Hastighedseffekt af vejbump

Afstanden mellem bump

Lasse Høyrup Sørensen

Kandidatspeciale 2019

Veje og Trafik

Aalborg Universitet

Titelblad

AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Institut for Byggeri og Anlæg
Thomas Mannsvej 23
9220 Aalborg Ø
Telefon: 99 40 84 84
E-mail: civil@civil.aau.dk
http://www.byggeri.aau.dk

Titel:

Hastighedseffekt af vejbump - afstanden mellem bump

Projekt:

Kandidatspeciale (45 ECTS)

Projektperiode:

September 2018 - Juni 2019

Forfatter:

Lasse Høyrup Sørensen

Vejleder:

Niels Agerholm

Censor:

Lars Rosenberg Randleff

Sidetal: 73
Appendiks: 6

Synopsis:

I dette projekt undersøges sammenhængen mellem den indbyrdes afstand mellem bump og bilisternes hastighedsvalg.

Undersøgelsen foretages på baggrund af Floating Car Data. I undersøgelsen indgår hastighedsdata fra cirka 700.000 køreture og mere end 500 bump, alle placeret i Region Nordjylland.

Undersøgelsen viser, at bilisternes hastighedsvalg afhænger af bumpenes tilstedeværelse, når afstanden mellem bumpene er mindre end cirka 160 m. Herefter er det antageligt andre lokale forhold, der har betydning for bilisternes hastighedsvalg. Desuden viser undersøgelsen, at bilisterne generelt ikke overholder hastighedsgrænsen. På baggrund heraf anbefales det, at bump etableres med kortere afstand fremover.

Citation:

Sørensen, L. H. (2019) Hastighedseffekt af vejbump - afstanden mellem bump. *Kandidatspeciale. Aalborg Universitet.*

Abstract

Speeding is one of the most important reasons for fatalities and injured in the traffic. According to [World Health Organization, 2018], traffic accidents are the leading cause of death for children and young in the age 5-29 year.

A large number of studies shows speed humps is one of the most efficient speed-calming measures. However, only a few of these studies involve the distance between humps as a factor affecting the impact of the humps.

The purpose of this project is to clarify, which effect the distance speed humps on urban road in Denmark has on the speed. According to the Danish road regulation is the recommended distance between speed bumps on 50 km/h roads 150 m [Vejdirektoratet, 2013]. In practice, however, humps are established with distances that are far beyond the recommended distance due to lack of resources and low focus on speed control on most roads.

The study is based on Floating Car Data from a Danish project called "ITS Platform" that contains more than 1 milliard observations. In this study speed data from approximately 700,000 rides and more than 500 humps is included. All the humps are located in Region North Jutland.

The results show that there is a correlation between the distance between humps and the drivers speed when the distance between humps is less than 160 m. When the distance exceeds approximately 160 m, it is presumably other local conditions, such as, for example, road type and the distance to the nearest building, which is crucial for the driver's speed.

In addition, the results show that most of the drivers is speeding. the majority of the speed humps (91 %) not reduce the speed sufficiently. The average 85 % fractile speed is 57.3 km/h. The permitted speed is 50 km/h. The average distance between the humps where the speed is under the limit is 115 m.

From regression analysis, a model for the relationship between the distance between the bump and the drivers speed has been made. The model shows that only the road type and the distance to the nearest building is statistically significant to the driver's speed. The model's coefficients show that the road type is most important for the driver's speed.

Based on the model and descriptive statistics, it is concluded that the recommended distance of 150 m can in many cases be sufficient on residential roads. However, results show that 150 m is too large a distance on other types of roads. It is estimated that a distance between bumps of 90 m will be suitable for many roads. On roads in rural areas,

the study shows that the distance must be incredibly small to ensure that drivers do not drive too fast. However, it is not realistic to establish a bump with such a short distance.

Forord

Dette kandidatspeciale er udarbejdet af Lasse Høyrup Sørensen, studerende på kandidatuddannelsen Veje og Trafik ved Aalborg Universitets Institut for Byggeri og Anlæg. I projektet undersøges sammenhængen mellem afstanden mellem bump og bilisternes hastighed. *Vej- bump* og *Floating Car Data* er de overordnede temaer for projektet.

Forudsætningerne for at læse rapporten er et vist kendskab til vejsektoren herunder emner som big data, Floating Car Data, trafiksanering og statistiske tests.

Der rettes stor tak til vejleder Niels Agerholm for inspirerende vejledning og konstruktiv kritik samt Anne Vingaard Olesen for vejledning om statistiske tests.

Læsevejledning

Der vil igennem rapporten fremtræde kildehenvisninger, disse er samlet i en kildeliste bagerst i rapporten. I rapporten er anvendt kildehenvisning efter Harvardmetoden, så i teksten refereres en kilde med [Efternavn, År]. Indgår kilden som en del af teksten referere med Efternavn [År]. Henvisning fører til kildelisten, hvor bøger er angivet med forfatter, titel, udgave og forlag, mens hjemmesider er angivet med forfatter, titel, URL og dato. Som udgangspunkt er kilden placeret bagerst i sætningen, den underbygger. Hvis kilden underbygger flere sætninger eller hele afsnit, er den placeret efter sidste sætning.

Figurer og tabeller er nummererede i henhold til kapitel, det vil sige, den første figur i kapitel 7 har nummer 7.1, den anden nummer 7.2 og så videre. Forklarende tekst til figurer og tabeller findes under disse. Såfremt der ikke fremgår reference for figurer og tabeller, er de udarbejdet internt. Alle baggrunds ortofoto stammer fra Styrelsen for Dataforsyning og Effektiviserings [2018].

Indholdsfortegnelse

1 Projektbaggrund **1**
1.1 Hastighed øger risikoen for dræbte og tilskadekomne **2**
1.2 Bilisters hastighedsvalg **4**
1.3 Vejbumpets udvikling **5**
1.4 Undersøgelser af vejbumps effekt **6**
1.4.1 Før- og efterstudier 6
1.4.2 Udenlandske studier hvor afstanden mellem bump inkluderes 7
1.4.3 Danske studier hvor afstanden mellem bump inkluderes 7

2 Problemformulering **9**
2.1 Afgrænsning **10**

3 Metode **11**
3.1 Litteraturstudie **11**
3.2 Datagrundlag **12**
3.2.1 Datakilde 16
3.3 Udpegning af projektlokaliteter **17**
3.4 Hastighedspåvirkende variabler **18**
3.5 Databehandlig **20**
3.5.1 Map matching 20
3.5.2 Turinddeling 22
3.5.3 Validering af ture 23
3.5.4 Beregningsenhed 23
3.6 Dataets repræsentativitet **25**
3.7 Statistiske tests **26**

4 Validering af data **27**
4.1 Frasortering **28**
4.2 Kontrol af udpegningskriterier **28**

5 Resultater **31**
5.1 Sammenhæng mellem hastighed og afstand **31**
5.2 Hastighedsoverskridelse **33**
5.2.1 Hastighedsoverskridelse fordelt på vejtype 33
5.3 Model af sammenhæng mellem hastighed og afstand **35**

6 Diskussion 39
6.1 Datakilde 39
6.2 Modellens styrker og svagheder 41
6.3 Bumpenes udformning 41
6.4 Sammenligning med lignende undersøgelser 41

7 Konklusion 43

Litteraturliste 45

A Oversigt over segmenter 51

B Kontrol af udpegningskriterier 61

C Inddeling af kategorier 63

D Univariate analyser 65

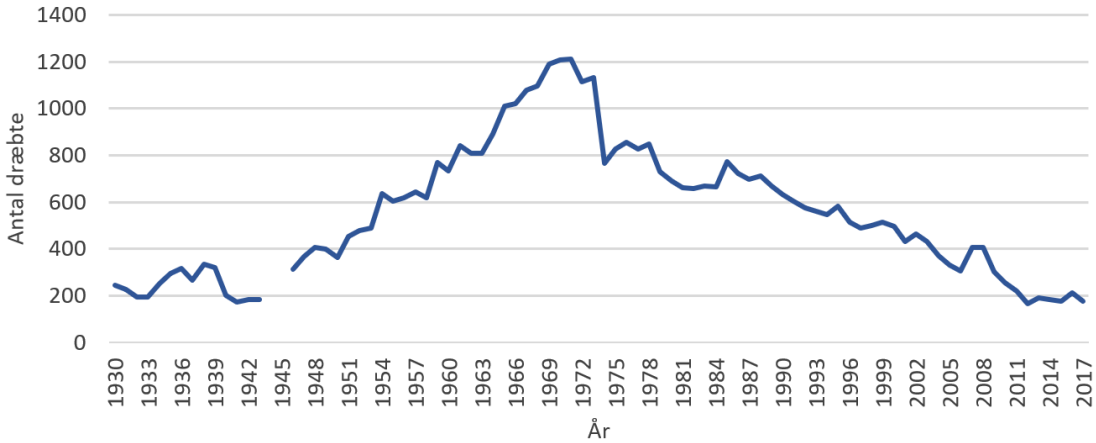
E Regressionsanalyser 69

F Prædiktionsintervaller 71

1. Projektbaggrund

Trafikulykker er i dag den hyppigste dødsårsag for børn og unge i alderen 5-29 år [World Health Organization, 2018]. På verdensplan dør der en i trafikken hvert 24. sekund [Ertmann, 2018]. Antallet af trafikdræbte er fortsat stigende og nåede i 2016 op på 1,35 millioner [World Health Organization, 2018]. Det er cirka 100.000 flere end tre år tidligere [World Health Organization, 2015]. Dermed er trafikulykker den 8. hyppigste dødsårsag i verden og overhaler sygdomme som eksempelvis hiv/aids, tuberkulose og diarre. Mere end 50 % af de dræbte i trafikken er bløde trafikanter (Fodgængere, cyklister og motorcyklister). [World Health Organization, 2018]

I Danmark er antallet af dræbte i trafikken faldet siden 1971, som med hele 1.213 dræbte var året med flest trafikdræbte nogensinde. Udviklingen ses på figur 1.1. Årsagen til det store fald i 1970'erne er, at der i 1973 blev indført generelle hastighedsgrænser på de danske veje, og at det i 1976 blev lovpligtigt at anvende sikkerhedssele [Siren et al., 2012; Jonassen, 2009]. Siden da har generelle forbedringer af veje, biler og trafikantadfærd været årsag til den fortsatte positive udvikling. Siden 2012 har antallet af dræbte i trafikken været jævnt, kun med relativt mindre udsving.

