafikmønstrene ændrede sig markant (01.11.2019 - 29.02.2020). Dette giver en meget kort efterperiode på fire måneder. Selv om disse fire måneder er dér, hvor antallet af timer med kørsel i mørke er størst, og hvor en del af myldretiden foregår i mørke, medfører en så kort analyseperiode, at der er stor usikkerhed forbundet med resultaterne, blandt andet som følge af naturlige udsving i uheldsantallet og risikoen for, at forskelle i vintervejret for de analyserede perioder har påvirket uheldsforekomsten. Det kan gøre det vanskeligt at påvise statistisk signifikante effekter.

Som førperiode benyttes de tilsvarende fire måneder (november-februar) for en 3-årig periode før slukningen af belysningen, dvs. vinteren 2016/17, 2017/18 og 2018/19, svarende til i alt 12 måneder.

I uheldsanalysen indgår alle politiregistrerede uheld på de udvalgte motorvejsstrækninger, udtrykt via vejman.dk: personskadeuehld, materielskadeuehld, anden materielskadeuehld og ekstrauehld. Især for ekstrauehld kan rapporteringsfrekvensen variere over tid, men de er alligevel medtaget i analysen for at give et mere komplet billede af uheldsforekomsten på de analyserede motorveje, da det vurderes, at rapporteringsniveauet over en kortere årrække er tilstrækkelig stabilt.

Databehandling

Datasættet med politiregistrerede uheld for før- og efterperioden er blevet gennemgået for at sikre, at der kun medtages uheld fra selve motorvejen og de tilhørende til- og

frakørselsramper. Uheld, som er sket i rampekryds ved til- og frakørslerne, indgår ikke i analysen, da disse uheld ikke kan tilskrives forholdene på motorvejen, idet der ikke er foretaget ændringer ved belysningen i krydsene.

I analysen benyttes politiets registrering af lysforholdene til at inddеле uheldene efter, om de er sket i dagslys, tussmørke eller mørke. Især i tidsrummet umiddelbart omkring skiftet mellem eksempelvis tussmørke og mørke kan der dog være en risiko for fejlklassificering af lysforholdene på uheldstidspunktet, hvis registreringen bygger på gennemsnitsbetragtninger for den pågældende periode i det pågældende område. Derudover kan vejrets indvirkning på oplevelsen af lysforholdene muligvis påvirke vurderingen. Denne usikkerhed er dog gældende både i førperioden og i efterperioden, og det vurderes derfor til at have en begrænset indvirkning på de endelige resultater. I enkelte tilfælde har der ikke været oplysninger om lysforholdene på tidspunktet for uheldet i uheldsrapporten. Lysforholdene er i disse tilfælde tilrettet manuelt på baggrund af tidspunkter for solopgang og solnedgang på den specifikke lokalitet (Hermansen, 2020).

Statistisk analyse

Den trafiksikkerhedsmæssige effekt af at slukke belysningen på udvalgte motorvejsstrækninger undersøges i en før/efter-analyse, hvor den observerede uheldsforekomst i mørke sammenlignes med den forventede uheldsforekomst i efterperioden.

Til estimeringen af den forventede uheldsforekomst benyttes uheldsforekomsten i førperioden, som korrigeres for den generelle uheldstendens (K_U) og for forskellen i periodelængden (K_P):

$$Uheld_{\text{forventet}} = Uheld_{\text{før}} * K_U * K_P$$

Hvor

$$K_U = uheld_{\text{kontrol, efter}} / (uheld_{\text{kontrol, før}} * K_{P, \text{kontrol}})$$

$$K_P = \text{periodelængde}_{\text{efter}} / \text{periodelængde}_{\text{før}}$$

Til korrektion for den generelle uheldstendens benyttes motorvejsstrækningen som sin egen kontrolgruppe ved at bruge uheldsudviklingen i dagslys som korrektionsfaktor. På denne måde anvendes en kontrolgruppe, som minder så meget som muligt om den undersøgte strækning med hensyn til udformning og trafik. Brugen af uheldsudviklingen i dagslys som kontrol betyder imidlertid også, at det antages, at udviklingen er den samme i mørke som ved dagslys. Derved tages der ikke højde for, at uheldsudviklingen over tid kan være anderledes i mørke end i dagslys (Wanvik, 2009). Ifølge Høye (2017) fejlestimeres virkningen af et tiltag generelt i før/efter-analyser, som benytter uheld på andre veje som kontrolgruppe. Derfor er uheldsudviklingen i dagslys alligevel benyttet som kontrolgruppe som det bedste estimat på udviklingen i uheldsbilledet på de undersøgte motorvejsstrækninger i stedet for at benytte en separat kontrolgruppe. Resultatet sammenlignes desuden med udviklingen i de tre andre grupper af motorveje, selv om de ikke direkte bruges som kontrolgrupper.

Tabel 2 viser de benyttede korrektionsfaktorer. Ud fra uheldstendensen (K_U) kan det ses, at de fire grupper af motorveje i dagslys adskiller sig fra hinanden med hensyn til

uheldsudviklingen: på forsøgsstrækningerne, hvor belysningen blev slukket, er der i dagslys sket et fald i antallet af uheld på 15 %, mens uheldstallet er steget med 13 % i dagslys på de motorveje, hvor der ikke er foretaget ændringer i belysningen i mørke, men forskellen er dog ikke statistisk signifikant ($p = 0,39$).

Tabel 2 | Korrektionsfaktorer til estimering af den forventede uheldsforekomst i efterperioden.

	Uheld i dagslys		Periodelængde [måneder]		Korrektionsfaktorer	
	Før	Efter	Før	Efter	Uheldstendens K_u	Periodelængde K_p
Belysning slukket	53	15	12	4	0,85	0,33
Belysning fortsat tændt	149	56	12	4	1,13	0,33
Ingen belysning	159	55	12	4	1,04	0,33
Udenfor Hovedstadsområdet	123	56	12	4	1,37	0,33

For at undersøge, om ændringen i uheldsforekomsten er statistisk signifikant, benyttes Log Odds-metoden (Høye & Elvik, 2019). Ved denne metode bestemmes den relative risiko, dvs. forholdet mellem uheldsforekomsten i efterperioden og den forventede uheldsforekomst, hvorefter det undersøges, om ændringen er statistisk signifikant.

3.2 Resultater

Omkring halvdelen af alle uheld på motorvejen sker i mørke, mens den resterende del sker i dagslys eller tussmørke og derfor er upåvirkede af slukningen af belysningen. Kun en lille andel af alle uheld i mørke (ca. 4 % i alt) har medført personskade (Tabel 3).

Tabel 3 | Sammenligning af det forventede antal personskadeuheld med det observerede antal personskadeuheld i mørke i efterperioden, samt angivelse af uheldsforekomsten pr. km.

	Personskadeuheld			Personskadeuheld / km pr. 4 mdr.			p^*
	Før	Efter	Forventet	Før	Efter	Forventet	
Belysning slukket	4	1	1,3	0,05	0,04	0,05	1,00
Belysning fortsat tændt	3	2	1,5	0,02	0,05	0,04	0,82
Ingen belysning	7	4	2,8	0,02	0,03	0,02	0,73
Udenfor Hovedstadsområdet	7	1	3,5	0,03	0,01	0,04	0,36

* p -værdier over 0,05 angiver, at der ikke kan ses en statistisk signifikant forskel i antallet af uheld i forhold til det forventede uheldsantal.

I alt har personskadeuheldene i før- og efterperioden medført, at ni trafikanter kom let til skade, 22 kom alvorligt til skade, og der var fire dødsfald. På forsøgsstrækningerne var der henholdsvis tre let tilskadekomne, to alvorligt tilskadekomne og ét dødsfald i førperioden. I efterperioden har der på forsøgsstrækningerne været to alvorligt tilskadekomne.

Der er ikke fundet statistisk signifikante forskelle i antallet af personskadeuheld før og efter slukningen af motorvejsbelysning, men det må dog også bemærkes, at uheldstallene er meget små, og at det derfor kan være vanskeligt at drage konklusioner alene på baggrund af forekomsten af personskadeuheld.

Ses der i stedet på den samlede forekomst af personskade-, materielskade- og ekstrauehld er der på forsøgsstrækningerne i alt blevet registreret 66 uheld i mørke i førperioden og 22 uheld i efterperioden (Tabel 4). Når der tages højde for den generelle uheldsudvikling i perioden, på baggrund af uheldsudviklingen i dagslys, er det forventede uheldsantal på forsøgsstrækningerne i efterperioden 18,7. Det svarer til, at der er konstateret ca. 18 % flere uheld end forventet i mørke, hvor belysningen blev slukket. Forskellen er ikke statistisk signifikant, men der er en stor usikkerhed forbundet med estimatet, idet analyseperioden er meget kort (12 måneder før, 4 måneder efter).

På de motorveje i Hovedstadsområdet, hvor der hverken var belysning i før- eller efterperioden, er der observeret en stigning i samme størrelsesorden som stigningen på de strækninger, hvor belysningen er blevet slukket; der er på motorveje uden belysning set en stigning på 19 % i forhold til det forventede (78 uheld mod forventet 65,4), men forøgelsen er dog heller ikke her statistisk signifikant.

Tilsvarende har der været en forøgelse i uheldsforekomsten på de motorveje, hvor belysningen fortsat er tændt, i forhold til det forventede. Her er der i efterperioden observeret 63 uheld i alt, mod en forventet uheldsforekomst på 42,5, hvilket svarer til 48 % flere uheld end forventet. Heller ikke denne stigning er statistisk signifikant, men dog tendentielt signifikant ($p < 0,10$). Der kan ikke umiddelbart findes en forklaring på denne tendens til øget uheldsforekomst på strækninger, hvor motorvejsbelysningen ikke er ændret, men resultatet indikerer, at der generelt i efterperioden har været flere uheld.

Tabel 4 | Sammenligning af det forventede antal uheld med det observerede antal uheld i mørke i efterperioden, samt angivelse af uheldsforekomsten pr. km. Antallet af uheld omfatter både personskade-, materielskade- og ekstrauehld.

	Uheld			Uheld/km pr. 4 mdr.			p*
	Før	Efter	Forventet	Før	Efter	Forventet	
Belysning slukket	66	22	18,7	0,81	0,81	0,68	0,67
Belysning fortsat tændt	113	63	42,5	0,89	1,48	1,00	0,08
Ingen belysning	189	78	65,4	0,53	0,66	0,55	0,39
Udenfor Hovedstadsområdet	139	58	63,3	0,57	0,72	0,78	0,70

* p-værdier over 0,05 angiver, at der ikke kan ses en statistisk signifikant forskel i antallet af uheld i forhold til det forventede uheldsantal.

Uhedsforekomst for strækninger, motorvejskryds og ramper

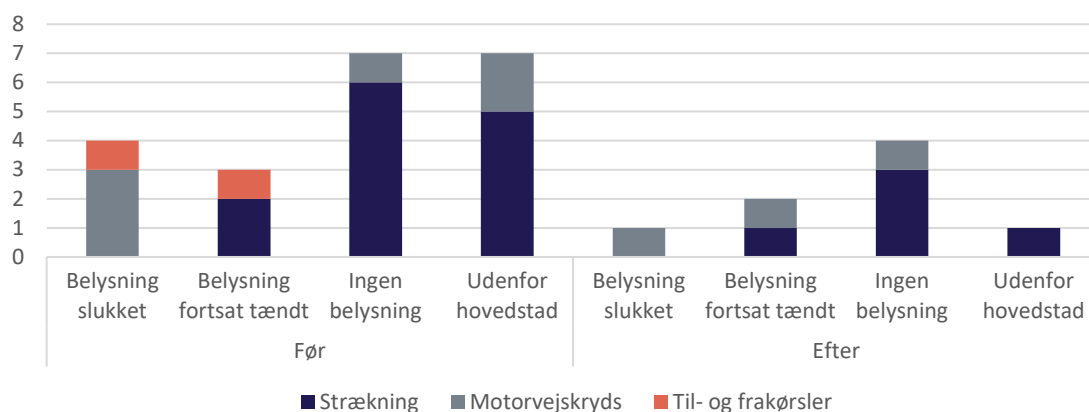
Når der opdeles i henholdsvis strækninger, motorvejskryds samt til- og frakørselsramper, ses samme tendens til, at det observerede antal personskade-, materielskade- og ekstra-uheld varierer lidt i forhold til det forventede, men at forskellene generelt ikke er statistisk signifikante (Tabel 5). Dog har motorvejskryds på motorveje med belysningen tændt i efterperioden haft en statistisk signifikant ($p = 0,05$) stigning i antallet af uheld, og det samme har været tilfældet på til- og frakørsler på motorveje, hvor der hverken var belysning i før- eller i efterperioden ($p < 0,01$). På til- og frakørslerne er uhedsforekomsten dog meget lille sammenlignet med forekomsten på strækninger og i motorvejskryds.