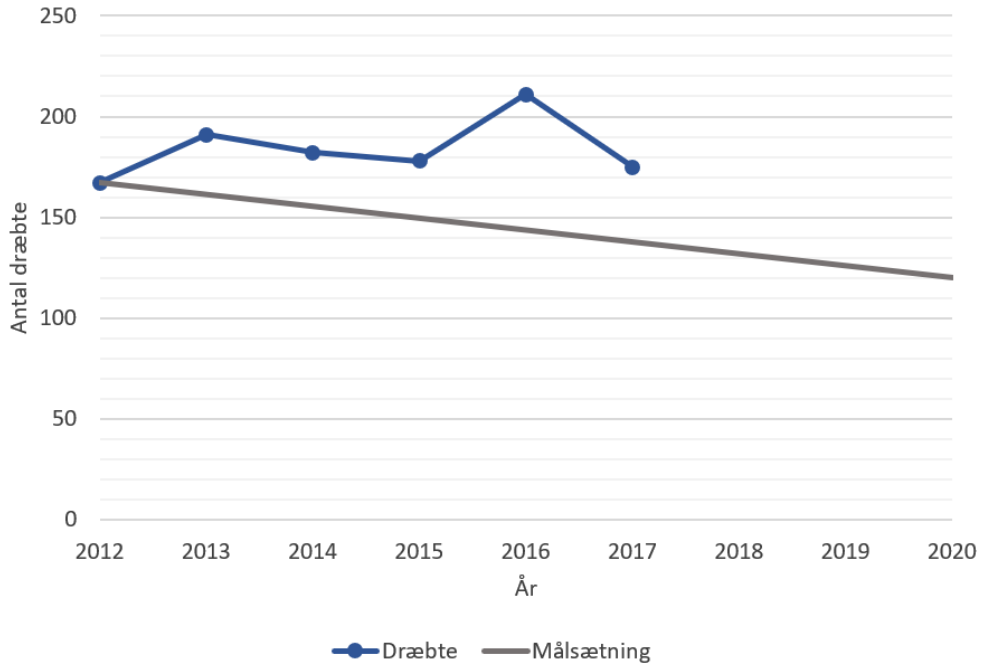


Figur 1.1: Antal dræbte i trafikulykker 1930-2017 ("Hul" i 1944-1945 skyldes, at der ikke er opgørelser for disse år). [Vejdirektoratet, 2018]

Færdselssikkerhedskommissionen udgav i 2013 sin nye nationale handlingsplan for 2013-2020 "*Hver ulykke er én for meget - et fælles ansvar*". Handlingsplanen indeholder en række anbefalinger til at forbedre trafiksikkerheden indenfor en række udvalgte fokusområder blandt andet for høj hastighed, uopmærksomhed, eneulykker og uheld med unge

bilister. [Færdselssikkerhedskommissionen, 2013]

I handlingsplanen opstiller Færdselssikkerhedskommissionen målsætninger for antallet af dræbte, alvorligt og lettere tilskadekomne i 2020. Målsætningen er, at der i 2020 højest må være 120 dræbte i trafikken i Danmark. [Færdselssikkerhedskommissionen, 2013] Som det fremgår af figur 1.2, har det faktiske antal dræbte været højere end målsætningen siden udgangspunktet i 2012.



Figur 1.2: Udviklingen i antal dræbte i forhold til den politiske målsætning. [Vejdirektoratet, 2018]

1.1 Hastighed øger risikoen for dræbte og tilskadekomne

Det er især bilisters hastighed, som har indflydelse på trafikulykker. Dette skyldes, at hastigheden både er ulykkesfaktor, altså medvirkende årsag til at ulykker sker, samt en stor skadesfaktor, der har betydning for alvorlighedsgraden af en ulykke. [Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2014; Elvik, 2012] Havarikommissionen for Vejtrafikulykker [2014] har foretaget dybdegående analyser af 291 trafikulykker for at undersøge, hvorfor ulykkerne opstår. I de 291 analyserede trafikulykker var hastigheden den hyppigste trafikantfaktor. I hele 42 % af trafikulykkerne var hastigheden en ulykkesfaktor. I 10 % af trafikulykkerne var hastigheden en skadesfaktor.

Siden starten af 1980'erne har potensmodellen været den mest anvendte metode til at beskrive den sikkerhedsmæssige effekt af en hastighedsændring på en given vejstrækning [Nielsen og Andersen, 2014]. Potensmodellen blev fremsat af den svenske trafikforsker Göran Nilsson i 1981, han var dermed en af de første til at beskrive sammenhængen mellem billisters hastighed og risikoen for at være involveret i en trafikulykke [Nilsson, 2014; Nielsen og Andersen, 2014]. Siden har den norske trafikforsker Rune Elvik i 2012

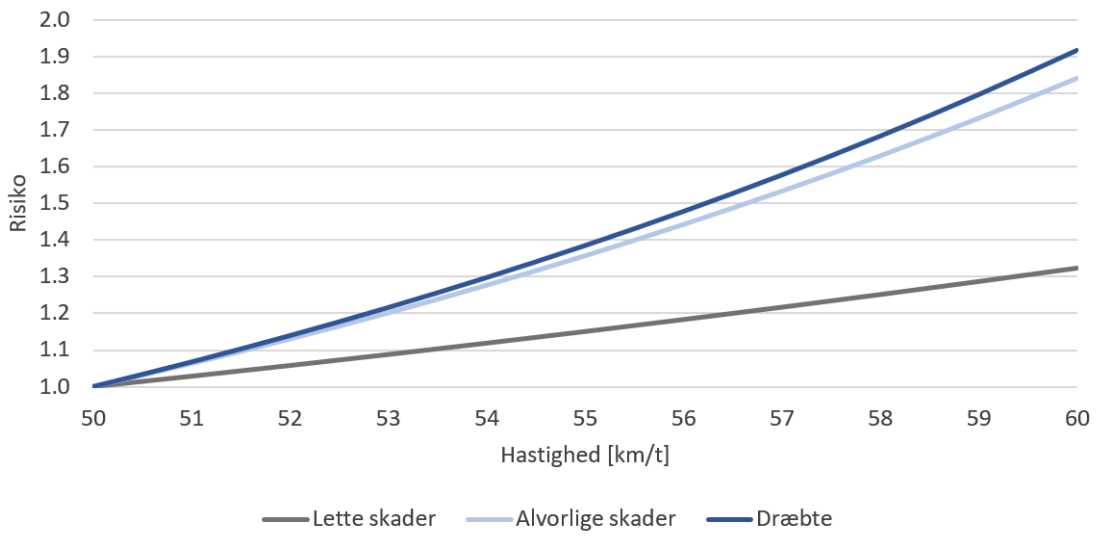
fremsat eksponentialmodellen som et alternativ til den allerede velkendte potensmodel [Nielsen og Andersen, 2014]. Eksponentialmodellen vurderes at være en anelse bedre end potensmodellen, og Vejdirektoratet [2015] anbefaler derfor at anvende denne, når den sikkerhedsmæssige effekt af en hastighedsændring skal vurderes. Eksponentialmodellen fremgår af ligning 1.1.Tilhørende konstanter for forskellige typer af ulykker og personskader fremgår af tabel 1.1.

$$Ulykketal_{efter} = Ulykketal_{før} \cdot \frac{e^{\beta \cdot Hastighed_{efter}}}{e^{\beta \cdot Hastighed_{før}}} \tag{1.1}$$

Type	Konstant (β)
Personskadeulykke	0,034
Materielskadeulykke	0,032
Dræbte	0,065
Alvorlige skader	0,061
Lette skader	0,028

Tabel 1.1: Konstanter (β) for eksponentialmodellen. [Elvik, 2014]

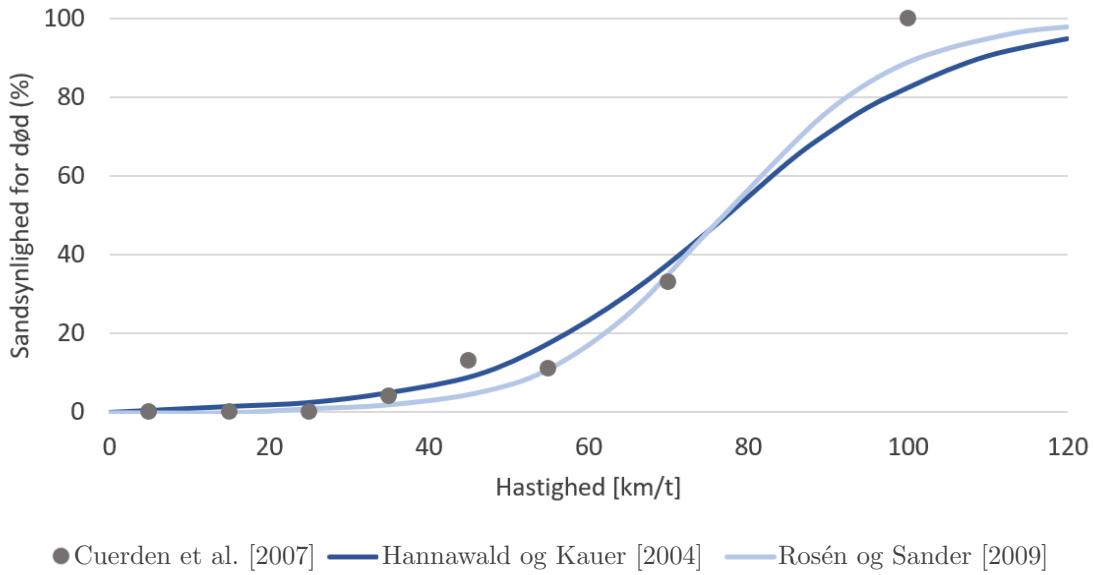
På figur 1.3 er eksponentialmodellen illustreret. Ud fra figuren kan det konkluderes, at selv mindre hastighedsstigninger øger sandsynligheden for en alvorlig trafikulykke væsentlig. Eksempelvis medfører en hastighedsændring fra 50 km/t til 60 km/t 32 % højere risiko for at få lette personskader i en trafikulykke. Tilsvarende er der ved samme hastighedsændring næsten dobbelt så høj risiko for at blive dræbt i en trafikulykke.



Figur 1.3: Eksponentialmodellens sammenhæng mellem øget hastighed og risiko for lette skader, alvorlige skader og dræbte med udgangspunkt i 50 km/t.

Udover eksponentialmodellen findes også en lang række studier, der beskriver sammenhængen mellem billisters hastighed og risikoen for dødsulykker. Figur 1.4 illustrerer re-

sultatet af tre studier, der har undersøgt risikoen for, at en fodgænger bliver dræbt ved forskellige påkørselshastigheder. Resultaterne af de tre studier er entydige og viser alle, at en fodgænger, der bliver påkørt med 60 km/t, har 20 % risiko for at omkomme, mens risikoen stiger til 60 %, hvis hastigheden øges til 80 km/t.



Figur 1.4: Sandsynligheden for dødsulykke mellem fodgænger og personbil som funktion af personbilens hastighed. [Rosén et al., 2010]

Eksponentialmodellen viser tydeligt, hvordan antallet af alvorlige trafikulykker stiger, når hastigheden øges. Ligeledes viser de tre studier, hvordan risikoen for, at en fodgænger bliver dræbt ved påkørsel, øges ekspotentielt med hastigheden. Derfor er det væsentligt for trafiksikkerhedsarbejdet, at bilisterne overholde hastighedsgrænsen. Ifølge Eksler et al. [2009] viser tal fra Danmark, at 61 % af bilisterne kører for hurtigt i byzone.

1.2 Bilisters hastighedsvalg

Der findes flere faktorer, som har betydning for bilisternes hastighedsvalg. På baggrund af disse faktorer foretager bilisterne en individuel vurdering af hvilken hastighed, der er passende. Der findes en lang række studier, som har forsøgt at fastslå disse faktorer samt disses sammenhæng med hinanden og betydning for bilisternes hastighedsvalg. På figur 1.5 ses et sammendrag af de faktorer, som har betydning for bilisternes hastighedsvalg [Andersen et al., 2016; Edquist et al., 2009; Várhelyi, 1996]. Det er en eller flere af disse faktorer, som skal påvirkes, for at ændre bilistens hastighedsvalg.

Figur 1.5: Faktorer der har betydning for bilisternes hastighedsvalg.

Det er i høj grad vejens udformning, der har betydning for bilisternes hastighedsvalg. Ved etablering af vejbump ændres vejens udformning væsentligt. Dermed gøres passage med høj hastighed ubehagelig. Etablering af bump er således et effekt middel til at dæmpe bilisternes hastighed [Lahrmann, 1992; Agerholm et al., 2017].

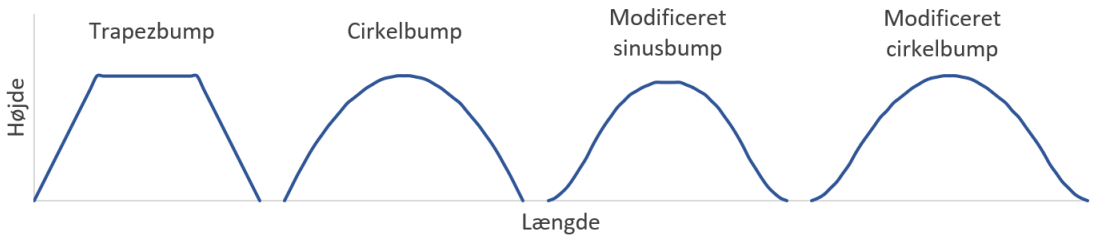
1.3 Vejbumpets udvikling

Med indførelse af færdselslovens §40 i 1976 blev det tilladt at anvende hastighedsdæmpende foranstaltninger til trafiksanering [Kjemtrup, 1988]. Derved fik vejbestyrerne et nyt værktøj til at ændre vejens udformning og dermed sikre, at trafikanterne overholder hastighedsgrænsen. De første fysiske foranstaltninger til hastighedsdæmpning blev introduceret i justitsministeriet betænkning nr. 827 fra 1978. Heri præsenteres forsætninger og indsnævringer som de primære virkemidler, mens bump præsenteres som et sekundært virkemiddel. Vejbump er dog langt mere effektive til at opnå den tilsigtede hastighedsdæmpning og blev derfor hurtigt det mest anvendte virkemiddel. [Lahrmann, 1992; Herrstedt, 2004; Agerholm et al., 2017]

Bump er stadig det mest anvendte virkemiddel til trafiksanering i byzoner, hvor hastighedsgrænsen er 50 km/t eller lavere. Bumpenes popularitet skyldes især den effektive virkning og lave anlægspris [Lahrmann, 1992; Herrstedt, 2004; Vejdirektoratet, 2004; Andersen, 2000]. Alene i region Nordjylland findes cirka 2.300 bump.

I de første år var det især trapezbump, der blev anlagt. I 1980'erne begyndte man i stedet at anvende cirkelbump [Lahrmann og Mathiasen, 1992]. I dag findes 9 forskellige typegodkendte asfaltbump samt et stigende antal præfabrikerede bump. [Vejdirektoratet, 2018]. De mest anvendte er modificerede cirkelbump og modificerede sinusbump. Igennem årene er vejbump blevet beskyldt for at være helbredsskadelige på grund af de ryk/vibrationer, bilisterne udsættes for. Især bus- og lastbilchauffører, der hvert år kører mange kilometer, er i risikozonen for at få skader i ryggen [Branchearbejdsmiljørådet for transport og engros, 2011]. På figur 1.6 er de fire bumptyper, som har været mest anvendt gennem tiden, illustreret. På figuren ses det tydeligt, hvordan overgangen fra vej til bump har udviklet

sig. Trapezbumpet, som var det første bump, har en meget skarp overgang til vejen, mens den bliver mindre ved cirkelbumpet for til sidst at have en helt blød overgang ved modificerede cirkelbump og modificerede sinusbump, som er de mest anvendte i dag. Den bløde overgang fra vej til bump nedsætter ubehaget for de bilister, der ikke kører for hurtigt. Denne udvikling fortsætter stadig. De nyeste typer af bump rammer kun de bilister, der overskrider hastighedsgrænsen. De fungerer ved, at en radar måler køretøjets hastighed, hvis denne overstiger hastighedsgrænsen, vippes en plade ned i vejen, som dermed skaber et bump [Edeva, 2014]. Ved at udstyre for eksempel udrykningskøretøjer med en særlig sender bliver det muligt at holde vejbumpene i neutral position, så køretøjet kan passere bumpet med høj fart. En anden løsning er bump med luft i. Når bilisterne kører over, presses luften ud. Hvis hastigheden er for høj, når luften ikke ud, og den tilbageværende luft vil opleves som et bump. [Arent, 2018]



Figur 1.6: Udformning af trapezbump, cirkelbump, modificeret sinusbump og modificeret cirkelbump.

I forbindelse med anlæg af bump er der tilfælde, hvor vejens beboere klager over øgede støjgener. Undersøgelse viser dog, at det reelle støjniveau mindskes med 1-3 dB ved anlæg af bump [Herrstedt, 2001; Bendtsen og Larsen, 2001].

1.4 Undersøgelser af vejbumps effekt

Der findes en lang række studier af bump, som undersøger, hvilken effekt disse har på bilisternes hastighed og dermed trafiksikkerheden. En stor del af disse studier er udført som før- og efterstudier af en række bump-projekter fra starten af 1990'erne.

1.4.1 Før- og efterstudier

I 1992 startede Nordjyllands Amt forsøg med at etablere bump i gennemfartsbyer. Der blev i årene 1992 og 1994 etableret bump i 13 byer. Bump-projekterne blev lavet på baggrund af et stigende antal henvendelser fra beboere, der syntes, bilisterne kørte for hurtigt. Hastighedsmålinger viste, at kun 1/3 overholdt hastighedsgrænsen, mens 1/3 kørte mere end 10 km/t over den tilladte hastighed. Før og efter etableringen af bumpene blev der foretaget radarmåling. Målingerne viste, at den gennemsnitlige middelhastighed faldt fra 61 km/t til 46 km/t svarende til et fald på 15 km/t. [Jakobsen, 1994; Daugberg, 2000]

I 1989-1992 etablerede Frederiksborg Amt bump på landeveje i 14 gennemfartbyer. Hastighedsmålinger før etableringen af bumpene viste, at kun 20 % af bilisterne overholdt hastighedsgrænsen. Efter etableringen af bump faldt gennemsnitshastigheden mellem 5 og 15 km/t. Alligevel viste hastighedsmålinger, at hastighedsgrænsen stadig blev overskredet i seks af de 14 gennemfartsbyer. [Jensen, 1995]

Ligesom Nordjyllands og Frederiksborg Amt begyndte Fyns Amt at etablere bump i starten af 1990'erne. Der blev etableret bump eller hævede flader i otte gennemfartsbyer. Hastighedsmåling mellem to bump viste, at hastigheden i gennemsnit faldt 6,1 km/t efter etablering af bump. [Andersen, 2004]

1.4.2 Udenlandske studier hvor afstanden mellem bump inkluderes

I undersøgelser, hvor afstanden mellem bump inddrages, findes en tydelig sammenhæng mellem afstand og hastighed.