Tabel 5 | Uhedsforekomst (personskade-, materielskade- og ekstra-uheld) og forventet uhedsforekomst på strækninger, i motorvejskryds og på til- og frakørsler. For strækninger er antal uheld/km ca. dobbelt så høj som for motorvejskryds, da der ved strækninger medtages begge retninger, mens der ved motorvejskryds ofte kun er trafik i én retning.

	Uheld			Uheld/km pr. 4 mdr			p*
	Før	Efter	Forventet	Før	Efter	Forventet	
Belysning slukket							
Strækninger	38	14	10,8	0,78	0,87	0,66	0,54
Motorvejskryds	24	4	6,8	0,39	0,19	0,33	0,39
Til- og frakørsler	4	4	1,1	0,07	0,20	0,06	0,10
Belysning fortsat tændt							
Strækninger	51	28	19,2	0,68	1,11	0,76	0,18
Motorvejskryds	50	32	18,8	0,33	0,64	0,38	0,05
Til- og frakørsler	12	3	4,5	0,10	0,08	0,12	0,54
Ingen belysning							
Strækninger	170	60	58,8	0,53	0,57	0,55	0,93
Motorvejskryds	13	8	4,5	0,20	0,36	0,20	0,23
Til- og frakørsler	6	10	2,1	0,03	0,13	0,03	< 0,01
Udenfor Hovedstadsområdet							
Strækninger	89	36	40,5	0,48	0,58	0,66	0,64
Motorvejskryds	46	16	20,9	0,20	0,20	0,27	0,42
Til- og frakørsler	4	6	1,8	0,03	0,11	0,03	0,07

* p-værdier over 0,05 angiver, at der ikke kan ses en statistisk signifikant forskel i antallet af uheld i forhold til det forventede uhedsantal.

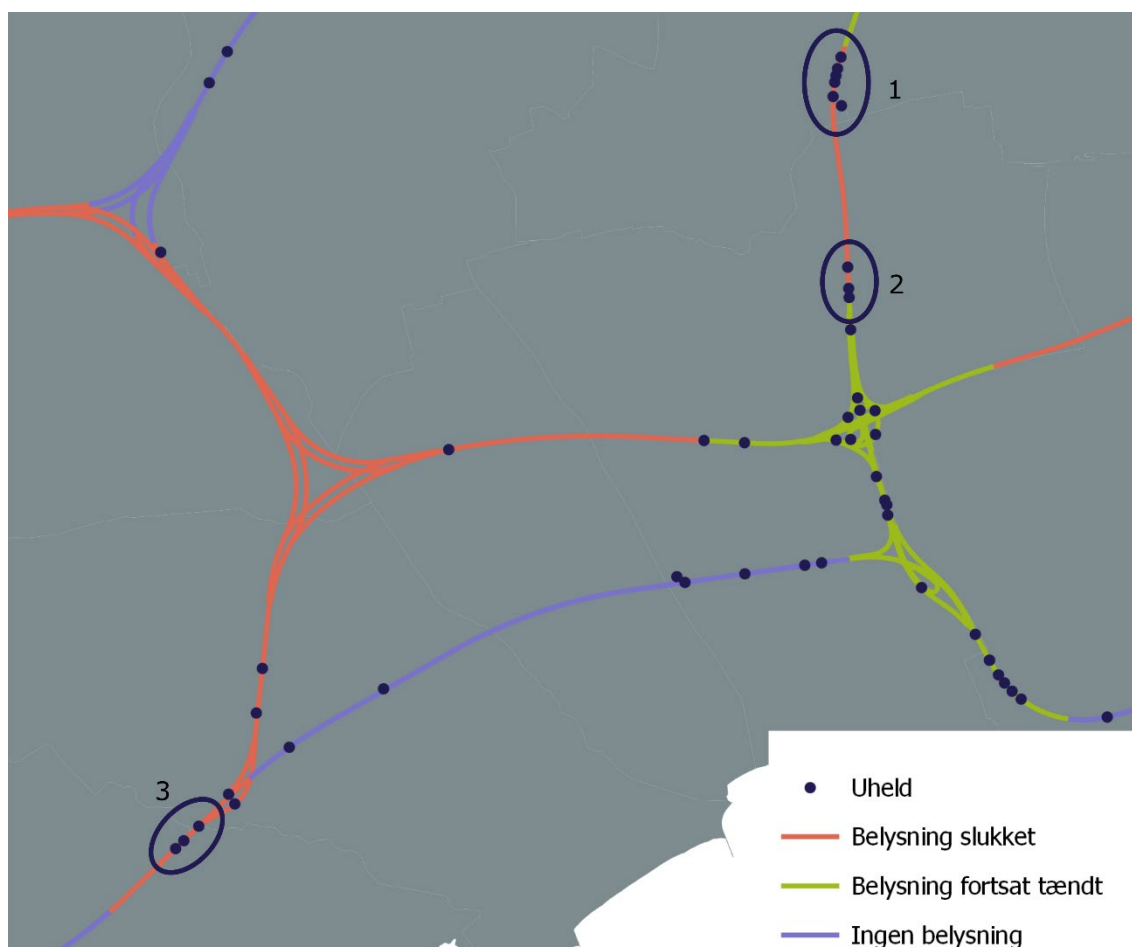
Personskadeuheldene på forsøgsstrækningerne er hovedsageligt sket i motorvejskryds både før og efter slukningen af belysningen (Figur 8). På de øvrige analyserede motorveje er personskadeuheldene hovedsageligt forekommet på strækninger. Der ses ingen statistisk signifikant forskel i det observerede antal uheld i forhold til det forventede.



Figur 8 | Fordeling af personskadeuheldenes placering på vejnettet i førperioden (12 måneder) og efterperioden (4 måneder), fordelt på strækninger, motorvejskryds samt til- og frakørsler.

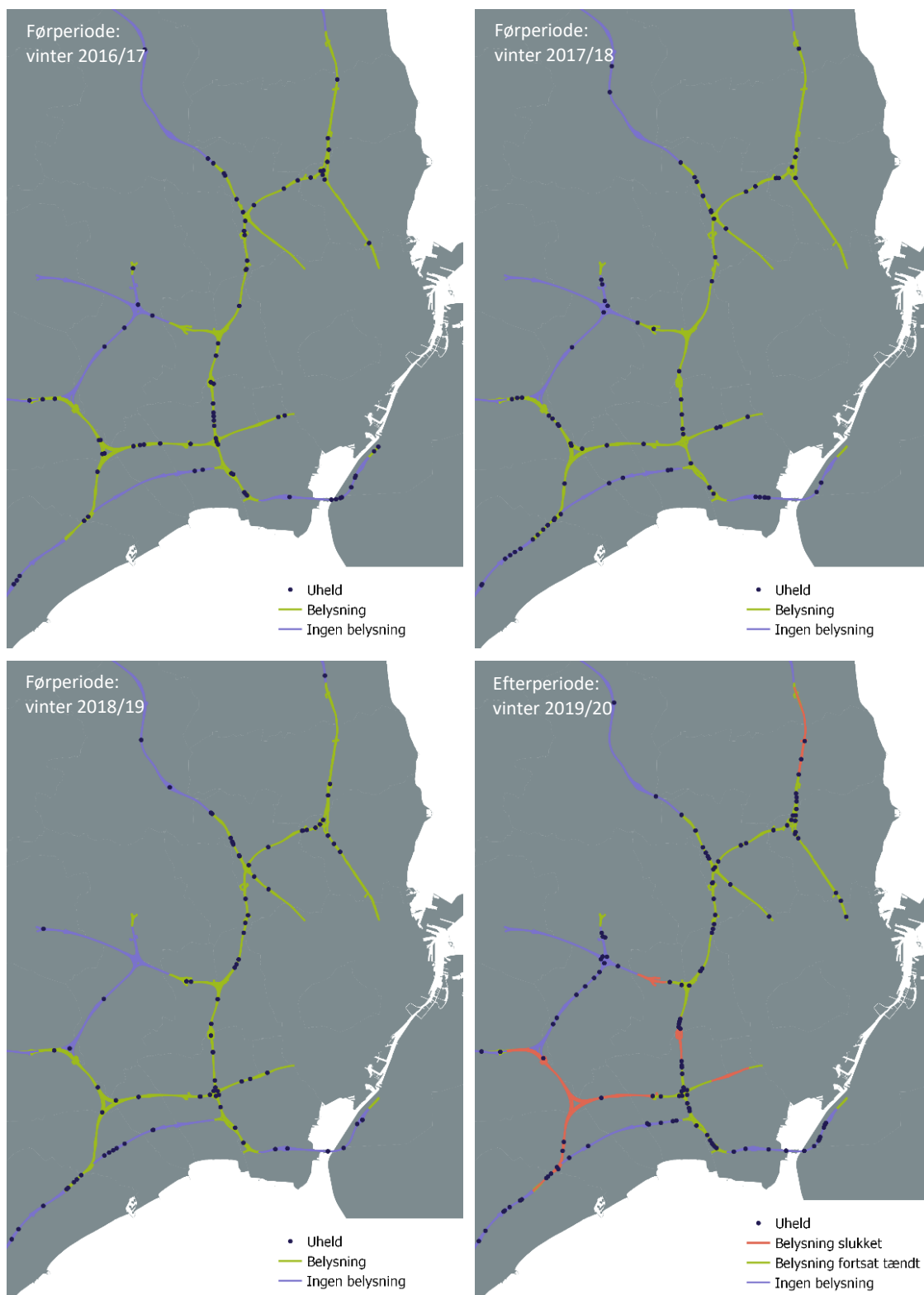
Uheldenes geografiske placering

Når der ses på placeringen af uheldene (personskade-, materielskade-, og ekstrauehld) i mørke på motorvejene med slukket belysning, er der på tre steder sket mere end ét uheld i samme område (Figur 9): på Motorring 3 ved frakørslen ved Roskildevej (1), på Motorring 3 nord for motorvejskrydset ved Brøndby (2) og på Køge Bugt Motorvejen ved motorvejskrydset ved Ishøj (3).



Figur 9 | Områder, hvor der i efterperioden er sket mere end ét uheld i mørke på samme sted.

Nær frakørslen ved Roskildevej (#1 på Figur 9) er der sket fem uheld i løbet af efterperioden, heraf fire i sydgående retning og ét i nordgående retning. Sammenlignet med tidligere ser der dermed ud til at have været flere uheld her efter slukningen af belysningen (Figur 10).