Et italiensk studie fra 2001 undersøgte effekten af 23 bump. Studiet blev foretaget med lasermåler og viste, at hastighedsgrænsen blev overskredet ved 1/3 af bumpene. Studiet undersøgte også hastighedseffekten som funktion af afstanden til bumpene. Resultaterne viste, at bumpene kun påvirkede bilisternes hastighed i en afstand af 30-60 m før og efter bumpene. [Pau og Angius, 2001]

Et spansk studie fra 2012 ville udvikle en metode til at undersøge og evaluere effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger i gennemfartsbyer ud fra hastighedsprofiler. Studiet blev gennemført ved, at 1.500 bilister blev stoppet en km før bygrænsen, hvor de fik en GPS-enhed med, som de afleverede igen på den anden side af gennemfartsbyen. Studiet fandt en stor sammenhæng mellem afstanden mellem hastighedsdæmpende foranstaltninger og bilisternes hastighed. Undersøgelsen konkludere, at den optimale afstand mellem hastighedsdæmpende foranstaltninger er 110 m. [Moreno og García, 2012]

1.4.3 Danske studier hvor afstanden mellem bump inkluderes

En dansk undersøgelse fra 1993 forsøgte at fastlægge hvilken afstand, der skal være mellem bump, når den ønskede hastighed er henholdvis 40 og 50 km/t. Undersøgelsen blev lavet for at opstille værdier, der kunne indgå i vejreglerne. I projektet indgik 26 strækninger med hastighedsbegrænsning på 40 km/t og 6 strækninger med hastighedsbegrænsning på 50 km/t. Målingerne blev foretaget med radar. Ud fra undersøgelsen blev anbefalingen, at afstanden mellem bump skulle være 85 m ved en hastighedsgrænse på 40 km/t og 150 m ved en hastighedsgrænse på 50 km/t. Anbefalingen for hastighedsgrænsen på 50 km/t var dog forbundet med en vis usikkerhed, da der kun indgik 6 strækninger af denne type i undersøgelsen. [Nielsen, 1994]

I 2011 blev der foretaget et studie af bilisters hastighedsvalg gennem 10 gennemfartsbyer i Nordjylland. Fem af de undersøgte gennemfatsbyer indeholdt bump. Til undersøgelsen anvendtes Floating Car Data (FCD) fra et tidligere forskningsprojekt kaldet *"Spar på Farten"*. Undersøgelsen var baseret på 579 kørte ture. Konklusionen var, at hvis afstanden

mellem bump var mindre end 150 m, overholdt bilisterne hastighedsgrænsen. Endvidere blev det konkluderet, at der kun skete mindre hastighedsoverskridelser på afstande op til 200 m. Resultatet af undersøgelsen var forbundet med usikkerhed grundet begrænset datamængde. [Jørgensen, 2011; Jørgensen et al., 2012, 2013]

Efterfølgende blev studiet foretaget igen ud fra nyt datagrundlag. I den nye undersøgelse anvendtes FCD fra et nyere og større forskningsprojekt kaldet *"ITS platform"*. Hastighedsprofilerne i de to undersøgelser vurderes at være næsten identiske. I undersøgelsen blev det konkluderet, at bilisterne begyndte at sænke hastigheden cirka 54 m før et bump og først var færdige med at accelererer igen cirka 78 m efter bumpet. [Knudsen og Variyeswaran, 2014; Agerholm et al., 2017]

Senest er der foretaget et studie af fem strækninger med bump. I undersøgelsen er der igen anvendt FCD fra ITS Platformen. Bumpene, der analyseres, har en indbyrdes afstand på 66-348 m. I undersøgelsen konkluderes det, at hastigheden mellem bumpene generelt ligger under den tilladte hastighedsgrænse. Afstanden mellem bumpene vurderes derfor at være tilstrækkelig, for at bilisterne overholder hastighedsgrænsen. Da der kun indgår fem strækninger i undersøgelsen foreslås en større undersøgelse af sammenhængen mellem bumpenes indbyrdes afstand og bilisternes hastighed. [Kveladze og Agerholm, 2018]

2. Problemformulering

Redegørelsen i det forrige kapitel understreger vigtigheden af, at bilisterne overholder hastighedsgrænserne.

Vejbumpet er et flittigt anvendt virkemiddel til trafiksanering i Danmark. Tidligere studier fastslår at der opnås en stor hastighedsreducerende effekt ved etablering af bump. Samtidig fremgår det af de tidligere studiers resultat, at der stadig bliver kørt for stærk på mange strækninger på trods af etableringen af bump.

I de studier, hvor afstand mellem bumpene tages i betragtning, findes en tydelig sammenhæng mellem vejbumpenes indbyrdes afstand og bilisternes hastighed.

For at opnå den ønskede effekt af bumpene er det vigtigt, at de placeres med den rigtige indbyrdes afstand. Placeres bumpene med for lang afstand, kører bilisterne for hurtigt mellem bumpene, og den ønskede effekt opnås ikke. Er bumpene placeret med for kort afstand, vil de ekstra bump medføre unødvendig gene for bilisterne samt unødvendig økonomisk udgift for vejbestyrelsen.

Vejdirektoratet [2013] har opsat anbefalede og maksimale afstande mellem bump, disse fremgår af tabel 2.1. I praksis bliver bump dog etableret med afstande, der ligger langt over den anbefalede afstand.

Planlægningshastighed	Anbefalet afstand	Maksimal afstand
50 km/t	150 m	250 m
40 km/t	100 m	150 m
30 km/t	75 m	75 m
10-20 km/t	20 m	50 m

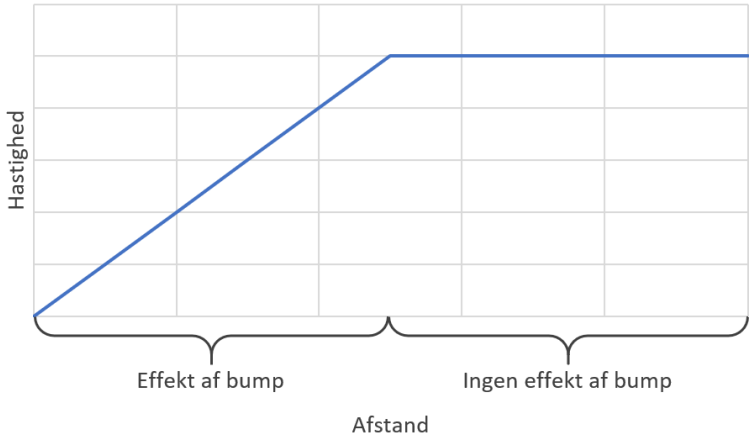
Tabel 2.1: Vejledende sammenhæng mellem planlægningshastighed og indbyrdes afstand mellem fartdæmpere. [Vejdirektoratet, 2013]

Der findes ingen dybdegående studier af sammenhængen mellem den indbyrdes afstanden mellem vejbump og bilisternes hastighed. På baggrund af dette er der udarbejdet følgende problemformulering:

Hvilken effekt har den indbyrdes afstand mellem bump på bilisternes hastighedsvalg.

Projektet tager udgangspunkt i en hypotese om, at bilisternes hastighed i en ukendt

afstand før og efter bump er præget af disses tilstedeværelse. Uden for den ukendte afstand afhænger bilisternes hastighed ikke af bumpets tilstedeværelse men af vejens øvrige egenskaber samt vejens omgivelser. Dette er forsøgt illustreret på figur 2.1.



Figur 2.1: Princippet for den forventede sammenhæng mellem afstanden mellem bump og bilisternes hastighed.

2.1 Afgrænsning

I undersøgelsen tages der udgangspunkt i sammenlignelige bump i region Nordjylland. Sammenligneligheden sikres ved en udpegning af projektlokaliteter, der beskrives nærmere i kapitel 3. Alle bump ligger i byzone, hvor hastighedsgrænsen er 50 km/t.

Der tages ikke højde for bumptype, da denne information ikke er tilgængelig i alle tilfælde. Det vurderes desuden, at mange års overkørsler medfører deformationer, der resulterer i, at bump af samme type alligevel ikke er sammenlignelige. Derfor inddrages hævede flader også som en del af undersøgelsen.

3. Metode

Kapitlet indeholder en beskrivelse af rapportens anvendte metoder samt de overvejelser, der er gjort herom. Metoden litteraturstudie er primært anvendt i kapitel 1, mens de øvrige metoder primært er anvendt i forbindelse med bearbejdning af de resultater, der fremgår af kapitel 5.

3.1 Litteraturstudie

Forud for projektet ligger en systematisk litteratursøgning af relevant litteratur. Litteratursøgningen har været med fokus på effektstudier af bump i særdeleshed studier, hvor den indbyrdes afstand mellem bumpene indgår som en del af undersøgelsen.

Formålet med litteraturstudiet er at afdække og vurdere den nationale og internationale forskningsviden, som allerede findes om vejbump. Dette danner udgangspunkt og sammenlingningsgrundlag for det efterfølgende projektarbejde. Det dybdegående litteraturstudie indgår hovedsageligt i afsnit 1.4, hvor resultatet af lignende relevante undersøgelser gennemgås.

Der er benyttet forskellige databaser, søgemaskiner, søgeteknikker og søgeord til at finde litteratur.

Der er benyttet følgende databaser, artikel arkiver og søgemaskiner:

- TRID – Transportation Research Information
- Google Scholar
- Research Gate
- Elsevier
- Trafik og Veje
- Vejforum
- Trafikdage

Afhængig af søgemaskinen/databasens sprog er der brugt henholdvis danske eller engelske søgeord. De primær søgeord, som er anvendt i forbindelse med litteratursøgningen, er:

Dansk
- Bump
- Vejbump
- Trafiksanering
- Hasitighedsdæmper
- Hastighedsdæmpende foranstaltning

Engelsk
- Bump
- Hump
- Speed hump
- Speed claim
- Speed-calming measures

Af søgeteknikker er der anvendt trunkering samt boolske operatorer. Af boolske operatorer er der primært anvendt "AND" (OG), så der eksempelvis er foretaget søgning på både "Speed-claming" og "Hump". Desuden er der ved søgning i internationale databaser og søgemaskiner anvendt boolsk operatorer i form af "OR" (eller), da der i meget litteratur skelnes mellem bump og hump, hvor bump er mindre vejbump end hump. Trunkering er anvendt for at udvide søgningen, så endelser eller stavemåder ikke begrænser søgningen.