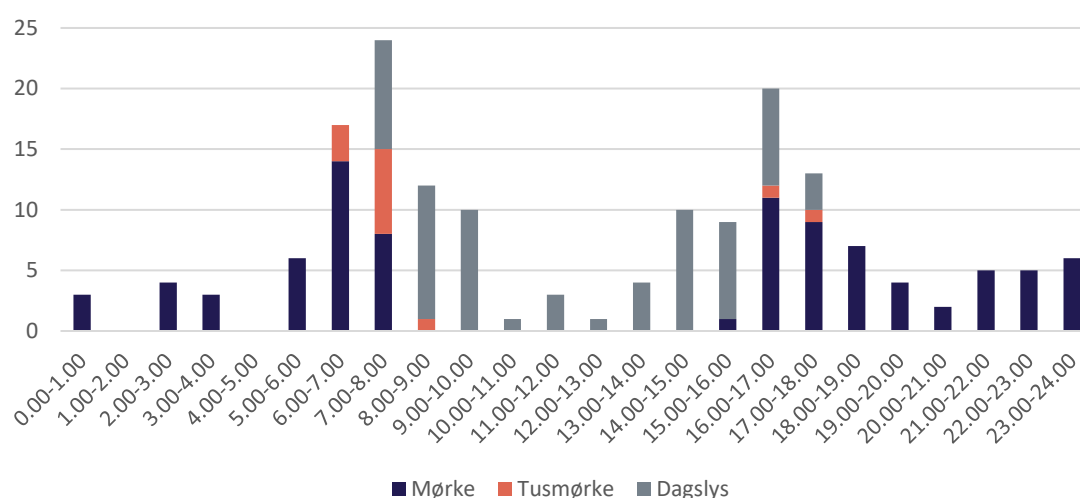
Figur 10 | Uheld i mørke. Alle personskade-, materielskade- og ekstrauroheld er vist.

To af uheldene er sket i forbindelse med kørsel ind på frakørslen, mens de resterende er sket på andre måder. Det kan imidlertid ikke ud fra uheldsbeskrivelserne afgøres, om uheldene har relation til slukningen af belysningen, eller om det er tilfældigt, at der ses en ophobning af uheld på dette sted i efterperioden. Som illustreret på Figur 10 varierer det meget fra år til år, hvor uheldene forekommer, og der ses ofte en ophobning omkring frakørslerne. Uheldsudviklingen omkring frakørslen ved Roskildevej bør derfor følges over en længere periode for at afklare, om tendensen fortsætter eller har været et enkeltstående tilfælde i den undersøgte analyseperiode.

På de to øvrige steder (#2 og #3 på Figur 9) er der i efterperioden sket tre uheld i hvert område. Fire af disse er sket ved vognbaneskit og sammenfletning, mens ét uheld er sket ved kø-kørsel, og det sidste er sket ved at føreren ikke havde fokus rettet mod vejen, men mod noget inde i bilen. Begge steder har der også i førperioden været uheld (Figur 10), og det vurderes ikke, at uheldsbilledet har ændret sig på disse steder som følge af slukningen af belysningen.

Karakteristika for uheld i mørke på forsøgsstrækninger

Uheldene på forsøgsstrækningerne er hovedsageligt sket i myldretiden om morgenen og om eftermiddagen, hvor lysforholdene varierer mellem at være dagslys, tussmørke og mørke (Figur 11).



Figur 11 | Tidspunkt for uheldene (personskade-, materielskade- og ekstrauehld) på forsøgsstrækningerne. På figuren er resultaterne opgivet samlet for før- og efterperioden.

Tabel 6 viser karakteristikaene for uheld i mørke på forsøgsstrækningerne. Der er ikke fundet nogen forskel i andelen for før- og efterperioden. Generelt er uheldene sket på strækninger, mellem to køretøjer med samme kurs (hovedsituation 1), og typisk i form af bagendekollisioner (uheldssituation 140) og i nogle tilfælde ved vognbaneskit og sammenfletning (uheldssituation 151 og 152). Personbiler udgør 81 % af de involverede, og kun få uheld (6 %) har medført personskade. Uheldene sker oftest på hverdage (81 %).

Uheldene på forsøgsstrækningerne er i de fleste tilfælde (71 %) sket, mens det har været tørvejr. Ved 20 % af mørkeuheldene har det regnet på tidspunktet for uheldet. En nogenlunde lige stor andel er sket i henholdsvis tørt (38 %) og vådt (43 %) føre, mens det har været glat ved 18 % af uheldene.

Tabel 6 | Karakteristika for uheld i mørke på forsøgsstrækningen. I tabellen er andelen opgivet samlet for før- og efterperioden, da der ikke er fundet en statistisk signifikant forskel i uheldenes karakteristika.

	Omfang		
	Før (n = 66)	Efter (n = 22)	Andel
Uhedsart			
Personskadeuheld	4	1	6 %
Materielskadeuheld	14	5	22 %
Ekstrauheld	48	16	73 %
Sted			
Strækning	38	14	59 %
Motorvejskryds	24	4	32 %
Til- og frakørsel	4	4	9 %
Ugedag			
Mandag	6	4	11 %
Tirsdag	10	2	14 %
Onsdag	10	4	16 %
Torsdag	12	2	16 %
Fredag	15	6	24 %
Lørdag	10	2	14 %
Søndag	3	2	6 %
Vejr			
Tørt	47	18	71 %
Regn	15	3	20 %
Tåge	2	0	2 %
Sne	2	1	3 %
Blæst	1	1	2 %
Uoplyst	1	0	1 %
Føre			
Tørt	23	10	38 %
Vådt	28	10	43 %
Glat	14	2	18 %
Uoplyst	1	0	1 %
Hovedsituation			
0 – eneuheld	25	6	35 %
1 - samme kurs	36	16	59 %
2 - modsat kurs	1	0	1 %
7 - parkerede køretøjer	3	0	3 %
8 - fodgængere	1	0	1 %
Transportmidler for involverede			
Personbil	98	35	81 %
Varebil	10	2	7 %
Lastbil og sættevogn	13	3	10 %
Udrykningskøretøj	1	1	1 %
Fodgænger	1	0	1 %

4 Fremkommelighedsanalyse

Slukningen af belysningen på motorvejen kan påvirke trafikanternes køreadfærd og dermed fremkommeligheden på motorvejene. Til at vurdere, om trafikanternes køreadfærd er ændret efter slukningen af belysningen, er der foretaget en før/efter-analyse af trafikanternes hastighedsvalg og trafikafviklingen i udvalgte snit på motorvejene i Hovedstadsområdet.

4.1 Metode

4.1.1 Fritkørende trafikanters hastighed

Udenfor myldretiden er der ofte tilstrækkelig lang afstand mellem trafikanterne på motorvejene til, at de kan køre med den hastighed, de ønsker, uden at blive påvirket af øvrige trafikanters tilstedeværelse. Hvis slukningen af motorvejsbelysningen har en effekt på trafikanternes køreadfærd, når de er fritkørende, vil det potentielt kunne afspejles i deres hastighedsvalg, eksempelvis at de sænker hastigheden på de strækninger, hvor belysningen er blevet slukket. Det gælder ikke mindst under dårlige vejrforhold (f.eks. regnvejr), hvor sigtbarheden er nedsat, og hvor slukningen af belysningen kan formodes at have en endnu større effekt på trafikanternes køreadfærd.

Til at undersøge om slukningen af belysningen påvirker trafikanternes hastighed, når de kører i mørke udenfor myldretiden, benyttes data for enkeltkøretøjer fra udvalgte målestationer fra Mastra (Vejdirektoratet, 2020a). Målingerne kobles sammen med vejroplysninger fra nærliggende vejrstationer i VejVejr (DMI, 2020b) med henblik på at undersøge, hvordan trafikanternes hastighedsvalg ændrer sig under forskellige vejrforhold. De udtrukne informationer er vist i Tabel 7. Derudover knyttes informationerne sammen med lysforholdene (dagslys, tussmørke, mørke) på baggrund af tidspunkterne for solopgang og nedgang (Hermansen, 2020).

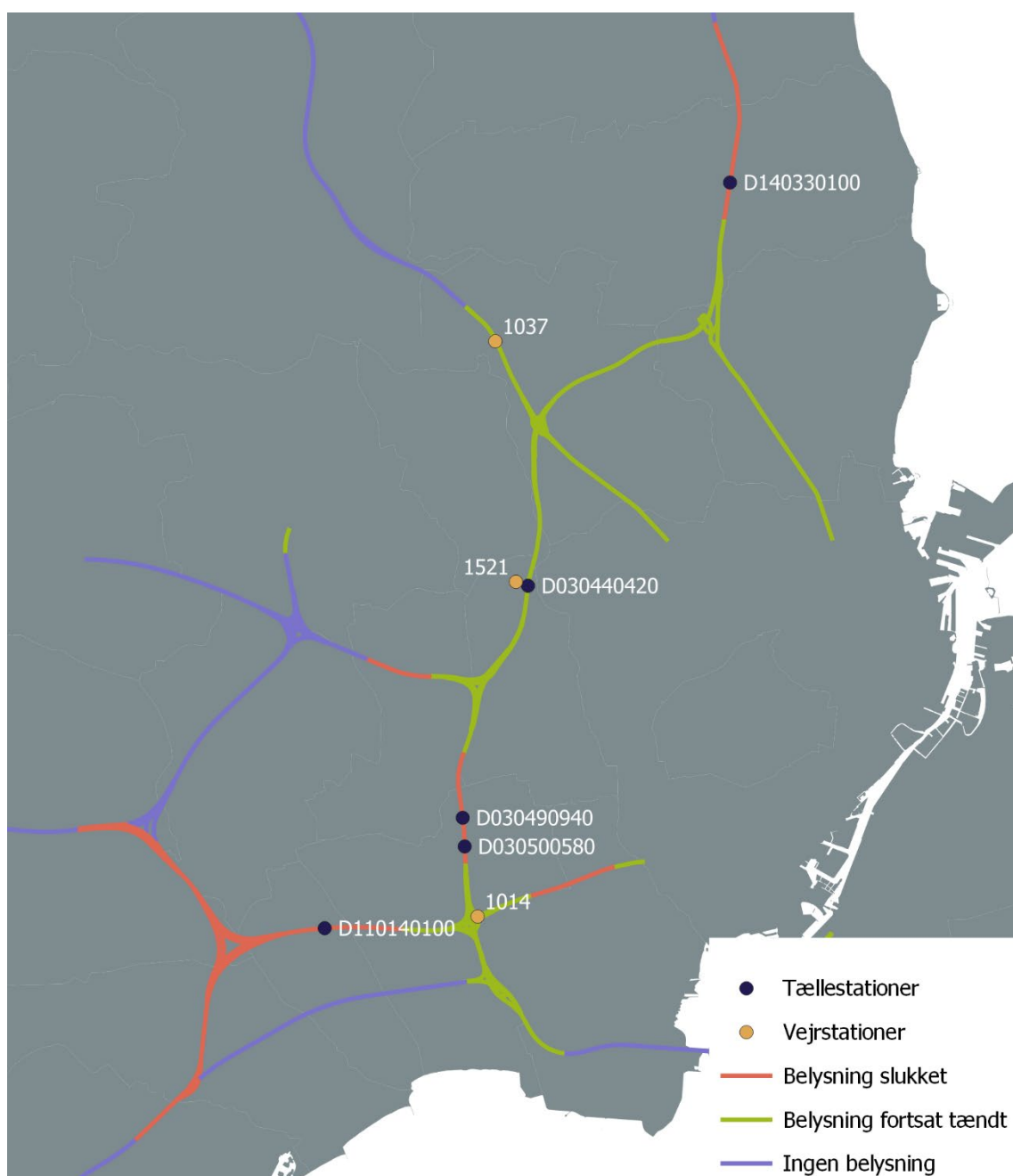
Tabel 7 | Data fra Mastra og VejVejr til analyse af motorvejenes kapacitet og trafikanternes hastigheder. Dataene fra de to kilder kobles til hinanden på baggrund af tidsangivelserne i de to datasæt.

Mastra	VejVejr
Dato	Tidsstempel (dato + tidspunkt)
Tidspunkt	Vejtemperatur
Hastighed	Nedbør (lav, moderat, stærk)
Følgeafstand (gap)	

I alt er fire snit på motorvejsnettet i Hovedstadsområdet blevet undersøgt (Tabel 8); tre snit, hvor belysningen forsøgsvist er blevet slukket, og ét snit, hvor belysningen fortsat er tændt. Sidstnævnte bruges til at undersøge, om der i perioden mellem før- og efterperioden er sket generelle ændringer i hastighedsniveauet. Placeringen af de benyttede tælle- og vejrstationer er vist på Figur 12.

Tabel 8 | Undersøgte snit på motorvejene.