Efter litteratursøgningen er materialet gennemgået, hvor egnetheden i forhold til indeværende projekt er vurderet. I relevant materiale er de anvendte referencer gennemgået, hvoraf flere efterfølgende er benyttet. Til at vurdere egnetheden er der lagt fokus på, hvilket datagrundlag litteraturen bygger på. Desuden vurderes det, hvorvidt trafikforholdene i undersøgelseslandet er sammenlignelige med Danmark i forhold til trafikantadfærd og vejudformning.

3.2 Datagrundlag

For at undersøge projektets problemformulering er det nødvendigt at tilegne tilstrækkeligt hastighedsdata. Der findes en lang række metoder til at indsamle og fastlægge køretøjers hastighed. Overordnet kan disse metoder inddeles i to typer, strækningshastigheder og snithastigheder. Ved strækningshastigheder indsamles der løbende hastighedsdata for det enkelte køretøj. Ved snithastigheder bestemmes hvert køretøjs hastighed i et bestemt snit. Indsamles snithastigheden i flere snit på en vejstrækning, kan de indsamlede observationer sættes sammen til noget, der minder om strækningshasitgher. De indsamlings metoder, der i nærværende projekt er overvejet, fremgår af tabel 3.1.

Snithastighed	Strækningshastighed
Spole	Eftersætningsmetoden
Gummislange	Data from sky (Drone)
Tælleplade	Floating Car Data (FCD)
Radar- og lidarpistol	
Bluetooth detektor	
Automatisk nummerpladegenkendelse (ANPG)	

Tabel 3.1: Metoder til indsamling af hastighedsdata.

Spoler, tælleplader og gummislanger er alle registrerings enheder, der registrerer snithastigheder. Disse skal placeres på selve vejbanen. Især tælleplader og gummislanger er meget synlige på vejen, derfor opdager bilisterne nemt, at deres hastighed registreres. De øvrige

metoder placeres uden for vejbanen, hvor bilisterne ikke så nemt opdager dem.

Spole

Spole er den hidtil mest anvendte metode til indsamling af hastighadsdata til trafikforskning. De består af elektriske ledninger, der fræses ned i asfalten, så de danner en spole, hvorefter der sættes spænding på ledningerne. Når et køretøj passerer spolen, dannes en impuls, som registreres og lagres i spolens tælleapparat, som er placeret i et skab i vejsiden. Anvendes én spole, er det muligt at registrere antallet af køretøjer, mens det ved to spoler også er muligt at beregne køretøjernes hastighed. Spoler er relativt dyre og etableres som permanente tællestationer. [Vejdirektoratet, 2006]

Gummislange

Måling med gummislange foregår ved, at disse placeres på tværs af vejen ovenpå asfalten. Gummislangerne er hule og registrerer køretøjer ud fra den ændringer i lufttryk, der opstår i slangen, når et køretøjet passerer. Registreringerne lagres i en dataenhed, der placeres i vejsiden. Ligsom ved spoler er det muligt at beregne køretøjernes hastighed, hvis der placeres to gummislanger. Registrering med gummislanger er både fleksibel og billig. [Vejdirektoratet, 2006]

Tælleplade

Tælleplade er en to cm tyk plade, som boltes fast på vejen. Tællepladerne er yderst fleksible, da sensor og lagringsenhed er bygget sammen i pladen. Pladen registrerer ændringen i magnetfeltet over pladen, når et køretøj passerer, herudfra kan pladens software bestemme køretøjets hastighed. [Vejdirektoratet, 2006]

Radar- og lidarpistol

Hastighedsmålinger med radar- eller lidarpistoler udføres manuelt, hvilket betyder, at metoden er meget tidskrævende ved store datasæt. Fordi registeringen foretages manuelt, kan det sikres, at der kun registreres køretøjer med fri hastighed. Ved manuel radarmåling skal det sikres, at køretøjerne hastighed ikke underestimeres. Dette sker ofte, da observatøren forveksles med politiets hastighedskontrol og derfor registreres i et advarselssystem som eksempelvis Saphe eller Fartkontrol.nu. Måling med radarpistol er fleksibel, da den er nem at transportere. Den håndholdte måler gør stedfæstelsen af hastighedsmålingerne unøjagtig, da det er svært at bestemme, i hvilken afstand køretøjerne måles. [Vejdirektoratet, 2006]

Bluetooth detektor

Mange biler er udstyret med bluetoothenheder, som hele tiden udsender et bluetooth signal. Bluetoothenhederne kan eksempelvis være mobiltelefoner, navigationsudstyr, bilradio og headset. Disse bluetoothenheders signal kan opfanges med en bluetooth detektor, som placeres i vejsiden. Når en bluetoothenhed er tændt udsendes en unik identifikationsstreng, denne streng opfanges af bluetooth detektoren, som logger identifikationsstrengen og tids-

punktet. Der skal opstilles to eller flere detektorer på en vejstrækning, før det er muligt at beregne bilisternes hastighed. Hastigheden beregnes som gennemsnitshastigheden mellem to detektorer ud fra registreringstidspunkterne. [Lahrmann et al., 2010] Ifølge Lahrmann et al. [2010] har cirka 20 % af alle køretøjer en eller flere tændte bluetoothenheder.

Fordelen ved at anvende bluetooth detektorer er, at der kan indsamles store mængder data uden store omkostninger. En stor ulempe ved metoden er, at det kun er køretøjernes middelhastighed mellem to detektorer, der bestemmes. [Lahrmann et al., 2010] Desuden kan bluetooth detektorerens store antennerækkevidde være et problem. Rækkevidden gør, at detektorerne kan registrere enheder, som ikke kører på den undersøgte strækning. Problemet opstår især i byer, hvor vejnettet er tæt. En anden ulempe ved metoden er, at mange køretøjer har mere end en bluetoothenhed, hvilket betyder, at målingerne er forbundet med en vis usikkerheder. Desuden vil der opstå bias, fordi nye biler formodentlig har større sandsynlighed for at indeholde bluetoothenheder.

Automatisk nummerpladegenkendelse (ANPG)

Metoden med anvendelse af automatisk nummerpladegenkendelse minder meget om metoden med bluetooth detektor. I stedet for en bluetooth detektor opsættes et kamera med ANPG software. Når et køretøj kører forbi kameraet, logges køretøjets nummerplade samt tidspunktet. Hvis der opstilles to eller flere kameraer på en vejstrækning, er det muligt at beregne bilisternes gennemsnitshastighed mellem kameraerne ud fra registreringstidspunkterne. [ATKI, 2019]

Ligsom ved Bluetooth detektorer er det med ANPG muligt at indsamles store mængder data uden store omkostninger, det er dog stadig kun muligt at beregne køretøjernes middelhastighed. Fordi metoden med ANPG kameraer identificerer køretøjerne ud fra deres nummerplade, undgås den usikkerhed og bias, der opstår ved bluetooth detektorer, fordi nye biler sandsynligvis indeholder flere bluetoothenheder end ældre biler. En ulempe ved ANPG kameraer er, at de er vejrfølsomme, hvilket gør det svært at indhente resultater i tåge, sne- og regnvejr samt om natten.

Eftersætningsmetoden

Ved eftersætningsmetoden installeres en On Board Unit (OBU) i eftersættelses køretøjet. Eftersættelses køretøjet eftersætter udvalgte køretøjer på en strækning, hvor eftersættelses køretøjets chauffør så vidt muligt efterligner det efterfulgte køretøjs kørsel. Eftersætningsmetoden kan opdeles i to eftersætningsmetoder: Agerholm et al. [2013]

- Eftersætning med konstant afstand
- Eftersætning med konstant tidsforskydning

Ved eftersætning med konstant afstand foretager eftersættelses køretøjet samme hastighedsmanøvrer på samme tidspunkt som det efterfulgte køretøj. Der vil altså være en kostant afstand mellem det efterfulgte- og eftersættelses køretøjet. Dette medfører, at hastighedsprofilen, som opstilles ud fra disse data, er forskudt med en konstant afstand fra stedet, hvor det efterfulgte køretøj lavede manøvren. Eftersættelse med konstant afstand er umid-

delbart den nemmeste af de to metoder, da chaufføren af eftersættelses køretøjet kun skal koncentrere sig om at holde en konstant afstand til det efterfulgte køretøj. Metoden med konstant afstand er ikke velegnet til veje med hastighedsdæmpende foranstaltninger. Dette skyldes, at begge køretøjet skal accelerere på samme tidspunkt. Typisk vil det efterfulg- te køretøj accelerere efter at have passeret en hastighedsdæmpende foranstaltning, på dette tidpunkt vil eftersættelses køretøjet endnu ikke have passeret den hastighedsdæmpende foranstaltning, men bliver nødt til at accelerere for at opretholde den konstante afstand. [Agerholm et al., 2013]

Ved eftersættelse med konstant tidsforskydning skal begge køretøjet foretage samme manøvrer på samme sted på strækningen. Hastighedsprofilen, som opstilles ud fra disse data, vil være en korrekt gengivelse af det efterfulgte køretøjs hastighedsprofil. Eftersættelse med konstant tidsforskydning er mere krævende for chaufføren af eftersættelses køretøjet, det kræver, at chaufføren har en god tidsfornemmelse og er øvet i metoden. [Agerholm et al., 2013]

Uanset hvilken af de to eftersætningsmetoder som anvendes, medfører metoden en usikkerhed i registreringen af bilisternes hastighed, da registreringen foretages på eftersættelses køretøjet og ikke det efterfulgte køretøj. Desuden er eftersætningsmetoden meget tidskrævende, hvilket begrænser hvor mange køretøjer, der kan eftersættes. Da alle data indsamles af en oplært chauffør, er der mulighed for allerede ved dataindsamling at frasortere de ture, som ikke er egnet til videre databehandling. Ligeledes kan chaufføren notere, om der køres med fri passage eller ej. Af etiske og moralske grunde er eftersætningsmetoden ikke velegnet på strækninger, hvor de efterfulgte køretøjer ikke overholder den tilladte hastighedsgrænse, da det medfører, at chaufføren af eftersættelses køretøjet også overskrider hastighedsgrænsen. [Agerholm et al., 2013]

Data from sky (Drone)

Data from sky er et forholdsvist nyt software til trafikanalyse. Ud fra en video filmet i fugleperspektiv kan programmet tracke alle køretøjer og beregne det enkelte køretøjs hastighed på en bestemt strækning. [Data From Sky, 2019] Programmet giver dermed mulighed for at opstille en detaljeret hastighedsprofil for hvert køretøj. Fordi analysen foretages ud fra en video, er det altid muligt at gense en situation og derved undersøge eventuelle fejlregisteringer. Det er dog en stor ulempe, at videomaterialet skal være optaget i fugleperspektiv, fordi det kræver, at der optages fra toppen af en høj bygning eller fra en drone. Optagelse med drone er forholdsvis dyrt, desuden begrænser anvendelse af drone mængden af data, da de fleste droner kun kan flyve et par timer ad gangen på grund af batteriet.

Floating Car Data (FCD)

Når der tales om FCD, refereres der til anvendelse af data genereret af ét køretøjs bevægelser. Typisk omfatter dette grundlæggende køretøjsdata såsom hastighed, retning samt køretøjets position. [Pfoser, 2017]

FCD indsamles fra smartphones, eller ved at der i køretøjerne installeres en elektronisk mobilenhed kaldet On Board Unit (OBU). Afhængig af udstyret indsamles informationer

om køretøjet med en fast frekvens på én hertz eller lignende. Disse data kan lagres på indsamlingsenheden eller sendes direkte til en server.

Store datasæt bestående af FCD fra flere køretøjer kan anvendes til at undersøge forskellige vejelementer og trafikforhold. [Kveladze og Agerholm, 2018]

En stor udfordring ved at anvende FCD er, at det er meget omfattende og ressourcekrævende at indsamle et tilstrækkeligt datasæt. For at indsamle data kræves, at der installeres en OBU i hvert køretøj, eller at der installeres en dertil udviklet applikation på deltagernes smartphone, som tændes, når deltagerne kører. Det formodes, at nogle virksomheder ejer store datasæt af FCD eksempelvis Google, der har mulighed for at indsamle relevante data, når applikation "Google Maps" anvendes på en smartphone.

3.2.1 Datakilde

I nærværenden projekt vægtes det at foretage et storskala studie. Projektets begrænsede tidsperiode og midler betyder, at det ikke er realistisk at indsamle tilstrækkelig data selv. Universitet har adgang til et stort datasæt af FCD fra et forskningsprojekt kaldet ITS Platform. Dette store datasæt giver mulighed for at udføre det ønskede storskala studie.

Formålet med ITS Platformen var at skabe et godt grundlag for udviklingen af intelligente transportsystemer (ITS). Projektet skulle således være kravlegård for nye ITS løsninger, hvor man i storskala havde mulighed for at teste forskellige hypoteser. [Agerholm et al., 2012]

ITS platformen bestod grundlæggende af to dele, UBO'er og et ITS serversystem [Tøfting et al., 2014; ITS Platform, 2012]. OBU'en indsamlede løbende informationer om køretøjets position, hastighed, acceleration, retning med mere. Med en frekvens på én hertz blev informationerne logget og sendt fra OBU'en til serversystemet, hvor de blev behandlet [Agerholm et al., 2012; ITS Platform, 2012]. Herefter blev relevante informationer sendt tilbage til bilisterne via applikationer [Agerholm et al., 2012; ITS Platform, 2012].

Til projektet blev der udviklet fire forskellige applikationer, som ud fra de indsamlede data skulle hjælpe bilisten. Desuden skulle det testes, om vejmyndighederne kunne anvende oplysningerne til trafikinformation. [Tøfting et al., 2014] De fire applikationer havde til formål at gøre det attraktivt for bilisterne at deltage, samt undersøge hvorvidt 3. parts applikationer kunne anvendes på ITS Platformen [Agerholm et al., 2012]. I dag anvendes dataet i ITS Platformen til trafikundersøgelser.

ITS Platformen havde et budget på 34,7 mio. kr. Den blev lavet af Aalborg Universitet i samarbejde med virksomhederne Inntrasys og GateHouse. Inntrasys udviklede OBU'erne, mens GateHouse drev ITS serversystemet. [ITS Platform, 2012] I Projektet blev der installeret en OBU hos 431 testpersoner, som primært kørte i Nordjylland. OBU'erne blev installeret i perioden maj-september 2012 og var i drift indtil slutningen af december 2014.

I løbet af projektperioden på cirka 2 år kørte de 431 testpersoner cirka 15 mio. km. svarende til mere end 1,3 mia. datalogninger [Tøfting et al., 2014]. ITS Platform er en åben

platform [ITS Platform, 2012].

På ITS platformens server ligger de mere end 1,3 mia. rådata. I tabel 3.2 fremgår og beskrives de datafelter, som anvendes i nærværende projekt. På figur 3.1 ses et udsnit af rådata fra ITS Platformens server.

Datafelt	Beskrivelse
ID	Hver registrering får et id nr.
BoksId	OBU'ens id nr.
LokalDato	Lokal dato
LokalTid	Lokal klokkeslæt
GPSPosUTM	GPS-position i UTM koordinater
Hastighed	Hastigheden i meter pr. sekund

Tabel 3.2: Datafelter fra ITS platformens server som anvendes i projektet.

Id bigint	BoksId bigint	LokalDato date	LokalTid time without time zone	GPSPosUTM geometry	Hastighed real
53961884	43	2012-06-08	15:36:19	0101000020787F0000F2D24DE2A4F920419C...	14.85
53961886	43	2012-06-08	15:36:20	0101000020787F000083C0CAE1B5F92041A0...	14.91
53961888	43	2012-06-08	15:36:21	0101000020787F0000AC1C5AE4C6F92041EE...	15.05
53961890	43	2012-06-08	15:36:22	0101000020787F000010583934D8F920419E...	14.92
53961892	43	2012-06-08	15:36:23	0101000020787F00007B14AE47EAF92041F8...	15.42
53961894	43	2012-06-08	15:36:24	0101000020787F000093180456FCF9204117...	16.02
53961896	43	2012-06-08	15:36:25	0101000020787F0000A4703DCA0EFA2041DB...	16.38
54046712	83	2012-06-09	14:04:37	0101000020787F00008716D94EFBF920414E...	14.75
54046714	83	2012-06-09	14:04:38	0101000020787F00006DE7FBE9EAF920417D...	14.32
54046716	83	2012-06-09	14:04:39	0101000020787F000077BE9FDADAF92041BC...	13.94
54046718	83	2012-06-09	14:04:40	0101000020787F0000AE47E1FACAF920411B...	13.75
54046720	83	2012-06-09	14:04:41	0101000020787F0000DBF97EAABBF9204139...	13.06
54046722	83	2012-06-09	14:04:42	0101000020787F0000CBA14536ADF920411D...	12.69
54046724	83	2012-06-09	14:04:43	0101000020787F0000105839B49EF92041CB...	12.39
54046726	83	2012-06-09	14:04:44	0101000020787F00003BDF4F4D91F92041CB...	11.94

Figur 3.1: Udsnit af data fra ITS Platformen.

3.3 Udpegning af projektlokaliteter

Strækningerne, som indgår i projektet, ligger alle i Region Nordjylland. I undersøgelsen indgår kun strækninger, der indeholder to eller flere bump. Dette er nødvendigt for at inddele strækningerne i segmenter. Med segment menes et vejstykke mellem to bump som illustreret på figur 3.2. Segmenternes længde måles mellem afmærkningen fra det ene bump stopper til afmærkningen af at næste bump starter.

Figur 3.2: Princip for inddeling af strækning i segmenter.

For alle strækninger, der udpeges, er der opstillet følgenden krav for at sikre sammenlignelighed:

- Hastighedsbegrænsningen i dataindsamlingsperioden har været 50 km/t.
- Vejforløbet i segmentet må ikke indeholde hastighedsdæmpende foranstaltninger såsom indsnævring eller bremseheller. Dog tillades heller, hvor det vurderes, at de ikke har indflydelse på bilisternes hastighedsvalg. Dette kan eksempelvis være heller i forbindelse med venstresvingsspor.
- Vejforløbet i segmentet må ikke indeholde vigepligter, hvor den undersøgte trafikstrøm skal vige for anden trafik. Dette kan eksempelvis være vejkryds, rundkørsler eller fodgængerfelter.
- Vejforløbet før og efter segmentet skal være sammenlignelig med segmentets forløb. Hvis vejbelægningen ændres, eller bilisterne har ubetinget vigepligt umiddelbart efter det ene bump, medtages segmentet ikke.
- Vejforløbet i segmentet må ikke indeholde kurver, som vurderes at have betydning for bilisternes hastighedsvalg.

Kravene er opstillet for at sikre, at bilisternes hastighed umiddelbart alene afhænger af afstanden mellem bumpene og ikke vejens forløb eller andre hastighedsdæmpende foranstaltninger. Vurderingen af, hvorvidt en strækning udpeges på trods af kurver eller heller, bygger på en subjektiv vurdering. Den subjektive vurderingen foretages ud fra Google Map's Street View. De segmenter, som har kurve eller indeholder helle, registreres, så det med en statisktisk test kontrolleres, hvorvidt denne vurdering er korrekt.