Motorvej	Belysning	Mastra station	VejVejr station	Hastighedsgrænse
Motorring 3	Slukket	D030490940 D030500580	1014	110
Motorring 3	Fortsat tændt	D030440420	1521	Variabel, maks. 110
Helsingørmotorvejen	Slukket	D140330100	1037	110
Holbækmotorvejen	Slukket	D110140100	1014	110



Figur 12 | Analyserede målestationer og nærmeste vejstationer.

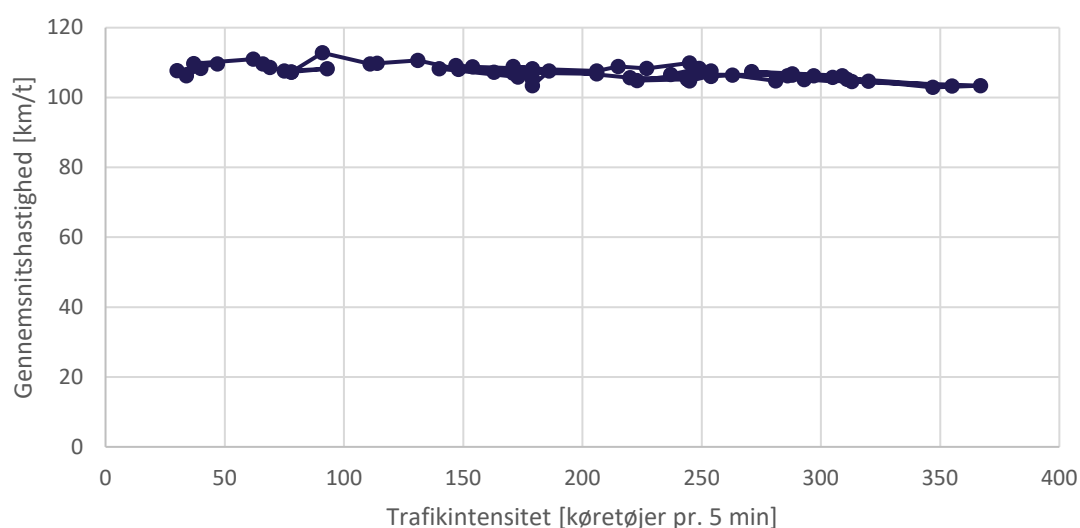
Til undersøgelsen af trafikanternes hastighedsvalg er data fra 20 dage før og 20 dage efter slukningen af motorvejsbelysningen blevet analyseret; 15 dage, som ifølge DMIs vejarkiv (2020a) har haft en betydelig mængde nedbør i løbet af dagen (mindst 5 mm), og fem dage, som ifølge vejarkivet har været uden nedbør. Dagene er udvalgt, så lufttemperaturen har været over frysepunktet, så nedbørstypen hovedsageligt er regn. For førperioden er der benyttet dage fra perioden 01.11.2018 - 28.02.2019, mens der til efterperioden er benyttes dage fra perioden 01.11.2019 - 29.02.2020, som er tilstræbt matchet til at have nogenlunde samme temperaturforhold og nedbørsmængder som førperioden.

I analysen vurderes trafikanternes hastighedsniveau før og efter slukningen af motorvejsbelysningen ud fra gennemsnitshastigheden og 85 %-fraktilen for hastigheden, dvs. den hastighed, som 85 % af trafikanterne holder sig under. Ved vurderingen indgår udelukkende målinger, hvor trafikanten har kørt i mørke og har været fritkørende (følgeafstand > 5 sekunder). Analysen er desuden begrænset til situationer, hvor vejtemperaturen har været over 0 °C, da frostvejr kan påvirke hastigheden.

4.1.2 Trafikafvikling i myldretid

I myldretiden påvirkes trafikanternes køreadfærd ofte af de øvrige trafikanters tilstedeværelse. På motorvejene i Hovedstadsområdet er trafikintensiteten i myldretiden mange steder så høj, at vejenes kapacitetsgrænse er nået, med trængsel og trafiksammenbrud til følge. Hvis slukningen af motorvejsbelysningen har en effekt på trafikanternes køreadfærd, kan det potentielt påvirke trafikafviklingen, hvis slukningen resulterer i, at kapaciteten reduceres, så trafikken bryder sammen tidligere.

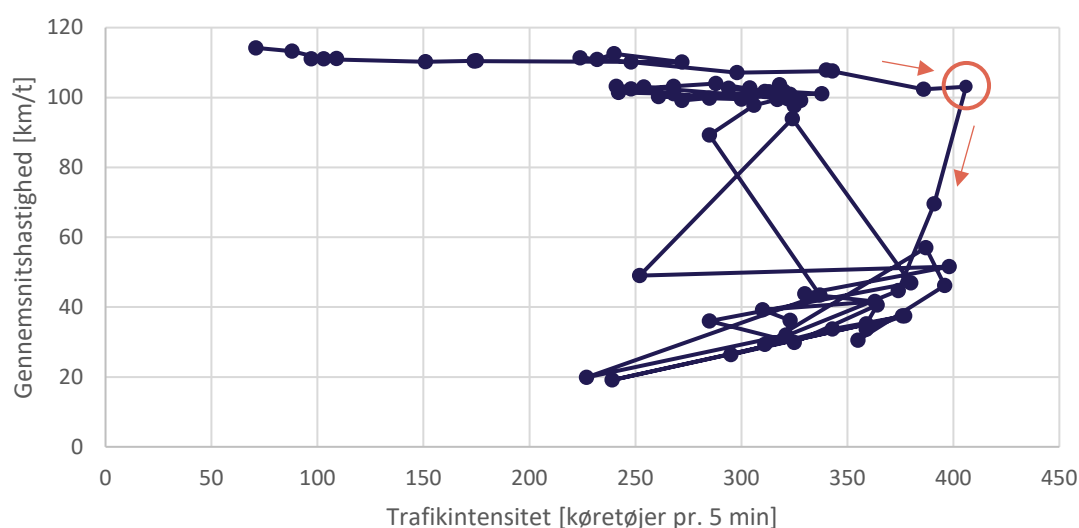
Kapaciteten i de udvalgte snit undersøges ud fra speed-flow kurver, der optegnes på baggrund af aggregerede data for trafikintensiteten og gennemsnitshastigheden. Ved lave trafikintensiteter, hvor trafikken ikke overstiger motorvejens kapacitet, kan trafikanterne køre med den ønskede hastighed (Figur 13).



Figur 13 | Speed-flow kurve. Eksempel fra Holbækmotorvejen i vestgående retning om morgenen d. 21. januar 2020 (efterperiode), kl. 5.00-10.00. Trafikkens intensitet er lavere end motorvejens kapacitet, og der opstår derfor ikke trængsel, som reducerer trafikanternes hastighed markant.

I takt med at trafikintensiteten stiger, påvirkes trafikanternes hastighed i stigende grad af de øvrige trafikanters tilstedeværelse, og gennemsnitshastigheden vil i den forbindelse ofte falde. Når trafikintensiteten bliver så høj, at den nærmer sig vejens kapacitetsgrænse, opstår der trængsel. Ifølge Kerner (2017) kan trængslen inddeles i to faser; 'synkroniseret flow' og 'bevægelig kø'. Den første trængselsfase, synkroniseret flow, opstår, når trafikintensiteten bliver så høj, at det påvirker gennemsnitshastigheden. I den anden trængselsfase, den bevægelige kø, forekommer der et trafiksammenbrud, som medfører, at trafikintensiteten og gennemsnitshastigheden pludseligt og markant falder. Sammenbruddet vil ofte udbrede sig til en større del af vejnettet.

I denne analyse sammenlignes den kritiske trafikintensitet i før- og efterperioden for at undersøge, om slukningen af motorvejsbelysningen påvirker kapaciteten negativt. Den kritiske trafikintensitet angiver trafikintensiteten umiddelbart inden gennemsnitshastigheden og/eller trafikintensiteten falder markant som følge af trængsel og sammenbrud i trafikken (Figur 14).



Figur 14 | Speed-flow kurve. Eksempel fra Motorring 3 i sydgående retning i morgenmyldretiden d. 6. november 2018 (førperiode), kl. 5.00-10.00, i et snit, hvor belysningen efterfølgende blev slukket. Den kritiske trafikintensitet (rød markering) angiver trafikintensiteten på det tidspunkt, hvor trafikken første gang bryder sammen og medfører et pludseligt fald i gennemsnitshastigheden.

Til analysen benyttes aggregerede køretøjsdata fra Mastra for trafikintensiteten og gennemsnitshastigheden, inddelt i intervaller á fem minutter. I datasættet indgår målinger fra tirsdage, onsdage og torsdage i perioden 01.11.2018 - 28.02.2019 (førperiode) og 01.11.2019 - 29.02.2020 (efterperiode). Analysen foretages for de samme fire snit som ved analysen af trafikanternes hastighed (Figur 12).

For hver myldretidsperiode optegnes speed-flow kurven for at bestemme den kritiske trafikintensitet. I denne analyse undersøges kun morgenmyldretiden, da en analyse i de fire undersøgte snit viser, at den kritiske trafikintensitet om eftermiddagen typisk indtræder i tidsrummet 14.00-15.00, hvor der er lyst, og hvor slukningen af belysningen derved ikke påvirker kapaciteten. Tidsrum, hvor der er forekommet uheld på motorvejene nær de undersøgte snit, er frasorteret.

For at undersøge, om ændringer i den kritiske trafikintensitet efter slukningen af motorvejsbelysningen er statistisk signifikante, sammenlignes den gennemsnitlige kritiske trafikintensitet i førperioden med den gennemsnitlige kritiske trafikintensitet i efterperioden på baggrund af en uparret t-test, da QQ-plots og en Shapiro-Wilks test har vist, at dataene er normalfordelte.

4.2 Resultater

Fritkørende trafikanters hastighed i mørke

I de fire undersøgte snit har de fritkørende trafikanters hastighed generelt ikke ændret sig markant efter slukningen af motorvejsbelysningen. For middelhastigheden (Tabel 9) er forskellen fra førperioden til efterperioden i intervallet -2,1 km/t til + 0,5 km/t i de snit, hvor vejbelysningen er blevet slukket. Til sammenligning er middelhastigheden dog tilsvarende faldet med 0,5 - 1,7 km/t på Motorring 3 i snittet med tændt vejbelysning. For 85 %-fraktilen (Tabel 10) er forskellen fra førperioden til efterperioden alle steder i intervallet fra -2 km/t til +1 km/t. I målesnittet, hvor belysningen fortsat er tændt, har der tilsvarende kunnet observeres et fald i trafikanternes hastighedsniveau på 1 km/t. Det indikerer, at slukningen af belysningen ikke har haft indflydelse på trafikanternes hastighed ved kørsel i mørke.

Hastighedsniveauet er typisk omkring 3-6 km/t lavere ved nedbør i forhold til ved kørsel i tørvejr. Trafikanterne har imidlertid ikke sænket hastigheden yderligere under nedbør efter slukningen af motorvejsbelysningen i forhold til hastighedsreduktionen i tørvejr.

Tabel 9 | Middelhastighed (i km/t) for fritkørende køretøjer (følgeafstand > 5 sek) ved kørsel i mørke for udvalgte snit på motorvejene omkring København. Hver observation bygger på mindst 20.000 målinger.

	Middelhastighed [km/t]			
	Ingen nedbør		Nedbør	
	Før	Efter	Før	Efter
Helsingørmotorvejen (belysning slukket)				
Nordgående	110,2	110,7	106,3	106,8
Sydgående	106,1	105,0	100,9	99,6
Motorring 3 (belysning fortsat tændt)				
Nordgående	109,9	108,6	106,4	104,7
Sydgående	109,2	108,3	104,9	104,4
Motorring 3 (belysning slukket)				
Nordgående	111,6	109,5	109,2	109,1
Sydgående	108,1	107,6	105,2	105,6
Holbækmotorvejen (belysning slukket)				
Vestgående	110,8	110,3	106,9	106,1
Østgående	110,3	110,0	106,8	106,8

Tabel 10 | 85 %-fraktil for fritkørende køretøjernes hastighed (i km/t) ved kørsel i mørke for udvalgte snit på motorvejene omkring København. Hver observation bygger på mindst 20.000 målinger.

	85 %- fraktil for hastigheden [km/t]			
	Ingen nedbør		Nedbør	
	Før	Efter	Før	Efter
Helsingørmotorvejen (belysning slukket)				
Nordgående	125	125	120	121
Sydgående	120	119	114	113
Motorring 3 (belysning fortsat tændt)				
Nordgående	127	126	123	122
Sydgående	125	124	119	118
Motorring 3 (belysning slukket)				
Nordgående	128	126	124	124
Sydgående	126	125	122	121
Holbækmotorvejen (belysning slukket)				
Vestgående	126	124	121	120
Østgående	126	125	121	121

Trafikafviklingen i mørke

Tabel 11 viser den gennemsnitlige kritiske trafikintensitet, målt i antallet af køretøjer, som passerer på 5 minutter, umiddelbart inden trafikken bryder sammen. I målepunkterne på Helsingørmotorvejen og Motorring 3 er de gennemsnitlige kritiske trafikintensiteter enten på samme niveau eller lidt højere i efterperioden. Der er imidlertid ikke fundet statistisk signifikante forskelle i trafikafviklingen i morgenmyldretiden efter slukningen af belysningen på disse motorveje.

På Holbækmotorvejen er den kritiske trafikintensitet faldet med 3,2 % efter slukningen af motorvejsbelysningen, og forskellen er statistisk signifikant ($p = 0,02$). Det indikerer, at slukningen af belysningen på dette sted reducerer kapaciteten en smule som følge af ændringer i trafikanternes køreadfærd. Det er dog uvist, hvad der præcist har medført dette fald her, mens fremkommeligheden de øvrige steder er uforandret.

Tabel 11 | Gennemsnitlige kritiske trafikintensiteter (køretøjer pr. 5 min) i morgenmyldretiden, mens det har været mørkt. I nogle retninger opstår der ikke trængsel om morgenen (angivet med -).

	Kritisk trafikintensitet [køretøjer pr. 5 min]		p*
	Før	Efter	
Helsingørmotorvejen (belysning slukket)			
Nordgående	-	-	-
Sydgående	433	433	0,89
Motorring 3 (belysning fortsat tændt)			
Nordgående	523	530	0,20
Sydgående	513	514	0,96
Motorring 3 (belysning slukket)			
Nordgående	457	456	0,92
Sydgående	406	413	0,21
Holbækmotorvejen (belysning slukket)			
Vestgående	-	-	-
Østgående	437	423	0,02

* p-værdier over 0,05 angiver, at der ikke kan ses en statistisk signifikant forskel i kapaciteten mellem før- og efterperioden.

5 Spørgeskemaundersøgelse

Forholdene på og kvaliteten af motorvejene omkring København har betydning for de trafikanter, som bruger motorvejene. Som en del af evalueringen af forsøget med slukning af motorvejsbelysningen på udvalgte motorvejsstrækninger omkring København er der derfor blevet gennemført en spørgeskemaundersøgelse for at kortlægge trafikanternes oplevelser med og holdninger til at køre på motorvejene omkring København.

5.1 Metode

Spørgeskema

I spørgeskemaet blev der spurgt ind til trafikanternes oplevelse af trafikken på motorvejene omkring København. På en 5-punktsskala fra 'aldrig' til 'hele tiden' vurderede de gennem seks udsagn om trafikken på motorvejene, hvordan de oplever trafikken:

- Deres medtrafikanter kører for tæt op bag dem
- De misser frakørslen og må derfor køre en omvej
- Der er trængsel på motorvejene, når de kører der
- Deres medtrafikanter er sløve og langsomme
- Deres medtrafikanter kører for stærkt
- Deres medtrafikanter er gode til at give plads til andre

Trafikanterne blev også spurgt om, hvordan de vurderede kvaliteten af motorvejene. På en 5-punktsskala fra 'meget dårlig' til 'meget god' vurderede de seks parametre ved motorvejen:

- Asfalten (f.eks. om den er jævn, hullet)
- Vintervedligeholdelsen (saltning/snerydning)
- De variable hastighedstavler
- Belysningen
- Skiltningen ved frakørslerne
- Vejafmærkningen (afstribning)

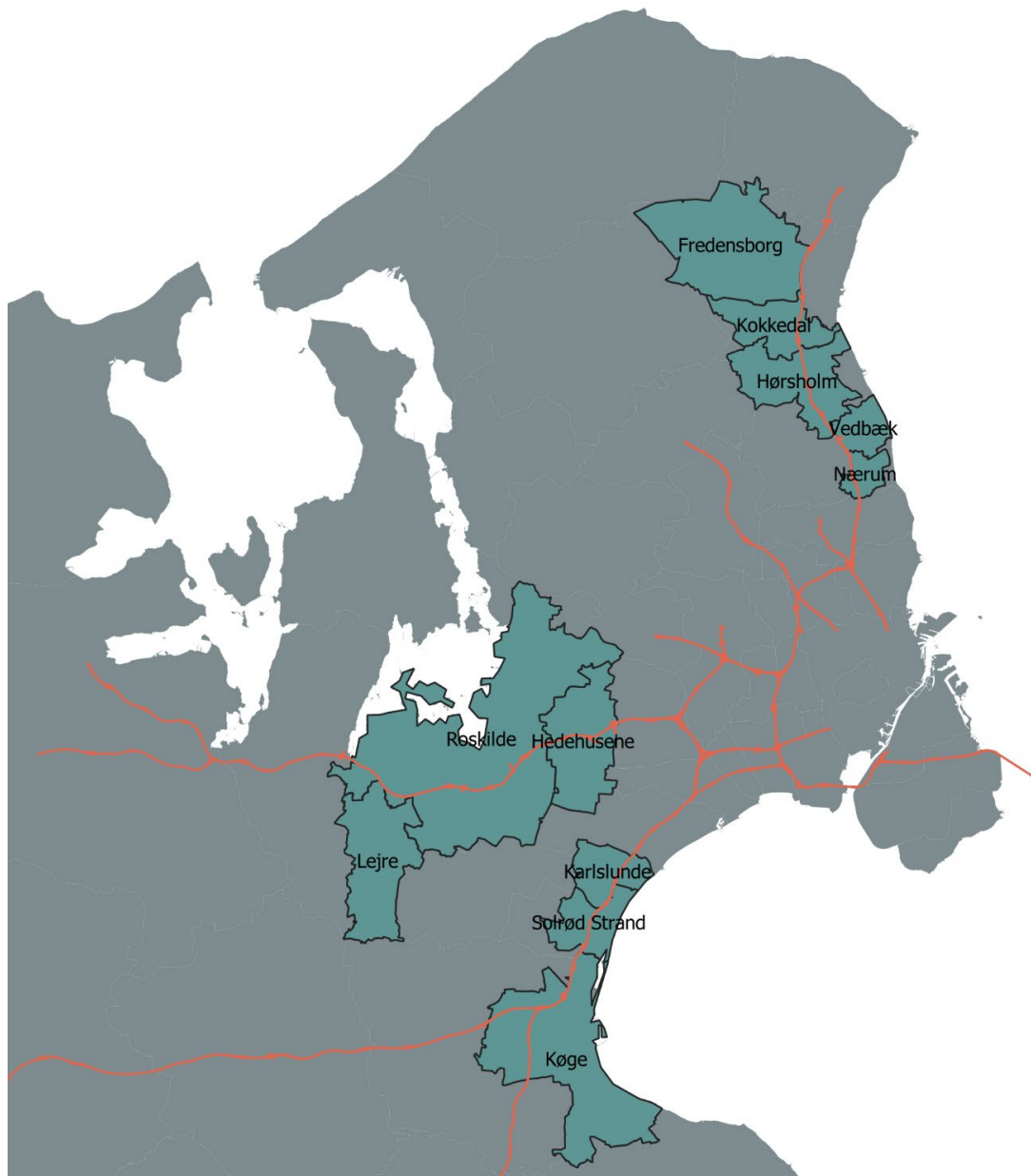
Gennem spørgeskemaet blev det også undersøgt, hvordan trafikanterne vurderer, at forholdene på motorvejene omkring København har ændret sig over tid, herunder om slukningen af motorvejsbelysningen er blevet bemærket og har påvirket trafikanterne. Respondenterne blev derfor spurgt, om de sammenlignet med samme tid sidste år havde bemærket ændringer på de motorvejsstrækninger, som de kører på. Hvis de angav, at der var sket ændringer, blev de bedt om i tekst at beskrive så detaljeret som muligt, hvor de havde bemærket ændringer, og hvilke ændringer de havde bemærket. Endelig havde alle respondenter – uanset om de havde bemærket ændringer eller ej – mulighed for at beskrive, hvilke forhold på motorvejene Vejdirektoratet i deres øjne skulle fokusere på at forbedre.

Endelig indeholdt spørgeskemaet spørgsmål om trafikanternes demografi (køn, alder, postnummer) og kørevaner (årligt kørselsbehov, hvor ofte de kører på motorvejene, om de oftest kører alene eller sammen med andre, hvilket turformål de oftest har med motorvejskørslen, og hvornår på dagen de typisk kører på motorvejene omkring København).

Spørgeskemaet blev oprettet i SurveyXact (Rambøll, 2020) og tog i gennemsnit 8 minutter at besvare.

Dataindsamling

Spørgeskemaet blev udsendt til et repræsentativt udsnit af befolkningen i 11 postnumre beliggende langs motorvejsnettet ind mod København (Figur 15). Disse områder blev valgt, fordi de generelt har en stor andel af pendling ind mod eller omkring København og naturligt vil benytte motorvejsnettet ved kørsel i egen bil, herunder de strækninger, hvor belysningen på motorvejen forsøgsvist er blevet slukket.



Figur 15 | Respondenter til spørgeskemaundersøgelsen blev rekrutteret blandt et repræsentativt udsnit af befolkningen i 11 postnumre, hvor der bor mange pendlere.

Til undersøgelsen blev der benyttet en stikprøve på 25.000 personer i alderen 18-70 år, som blev udtrukket gennem Danmarks Statistik.

Undersøgelsen blev udsendt via e-Boks, hvor størstedelen modtog brev om undersøgelsen d. 25. august 2020. Enkelte modtog invitationen dagen forinden. I alt modtog 23.225 personer brev med en invitation til at deltage i undersøgelsen. De resterende 1.775 personer i stikprøven havde enten ikke e-Boks eller var fraflyttet de 11 postnummerområder forud for udsendelsen af spørgeskemaet. I brevet var der, foruden en kort beskrivelse af undersøgelsens formål, et link til spørgeskemaet. Dette spørgeskema har været åbent for besvarelse i en måned (24.08.2020 - 25.09.2020).

Databehandling

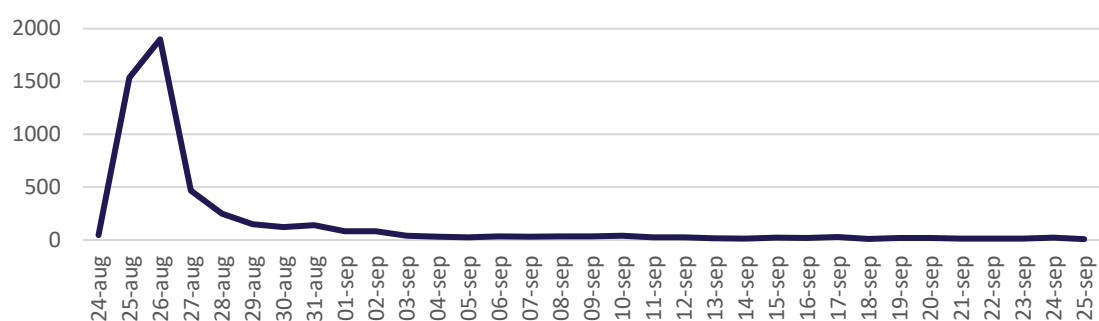
Enkelte spørgsmål i spørgeskemaet har været udformet som fritekstspørgsmål for at give trafikanterne mulighed for at give detaljerede beskrivelser af deres oplevelser og observationer ved kørsel på motorvejene omkring København. Til opsummering af tekstbeskrivelserne er der foretaget en automatisk klassificering og gruppering af hyppigt forekommende ord ved hjælp af machine learning-teknikken "Latent Dirichlet Allocation" (LDA) (Li, 2018). Denne metode går ud på, at man analyserer tekstbeskrivelserne automatisk ved hjælp af machine learning for at finde strukturer i beskrivelserne og derudfra inddele dem i et forudbestemt antal grupper. Hver gruppe kan efterfølgende beskrives med et tema på baggrund af de hyppigt forekommende ord i tekstbeskrivelserne for den pågældende gruppe. Metoden giver dermed et overblik over, hvilke temaer, som går igen i tekstbeskrivelserne.