3.4 Hastighedspåvirkende variabler

Udover faktorerne beskrevet i afsnit 3.3 findes en en lang række faktorer, som kan have betydning for bilisternes hastighedsvalg. Disse faktorer er lokale variable, der ikke kan afgrænses fra, men som har betydning for resultatet. Hvis effekten af disse faktorer ikke inddrages i undersøgelsen, kan de resultere i et misvisende resultat. Ideelt skal alle tænkelige faktorer, der kan påvirke bilisternes hastighedsvalg, indgå i undersøgelsen for at opnå entydige resultater. Det er dog ikke realistisk at inddrage alle variabler, da den tilgængelige data ofte er mangelfuld, og en ny registrering vurderes tidskrævende. I nærværende projekt er der på baggrund af Andersen et al. [2016]; Edquist et al. [2009] og Várhelyi [1996] lagt vægt på at inkludere de faktorer, der vurderes at have størst betydning for blisternes hastighedsvalg. For hvert segment registreres følgende faktorer:

- Vejtype
- Vejsideelementer (cykelsti, fortov og kantbane)
- Vejbredde
- Afstand til randbebyggelse

Vejtypen inddeles i følgende tre kategorier:

- **Vejtype 1 - boligvej:** Kendetegnes ved typisk at ligge i parcelhuskvarter, hvor den primære trafik er vejens beboere.
- **Vejtype 2 - fordelingsvej:** Kendetegnes ved at være bindeled mellem enkelte bysamfund eller kvarterer i større byer. På vejen kan der være få eller ingen overkørsler til boliger, den primære trafik er gennemkørende.
- **Vejtype 3 - gennemfartsvej:** Kendetegnes ved at være bindeled inden for regionen. Det er store veje med meget trafik, hvor den tilladte hastighed som oftest er 80 eller 90 km/t. Vejen går typisk igennem en række landsbyer, hvor hastigheden nedskiltes til 50 km/t. Den primære trafik er gennemkørende.

Segmenternes vejtype bestemmes ud fra en subjektiv vurdering. Et eksempel på hver af de tre vejtyper fremgår af figur 3.3 til 3.5.

Figur 3.3: Vejtype 1 - En typisk boligvej.

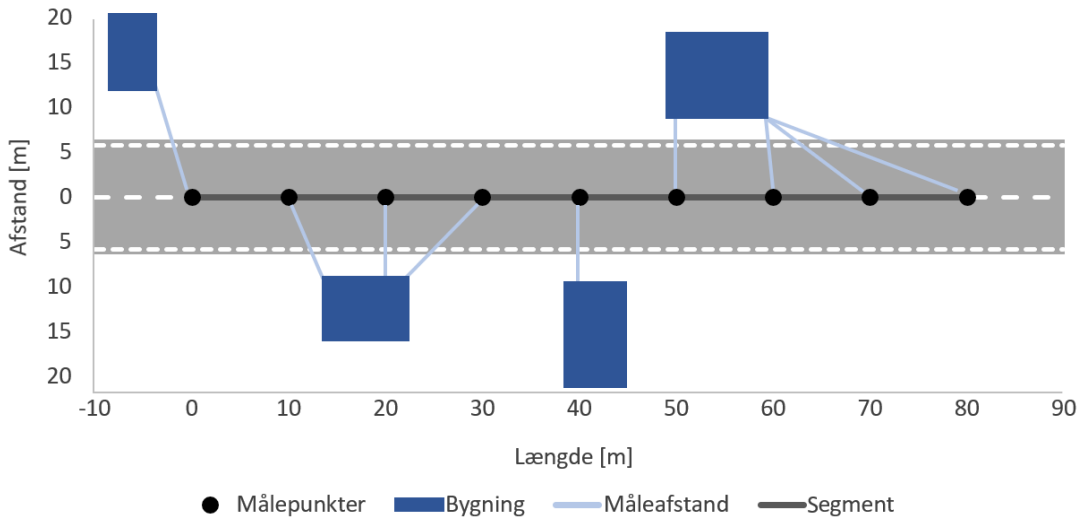
Figur 3.4: Vejtype 2 - En typisk trafikvej.

Figur 3.5: Vejtype 3 - En typisk gennemfartsvej.

For hvert segment registreres hvilke vejsideelementer, der er tilstede. I segmenter, hvor vejsideelementer ikke optræder i hele segmentets længde, registres elementet kun, hvis de optræder på mindst halvdelen af segmentets længde. Ved kantbane skelnes der ikke, hvorvidt det er almindelig kantbane eller cykelbane. Registeringen foretages ud fra granskning af ortofoto.

Vejbredden for de udpegede strækninger er tilgængelig i Vejman.dk. Da det er op til den enkelte vejbestyrer at registrere og vedligeholde disse data, vurderes det, at tilgængelige data i vejman.dk er forbundet med stor usikkerhed. I stedet foretages en manuel registrering af vejbredden ud fra ortofoto. Vejbredden registreres i meter med én decimal eksklusiv kantbane.

For hvert segment findes den gennemsnitlige afstand til randbebyggelse. Afstanden måles fra vejmidte til kanten af nærmeste bygning for hver tiende meter. Rent teknisk anvendes programmet Qgis til at lave et punkt for hver tiende meter langs vejmidten. Herefter beregner programmet afstanden fra hvert punkt til nærmeste bygning, og dermed kan den gennemsnitlige afstand for segmentet beregnes. En skitsering af princippet fremgår af figur 3.6.



Figur 3.6: Skitsering af metode til registrering af afstanden til randbebyggelse.

3.5 Databehandlig

De tilgængelige data i ITS Platformen skal igennem en række databehandlings processer, før de kan anvendes til at besvare problemformuleringen.

3.5.1 Map matching

GPS-modtagere er kendt for at være følsomme overfor det miljø, hvor enheden arbejder. De indhentede GPS-data er derfor forbundet med en vis unøjagtighed. Denne unøjagtighed kan blandt andet skyldes:

- Kørsel gennem tunneller
- Kørsel under broer
- Kørsel mellem høje bygninger eller bakker
- Kørsel mellem eller under høje træer
- kørsel i områder med dårlig GPS dækning.

Før de indsamlede GPS-data kan anvendes, er det nødvendigt at map matche dem. De indsamlede data ligger som punktskyer omkring vejnettet. Placeringen af disse er forbundet med en usikkerhed afhængig af GPS-modtagerns kvalitet og placering. Når dataene map matches, knyttes koordinaterne til en logisk model af den virkelige verden. Det betyder, at der for hver enkelt GPS-logning laves en fortolkning af, hvor den tilhører i modellen.

Nutidens map matching udføres med avancerede algoritmer. Grundlæggende findes der to former for map matching, online og offline. Ved online map matching forgår algoritmeberegningen i realtid, denne type map matching kendes især fra GPS-navigationssystemer. Ved offline map matchingen udføres algoritmeberegningen først, når hele køreturen er afsluttet. Offline map matching er mere præcis end online map matching, da der findes information om enhedens fremtidige bevægelse, som kan medregnes i algoritmen. [Tradisauskas et al., 2007]

ITS Platformen indeholder en stor mængde ubehandlet GPS-data. På figur 3.7 ses et udsnit af de ubehandlede data på en strækning. Her ses det, hvordan punkterne ligger i en sky omkring vejmidten.

Figur 3.7: Tilfældig udsnit af ubehandlet GPS-data.

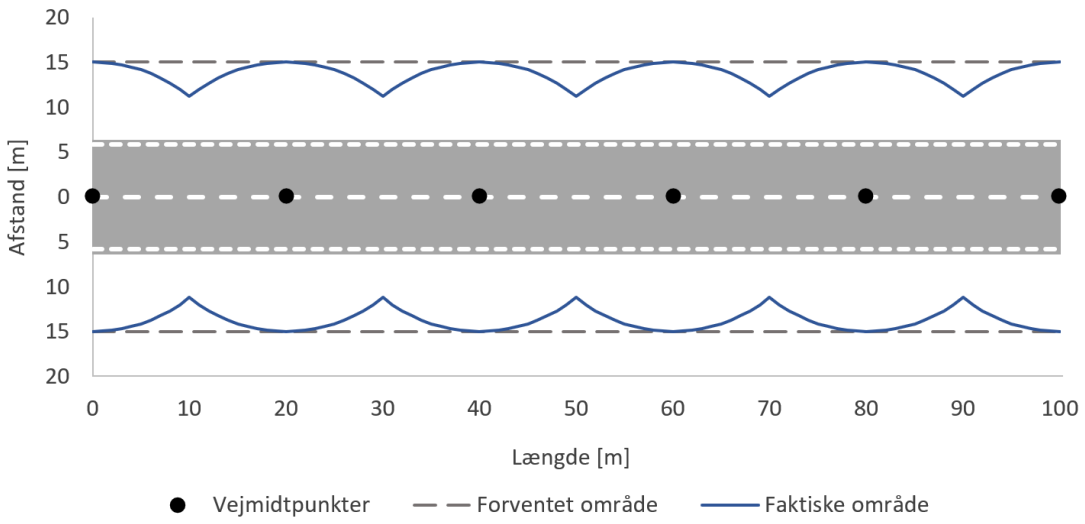
Det vil være muligt at lave avanceret offline map matching af den ubehandlede data, men fordi projektet har til formål at undersøges mange køretøjers kørselsadfærd på mange forholdsvis korte strækninger, vil det kræve omfattende map matching, hvor tidsforbruget ikke tilsvarer udbyttet heraf. I stedet udføres en forsimplet map matching.

I den forsimplede map matching matches de datapunkter, der ligger mindre end 15 m fra vejmidten, til vejmidten. Der er valgt en grænse på 15 m for at sikre flest mulige datapunkter i undersøgelsen, uden at risikere at datapunkter fra parallelt liggende veje kommer med som falsk positive. Rent teknisk laves der en række punkter langs vejmidten,

herefter anvendes programmet Qgis til at beregne hvert af datapunkternes afstand til det nærmeste vejmidtpunkt. De datapunkter, der har en større afstand end 15 m, frasorteres.