Som supplement til den automatiske klassificering af tekstbeskrivelserne er der desuden foretaget søgninger på interessante ord for at kortlægge, hvor mange af trafikanterne der har observeret, at belysningen på udvalgte motorvejsstrækninger forsøgsvis er blevet slukket. Tekstbeskrivelser, hvor ordene *lys*, *lygte*, *lampe*, *tænd* eller *sluk* indgår, er herefter gennemgået manuelt.

5.2 Resultater

Af de 23.225 personer, som modtog spørgeskemaet i deres e-Boks, gennemførte 5.316 (22,9 %) spørgeskemaet. Derudover var der en mindre andel, som åbnede spørgeskemaet uden at besvare det, angav i begyndelsen af spørgeskemaet, at de ikke ønskede at deltage i undersøgelsen, eller besvarede en del af spørgeskemaet uden at færdiggøre det.

Antallet af besvarelser var størst i de første dage efter udsendelsen (Figur 16). Efter den første uge var der i gennemsnit omkring 25 nye besvarelser pr. dag, og i slutningen af september var tallet nede på under 10 daglige besvarelser, hvorefter det blev besluttet at lukke for adgangen til spørgeskemaet.



Figur 16 | Gennemførte besvarelser af spørgeskemaet.

Af de respondenter, som gennemførte spørgeskemaet, havde 4.438 (83 %) kørt som fører af et motorkøretøj på motorvejene omkring København i løbet af den foregående måned. De resterende 878 (17 %) angav, at de ikke havde kørt på motorvejene den seneste måned, og de blev derfor ikke stillet flere spørgsmål, da de blev vurderet til at være udenfor undersøgelsens målgruppe.

Blandt de respondenter, som havde kørt på motorvejene omkring København og derved besvaret hele spørgeskemaet, var der en større andel mænd (54,9 %) og flere besvarelser fra personer på 45+ år i forhold til fordelingen i stikprøven (Tabel 12).

Tabel 12 | Karakteristika for respondenter, som har kørt på motorvejene omkring København og fuldført spørgeskemaet, sammenlignet med stikprøven benyttet i undersøgelsen.

	Respondenter (n = 4.438)	Stikprøve (n = 25.000)
Køn		
Mand	54,9 %	49,5 %
Kvinde	44,6 %	50,5 %
Alder		
Middel	49,9 år	44,3 år
18-24	3,6 %	13,3 %
25-34	6,8 %	15,9 %
35-44	16,8 %	17,8 %
45-54	30,3 %	24,1 %
55-64	29,5 %	20,4 %
65+	12,8 %	8,5 %
Bopæl (postnummer)		
Hedehusene (2640)	6,1 %	6,5 %
Solrød Strand (2680)	8,7 %	7,9 %
Karlsunde (2690)	5,3 %	4,2 %
Nærum (2850)	3,6 %	3,4 %
Vedbæk (2950)	4,6 %	3,5 %
Hørsholm (2970)	9,9 %	8,7 %
Kokkedal (2980)	5,3 %	5,2 %
Fredensborg (3480)	6,7 %	5,9 %
Roskilde (4000)	30,1 %	34,1 %
Lejre (4320)	2,8 %	2,4 %
Køge (4600)	14,7 %	18,1 %
Øvrige* / ikke angivet	2,2 %	0,0 %

* Kategorien 'øvrige' indeholder personer, som har skiftet bopælsadresse til et andet postnummer end de 11 udvalgte i perioden mellem udsendelsen og besvarelsen af spørgeskemaet.

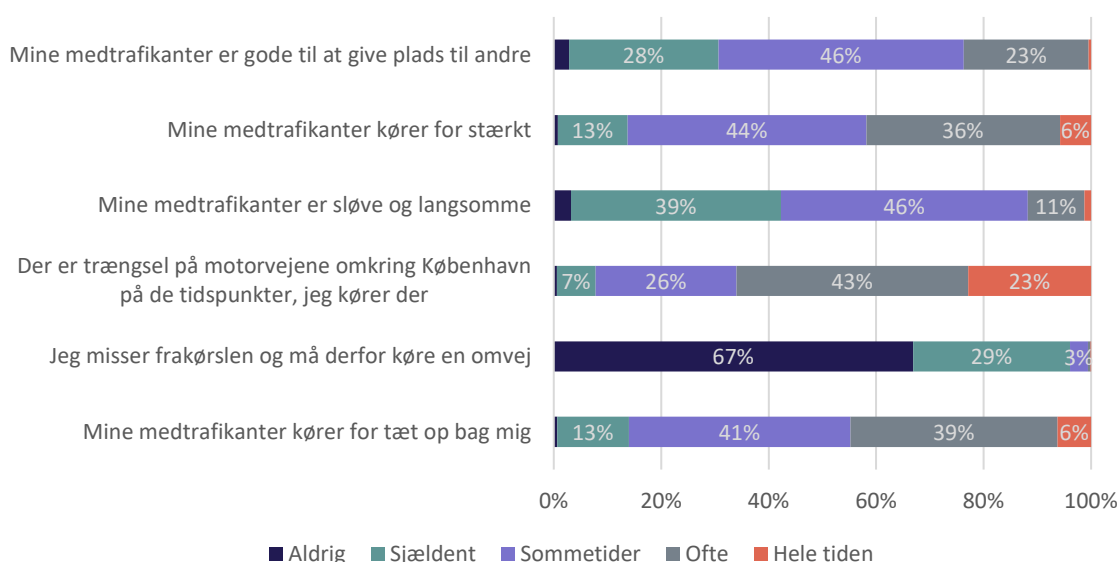
Tabel 13 viser respondenternes kørevaner. 42 % kører på motorvejene én eller flere gange om dagen, og 46 % har pendling som hovedformål med deres ture og benytter derfor ofte motorvejene i myldretiden. 70 % af respondenterne er oftest alene i bilen, når de kører på motorvejen. En tredjedel af respondenterne kører på motorvejene om aftenen, hvor der ofte er mørkt.

Tabel 13 | Respondenternes kørevaner.

	Respondenter (n = 4.438)
Hvor ofte køres på motorvejene omkring København	
2+ gange pr. dag	16 %
Dagligt	26 %
2-4 gange pr. uge	20 %
Ugentligt	19 %
Sjældnere	20 %
Antal personer i køretøjerne ved kørsel på motorvejene	
Alene	70 %
Sammen med andre	30 %
Årligt kørselsbehov (i alt)	
Mindre end 5.000 km	6 %
5-9.999 km	12 %
10-14.999 km	21 %
15-24.999 km	33 %
25-34.999 km	17 %
35-49.999 km	6 %
50.000+ km	2 %
Ved ikke / ønsker ikke at oplyse	2 %
Hovedformål* med kørslen på motorvejene	
Pendling	46 %
Erhvervstransport	8 %
Øvrig transport	40 %
Blandet formål	7 %
Tidsrum på dagen, hvor motorvejene benyttes	
00.00-6.00	6 %
6.00-7.00	23 %
7.00-8.00	36 %
8.00-9.00	28 %
9.00-10.00	20 %
10.00-14.00	32 %
14.00-15.00	29 %
15.00-16.00	44 %
16.00-17.00	49 %
17.00-18.00	38 %
18.00-24.00	34 %

* Hvis mindst seks ud af ti af respondentens ture har samme formål, klassificeres trafikantens primære turformål ud fra denne type - ellers vil trafikanten have blandet kørsel som formål for motorvejskørslen.

Trafikanterne i undersøgelsen oplever ofte eller meget ofte, at der er trængsel på motorvejene omkring København, når de færdes på motorvejen (66 %) (Figur 17). Det hænger sammen med, at en stor del af trafikanterne er pendlere og kører i myldretiden. Trafikanterne oplever også ofte eller meget ofte, at deres medtrafikanter kører for tæt op bag dem (45 %) og kører for stærkt (42 %). Samtidig tilkendegiver 23 % af respondenterne dog, at deres medtrafikanter er gode til at give plads til andre i trafikken. Kun få trafikanter overser frakørslen og må køre en omvej.

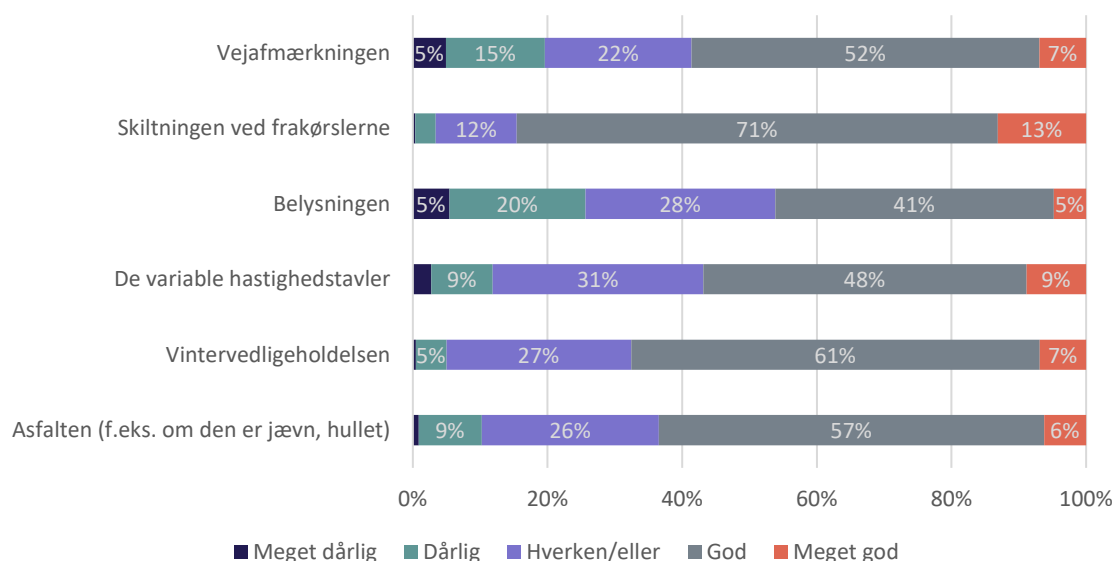


Figur 17 | Oplevelse af trafikken på motorvejene omkring København.

I vurderingen af motorvejenes kvalitet angiver 25 % af respondenterne, at belysningen er dårlig eller meget dårlig, og 20 % angiver ligeledes, at vejafmærkningen er dårlig eller meget dårlig (Figur 18). En forholdsvis stor andel af disse respondenter vurderer både vejbelysningen og -afmærkningen til at være dårlig eller meget dårlig. Næsten halvdelen (48 %) af de trafikanter, som finder vejafmærkningen dårlig/meget dårlig, giver samme score til vejbelysningen. Blandt de, som mener at vejbelysningen er dårlig/meget dårlig, vurderer 37 %, at det samme er tilfældet med vejafmærkningen.

Belysningen på motorvejene omkring København vurderes som dårlig eller meget dårlig af trafikanter i alle aldersgrupper, men hyppigere blandt de kvindelige trafikanter; selv om kvinder kun udgør knap 45 % af respondenterne, kommer 51 % af vurderingerne dårlig/meget dårlig fra kvinder. Vurderingen dårlig/meget dårlig forekommer ikke hyppigere for specifikke formål med motorvejskørslen – eksempelvis blandt pendlerne – eller på baggrund af trafikantens årlige kørselsbehov. Udover at forekomme hyppigere blandt kvindelige respondenter, er det således ikke en specifik gruppe af trafikanter, som især finder belysningen på motorvejene (meget) dårlig.

I forhold til vejafmærkningen er det heller ikke en specifik trafikantgruppe – ud fra køn, kørselsbehov, hyppighed af motorvejskørslen eller formålet med motorvejskørslen – som vurderer, at vejafmærkningen er dårlig eller meget dårlig. I forhold til aldersfordelingen i respondentgruppen er der dog især flere i aldersgruppen 55-64 år og færre blandt de 35-44-årige, som finder vejafmærkningen dårlig eller meget dårlig.



Figur 18 | Kvaliteten af motorvejene omkring København.

Observerede ændringer i forhold til samme tid sidste år

1.352 respondenter (30 %) svarede, at de i løbet af det seneste år har observeret ændringer på de motorvejsstrækninger, de benytter. En automatisk gennemgang og gruppering af besvarelserne viser, at en stor andel af trafikanterne har oplevet mindre trafik på vejene under COVID-19 i foråret 2020, mens andre har oplevet tættere trafik og ændringer i trafikafviklingen og trafikmængderne i løbet af det seneste år. Endelig er der en gruppe af besvarelserne, hvor et gennemgående tema er, at der ikke længere er belysning (Tabel 14).

Tabel 14 | Temaer for respondenternes observerede ændringer det seneste år, grupperet på baggrund af en automatisk analyse af hyppigt forekommende ord og ordforbindelser.

Tema	Andel af besvarelser
Mindre trafik på vejene (COVID-19)	28,0 %
Lastbiler	20,3 %
Tættere trafik, mørke, belægning og afstribning	19,0 %
Ingen belysning	12,5 %
Vejarbejde, frakørsler, mørke/belysning om aftenen	10,3 %
Asfaltering, trafikmængde, trafikafvikling	9,9 %

129 trafikanter (2,9 % af alle respondenter) har angivet, at de har lagt mærke til, at belysningen er blevet slukket, dér hvor de kører. En del af disse respondenter påpeger, at det gør det svært at se afmærkningen, især når det regner, og at det er ubehageligt og gør dem utrygge (Figur 19). Enkelte respondenter synes omvendt, at det er godt, at belysningen er blevet slukket, da det reducerer lysforureningen, og at det er tilstrækkeligt med lyset fra bilens lygter.

”Der er mange flere lange strækninger flere steder, hvor lamperne er slukket, som giver problemer om aften/natten [...]. Det giver meget dårlig sigtbarhed, hvilket medfører, at mange, især ældre, kører meget langsomt og holder sig i midterste spor.”

(kvinde, 49 år)

”Lys er blevet slukket. Det kan være svært at se skilte, striber mm.”

(mand, 50 år)

”Vejbelysning er slukket [...]. Godt initiativ, så sparer vi på strømmen, reducerer lysforurening, og førere af nyere biler får tændt lyset helt, dvs. nærllys inkl. baglygter.”

(mand, 42 år)

”Ingen vejbelysning på strækningen. Meget, meget, meget ubehageligt og med farlige situationer til følge, ikke mindst når jeg kører på motorcykel.”

(mand, 59 år)

”Nedsat belysning gør det ubehageligt om aftenen, især i regnvejr, da afmærkningen er dårlig.”

(kvinde, 47 år)

”Belysningen [...] er slukket, derfor meget mørkt i vådt føre og om aftenen. Det er utrygt.”

(kvinde, 49 år)

”Der har været slukket for aften/nattebelysningen i de yderste dele af lysnettet, hvilket jeg har opfattet negativt, da trafikmængden næsten altid er af en sådan karakter, at fjernlys ikke er en mulighed, samtidig med, at nærllys ikke tilstrækkeligt oplyser vejen på disse strækninger. Jeg finder det særligt uhensigtsmæssigt, hvor der er 3 eller flere spor, samt ved tilkørselsramper.”

(mand, 35 år)

Figur 19 | Eksempler på udsagn fra respondenter, som har bemærket ændringer i belysningen. Citater er tilrettet sprogligt og i visse tilfælde forkortet (markeret med [...]), dog uden at det oprindelige budskab ændres.

I alt har 390 (8,8 %) af respondenterne fremsat ønsker om, at Vejdirektoratet forbedrer forholdene omkring belysningen, hvis det var op til dem at beslutte, hvilke tiltag der skal foretages på motorvejene omkring København. Det er dog langt fra alle ønsker, som nødvendigvis har direkte relation til slukningen af belysningen, eftersom kun 2,9 % af respondenterne har angivet, at de har lagt mærke til slukningen af belysningen. I stedet kan der være tale om mere generelle ønsker vedrørende belysningen på motorvejsnettet. Forskellen kan dog også skyldes, at spørgeskemaet er blevet udsendt længe efter slukningen af belysningen, og at respondenterne derfor ikke som det første har tænkt på belysningen, da de besvarede spørgsmålet om ændringer i det seneste år. Motorvejsbelysningen blev slukket i efteråret 2019, mens spørgeskemaet blev udsendt i august 2020.

Eksempler på trafikanternes forslag til forbedringer, som vedrører belysningen på motorvejen, er vist på Figur 20. Hovedparten af respondenternes forslag om belysning handler om, at de ønsker mere belysning; enten ved at have belysning flere steder, have bedre/mere belysning på strækningerne, sikre en mere jævn belysning på motorvejene, eller ved at etablere belysning på alle motorveje i hele landet.

Andre respondenter noterer til gengæld, at det bør fokuseres på at forny og opgradere vejafmærkningen, så den er tydelig også i mørke og regnvejr. 462 (10,4 %) af respondenterne angivet, at de ville ønske, at vejafmærkningen blev forbedret, da den generelt er nedslidt og vanskelig at se, især når det er mørkt, og når det regner. Nogle respondenter angiver desuden, at de mener der kan slukkes for endnu mere af belysningen, især udenfor myldretiden, hvor der ikke er tæt trafik.

	”Bedre afstribning og belysning” (kvinde, 50 år)
”Lys på vejen og bedre afstribning. Det er sommetider umuligt at se dem i regnvejr.” (mand, 35 år)	
	”Enten skal der være lys på motorvejene, eller også skal det være slukket. At der nu er strækninger med lys og andre uden lys [...], fungerer ikke godt” (mand, 60 år)
”[...], bedre afmærkning (speci- elt et problem i mørke/regn), bedre lys på flere strækninger.” (mand, 33 år)	
	”Tænde for belysningen i regnvejr” (mand, 63 år)
”Belysning på alle strækninger.” (mand, 30 år)	”Afstribning er vigtig især på strækninger uden be- lysnings/slukket belysning. Afstribningen er ofte så slidt, at den ikke kan ses om aftenen i dårligt vejr” (kvinde, 65 år)
	”Bliv inspireret af Tyskland, hvor afmærkningen altid er tydelig. Dermed kan belysning om natten spares væk.” (ikke angivet)
”Der burde være lys på alle mo- torvejene i Danmark - ligesom i Belgien.” (mand, 62 år)	”Jeg synes godt man kan slukke endnu mere belysning på motorve- jene efter myldretiden. Dels for at spare på energien, men også fordi lys på motorvejene, hvor der ikke er tæt trafik, ikke er nødvendig.” (kvinde, 51 år)
	”Mere jævn belysning langs motorvejene - det behøver ikke være lige så tæt belysning som for nogle år siden, men de helt mørke strækninger er ikke rare at køre på, specielt når det regner i lange mørke danske nætter.” (kvinde, 50 år)

Figur 20 | Eksempler på udsagn fra respondenter, som nævner belysningen i deres ønsker til, hvad Vejdirektoratet i deres øjne kan forbedre på motorvejene omkring København. Citater er tilrettet sprogligt og i visse tilfælde forkortet (markeret med [...]), dog uden at det oprindelige budskab ændres.

6 Konklusion

En analyse af uheldsforekomsten på forsøgsstrækningerne har ikke kunnet påvise en statistisk signifikant forskel i forekomsten af uheld før og efter slukningen af motorvejsbelysningen. I analyseperioden er der dog set en stigning i antallet af uheld i mørke på motorvejene i Hovedstadsområdet uanset belysningsforholdene. Der er registreret 18 % flere uheld (personskade-, materielskade- og ekstrauroheld) end forventet i mørke på forsøgsstrækningerne efter slukningen af motorvejsbelysningen, men stigningen er ikke statistisk signifikant. Der er i forhold til det forventede uheldsantal også fundet en tilsvarende stigning (19 %) i mørke på motorveje i Hovedstadsområdet, hvor der ikke findes vejbelysning, samt en endnu større stigning på strækninger, hvor belysningen fortsat er tændt. Kun få af de registrerede uheld er personskadeuroheld.

Uheldsestimaterne er forbundet med stor usikkerhed, idet undersøgelsen bygger på en meget kort evalueringsperiode på tolv måneder før og fire måneder efter slukningen af motorvejsbelysningen, men stigningerne kan indikere, at der i analyseperioden har været en generel stigning i uheldsforekomsten i mørke, som ikke relaterer sig til slukningen af motorvejsbelysningen. Stigningerne er indenfor den statistiske usikkerhed, og det må derfor konkluderes, at der ikke kan gives et entydigt svar på, hvordan den slukkede belysning påvirker trafiksikkerheden.

I forbindelse med forsøget var det oprindeligt planlagt at slukke belysningen på dele af Hillerødmotorvejen. Af praktiske grunde forblev belysningen tændt under forsøgsperioden. Det er dermed uvist, hvordan en slukning her vil påvirke uheldsbilledet.

I flere lande, blandt andet Sverige, England, Belgien og Holland, har der tidligere været lignende forsøg med at slukke for belysningen i hele eller dele af tiden, mens det er mørkt. Evalueringer af disse har vist blandede effekter, men flere af studierne har konkluderet, at tiltagene ikke så ud til at have en betydelig negativ effekt på trafiksikkerheden og trafikafviklingen. Det samme ser ud til at være gældende i denne undersøgelse, hvor stigningen ikke har været højere end på strækninger, hvor belysningen ikke er ændret. Dermed er der ikke klare indikationer af, at trafiksikkerheden er blevet forringet, hvor motorvejsbelysningen er blevet slukket. På baggrund af usikkerheden ved den meget korte analyseperiode, kan det anbefales at fortsætte forsøget i mindst ét år mere og derefter foretage en opfølgende analyse af effekten på trafiksikkerheden.

På den slukkede motorvejsstrækning på Motorring 3 er der observeret indikationer af en ophobning af uheld i overgangen mellem den slukkede og den belyste del af motorvejen. På baggrund af den korte analyseperiode, og at det varierer meget fra år til år, hvor uheldene forekommer, kan det ikke afgøres, om uheldene har relation til slukningen af belysningen, eller om det er tilfældigt, at der ses en ophobning af uheld på dette sted. Hvis slukningen generelt gøres permanent, anbefales det at lade belysningsanlæggene her stå i en periode, så der er mulighed for at evaluere slukningen her over en længere periode og genetablere vejbelysningen, hvis en senere evaluering tilsiger det.

Kun et fåtal af respondenterne i spørgeskemaundersøgelsen (2,9 %) noterede, at de har lagt mærke til, at motorvejsbelysningen på dele af deres rute er blevet slukket. En større andel af respondenterne vurderer dog, at vejbelysningen og -afmærkningen er dårlig eller meget dårlig (20-25 %), og en del har udtrykt ønske om, at der laves forbedringer i forhold

til belysningen (8,8 %) og vejafmærkningen (10,4 %). Det kan skyldes, at vejafmærkningen især er en udfordring for trafikanterne de steder, hvor belysningsniveauet tilsvarende er lavt, ikke mindst hvis vejafmærkningen er nedslidt og derved vanskelig at se i mørke og regnvejr.

På trods af, at nogle trafikanter har oplevet en serviceforringelse ved slukningen af belysningen, har ændringen ikke ført til, at trafikanterne sænker hastigheden, når de kører på motorvejene i mørke. En analyse i udvalgte snit på forsøgsstrækningerne viser, at trafikanternes gennemsnitshastighed ved kørsel i mørke er ændret med +0,5 til -2,1 km/t i forhold til før slukningen. Hvor vejbelysningen fortsat er tændt, varierer gennemsnitshastigheden med -0,5 til -1,7 km/t i forhold til førperioden.

En undersøgelse af fremkommeligheden i udvalgte snit på forsøgsstrækningen har vist, at slukningen af motorvejsbelysningen på Helsingørmotorvejen og Motorring 3 ikke har ført til ændringer i fremkommeligheden ved kørsel i mørke i morgenmyldretiden. På Holbækmotorvejen er der efter slukningen af motorvejsbelysningen registreret et statistisk signifikant fald på 3,2 % i den trafik, der udløser, at trafikken går i stå.

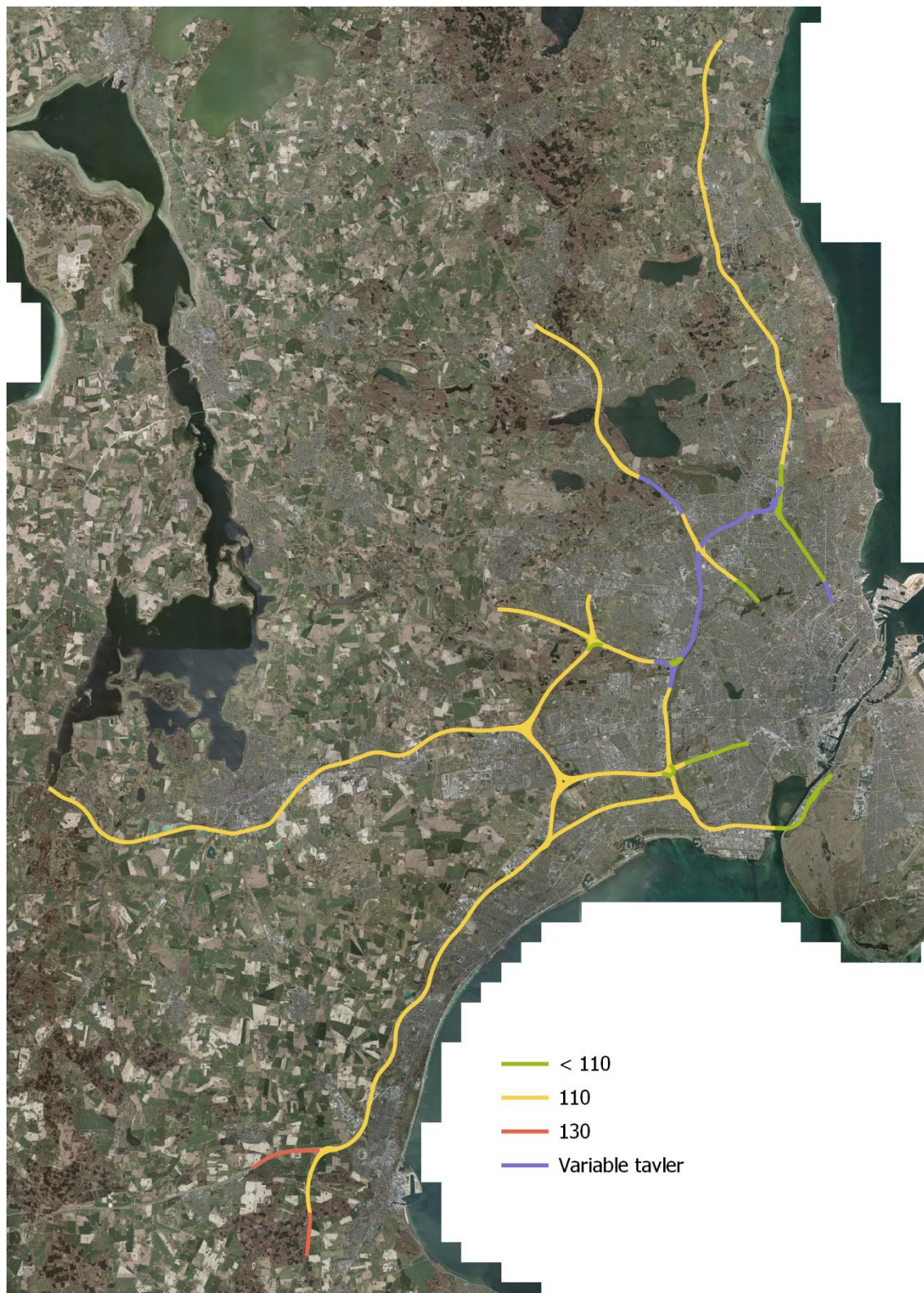
7 Referencer

- Abuzwidah, M., Balwan, M., Abdel-Aty, M., & Al-Kateeb, G. (2020). Traffic safety benefits of using highway lighting technology: (Case study: 4-lanes expressways in the rural areas). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 811. <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/811/1/012023>
- Assum, T., Bjørnskau, T., Fosser, S., & Sagberg, F. (1999). Risk compensation - the case of road lighting. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 545-553. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00011-1)
- Bervoets, O. (2014). *Voor-Na studie: Het doven van verlichting op vlaamse autosnelwegen en de impact op de verkeersveiligheid*. Hasselt Universitet, Belgien.
- Chick, M. (2015). *Road lighting strategy - post implementation analysis - report #2: Strategy performance review*. Taunton, England: WSP | Parsons Brinkerhoff.
- Daniels, S., Martensen, H., Schoeters, A., Van den Berghe, W., Papadimitriou, E., Ziakopoulos, A., . . . Perez, O. M. (2019). A systematic cost-benefit analysis of 29 road safety measures. *Accident Analysis and Prevention*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105292>
- DMI. (2020a). *Vejrarkiv*. <https://www.dmi.dk/vejrarkiv/>
- DMI. (2020b). *VejVejr*. <http://vejvejr.dk>
- Hansen, T. L. (2018). *Belysning på motorveje - forslag til reduktion*. København: Vejdirektoratet.
- Hermansen, T. (2020). *Almanak*. <http://suninfo.dk/>
- Høye, A. (2014). 1.18: *Vegbelysning*. I A. Høye, & R. Elvik (Redaktører), *Trafikksikkerhetshåndboken*. Oslo, Norge: Transportøkonomisk Institutt.
- Høye, A. (2017). *Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak*. TØI-rapport 1556/2017. Oslo, Norge: Transportøkonomisk Institutt.
- Høye, A., & Elvik, R. (2019). *Trafikksikkerhetshåndboken: Bakgrunn om ulykker, risiko og metaanalyse*. TØI-rapport 1692/2019. Oslo, Norge: Transportøkonomisk Institutt.
- Kerner, B. S. (2017). *Breakdown in traffic networks: Fundamentals of transportation science*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54473-0>
- Li, S. (2018). Topic modelling in Python with NLTK and gensim. *Towards Data Science*. <https://towardsdatascience.com/topic-modelling-in-python-with-nltk-and-gensim-4ef03213cd21>

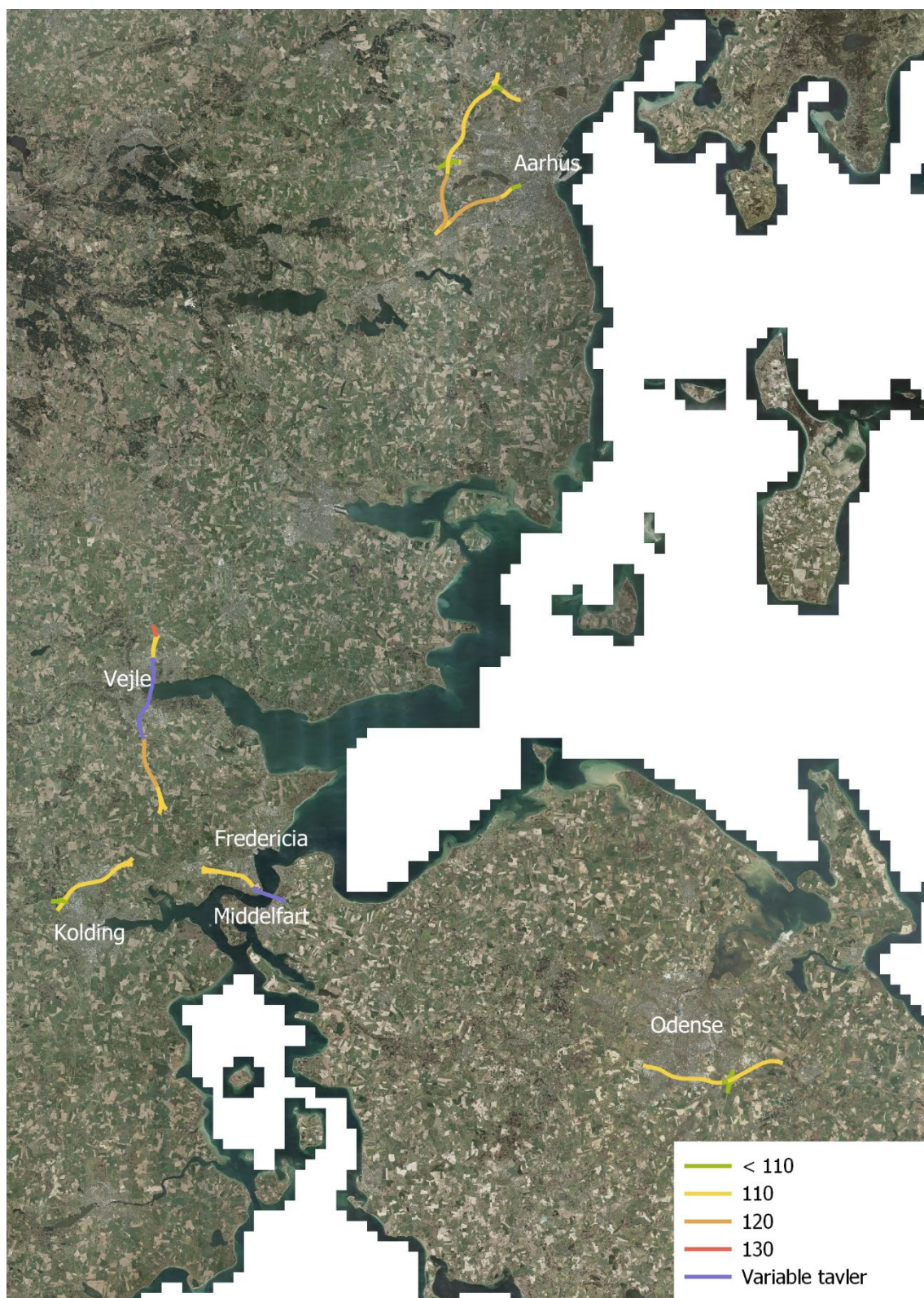
- Monsere, C. M., & Fischer, E. L. (2008). Safety effect of reducing freeway illumination for energy conservation. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1773-1780.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2008.06.018>
- Nygårdhs, S. (2007). *Nedsläckning och reduktion av vägbelysning på motorväg*. VTI notat 21-2007. Linköping, Sverige: VTI.
- Rambøll. (2020). *SurveyXact*. www.surveyxact.dk
- van Nieuwenhuizen, C. (2019). *Gefaseerd weer aan zetten van de verlichting op de snelwegen*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Holland.
- van Veluwen, A., & de Vries, Y. (2015). *Publieksrapportage Rijkswegennet - 3^e periode 2014*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Holland.
- Vejdirektoratet. (2020a). *Mastra*. <https://mastra.vd.dk/mastra/nytui/main>
- Vejdirektoratet. (2020b). *Vejbelysning - håndbog - anlæg og planlægning*.
- Wanvik, P. O. (2009). Effects of road lighting: An analysis based on Dutch accident statistics 1987-2006. *Accident Analysis and Prevention*, 41, 123-128.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.003>

8 Bilag

A. Hastighedsgrænser



Figur 21 | Hastighedsgrænser på de analyserede motorveje i Hovedstadsområdet.



Figur 22 | Hastighedsgrænser på de analyserede motorveje udenfor Hovedstadsområdet.