Inddelingen med punkter langs vejmidten er anvendt, fordi vejmidtpunkterne med stor præcision kan stedfæste, hvor på vejstrækningen datapunkter tilhører. Dermed anvendes vejmidtpunkterne til at bestemme, hvilket segment det enkelte datapunkt tilhører.

På figur 3.8 ses det forventede map matching område, som ligger 15 m på hver siden af vejmidten. Fordi der anvendes vejmidtpunkter til map matching, vil det faktiske map matching område være en cirkel omkring hvert punkt, som skitseret på figuren.



Figur 3.8: Skitsering af det forventede map matching område og det faktiske map matching område ved 20 m mellem vejmidtpunkterne.

De datapunkter, som er placeret i arealet mellem det forventede område og faktiske område, vil således blive registreret som falske negative og derved ikke indgå i det endelige datasæt, selvom de burde. Arealets størrelse afhænger af den indbyrdes afstand mellem vejmidtpunkterne. På figuren er vejmidtpunkterne skitseret med en indbyrdes afstand på 20 m, hvilket resulterer i, at 8 % af det forventede område registreres som falske negativ og derfor fejlagtigt frasorteres. En kortere afstand mellem vejmidtpunkterne resulterer i færre falske negativer, men kræver til gengæld større beregningskraft som følge af flere vejmidtpunkter. I projektet er det valgt at anvendt en afstand på 1 m. Det betyder, at kun 0,02 % af det forventede område registreres som falsk negativ, hvilket vurderes at være ubetydeligt da det kun drejer sig om ganske få observationer.

3.5.2 Turinddeling

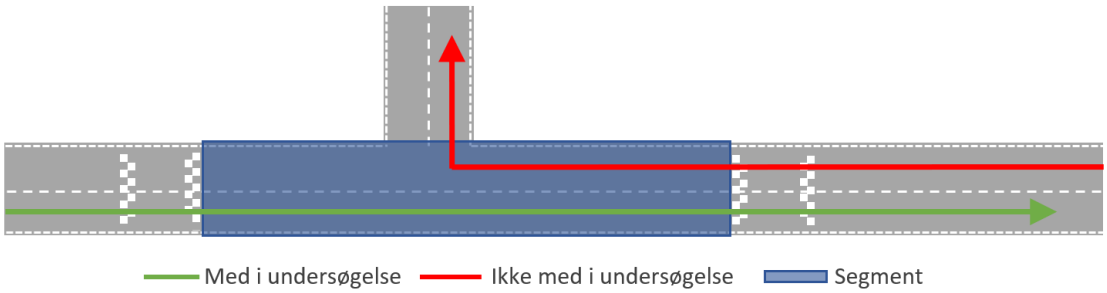
I forbindelse med installation af OBU i de 431 testpersoners køretøjer har hver OBU fået et unikt id (BoksId). Dette id anvendes til at identificere køretøjerne fra hinanden. For at undersøge hvor mange gange hvert køretøj har kørt på en strækning, er det nødvendigt at inddele de map matchende observationer i ture. Der opstilles følgende forudsætninger

for, at datapunkter tilhører samme tur.

- Alle datapunkter skal være lavet af det samme køretøj, altså skal datapunkterne have samme BoksId.
- Der må maksimalt være fem sekunder mellem datapunkterne i en tur, ellers registreres næste datapunkt som en ny tur.

3.5.3 Validering af ture

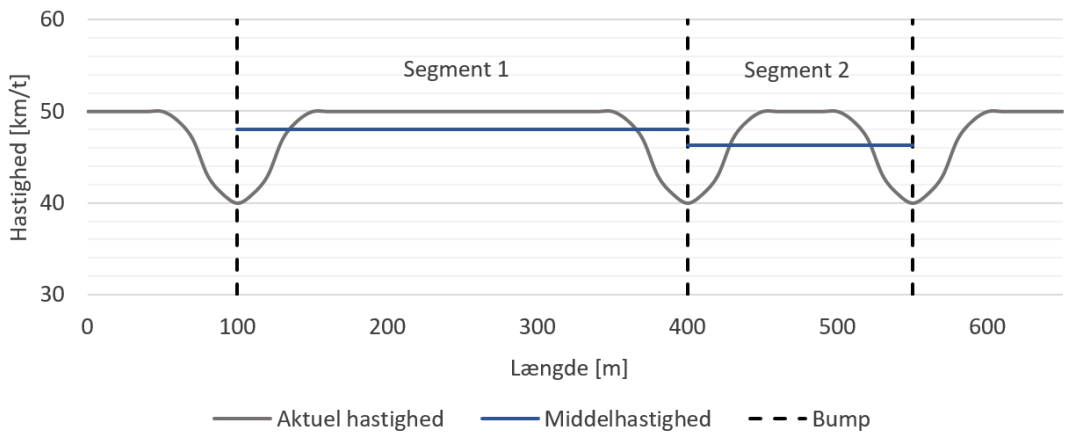
For at sikre at bilisternes hastighedvalg afhænger af segmentets længde og udformning, medtages kun de ture, hvor bilisterne gennemkører hele segmentet. Dette gøres ved at undersøge, om turen har datapunkter på begge sider af segmentet. Hvis en tur ikke har datapunkter før og efter segmentet, skyldes det sandsynligvis, at køretøjet er kørt til eller fra en sidevej eller indkørsel i segmentet. Disse ture er ikke medtaget, da det må antages, at bilisternes hastighedsvalg i dette tilfælde i højere grad afhænger af den svingbevægelse, som foretages i forbindelse med vejskift. På figur 3.9 er der illustreret en tur, som har datapunkter på begge sider af segmentet og derfor medtaget i undersøgelsen, og en tur som ikke er med i undersøgelsen.



Figur 3.9: Illustration af de ture der er med i undersøgelsen og de der ikke er.

3.5.4 Beregningsenhed

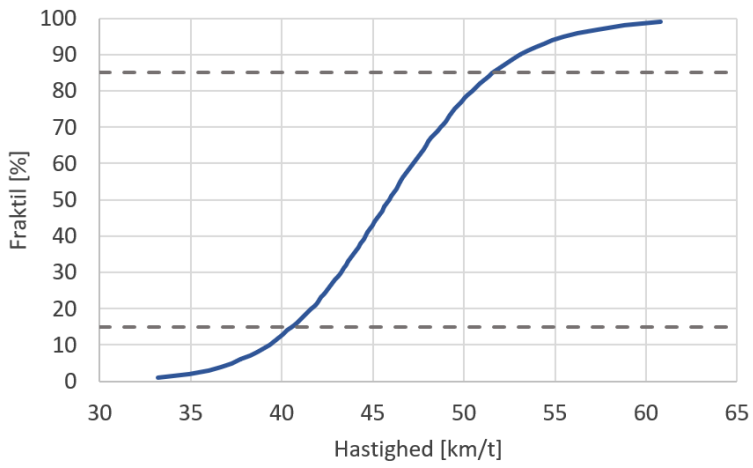
Til evaluering af bilisternes hastighed anvendes deres maksimale hastighed i segmentet. I mange lignende undersøgelser anvendes gennemsnitshastigheden, men fordi segmenterne har forskellige længder, vil gennemsnitshastigheden i segmentet i høj grad afspejle segmentets længde, se figur 3.10. I både segment 1 og 2 når bilisten op på 50 km/t. Acceleration efter bump, og deacceleration før bump er den samme i begge segmenter, men fordi vejstrækningen er længere i segment 1 bliver gennemsnitshastigheden højere, selvom tophastigheden er 50 km/t i begge segmenter.



Figur 3.10: Illustration af et køretøj aktuelle hastighed og middelhastighed i to segmenter med forskellig længde.

Endvidere vurderes det, at middelhastigheden ikke er et hensigtsmæssigt vurderingskriterium til at vurdere, om bilister overholder hastighedsbegrænsningen. Middelhastigheden kan være lavere end hastighedsgrænsen, selvom bilisterne på dele af segmentet kører hurtigere end den tilladte hastighed.

I resultatafsnittet anvendes én hastighedsværdi for hvert segment til at vurdere bilisternes hastighed. Den anvendte værdi er 85 % fraktilen af alle tures maksimale hastighed i segmentet. Denne benævnes fremover 85 % fratil. Dette betyder, at hvis 85 % fraktilen i et segment er under hastighedsbegrænsningen, så vurderes det, at hastighedsbegrænsningen er overholdt. 85 % fraktilen anvendes, fordi cirka 30 % af bilisterne har en adfærd, der adskiller sig væsentligt fra den generelle trafikantadfærd [Rawson, 2015]. Dette skyldes, at cirka 15 % af bilisterne kører væsentligt langsommere end den generelle trafikantadfærd, og at cirka 15 % af bilisterne kører væsentligt hurtigere. Ved at benytte 85 % fraktilen til at vurdere bilisternes hastighed sikres det, at resultaterne er repræsentative for den generelle trafikantadfærd. Dette underbygges også af fraktilkurven fra et tilfældigt segment vist på figur 3.11. Det ses tydeligt, hvordan kurven flader ud før 15 % fraktil og efter 85 % fraktil, hvilket betyder, at spredningen i disse områder er større.



Figur 3.11: Eksempel på fraktilkurve for et af undersøgelsens segmenter.

3.6 Dataets repræsentativitet

De i ITS Platformen tilgængelige FCD er blot et udsnit af den faktiske trafik på strækningerne. Det er vigtigt, at det undersøgte udsnit af hastighedsdata er repræsentativt for den generelle kørsel på strækningerne. Jo flere unikke køretøjer som indgår i undersøgelsen af det enkelte segment, desto mere repræsentativ vil denne være. Hvis grundlaget for en undersøgelse eksempelvis kun baseres på 1-2 unikke køretøjer, kan resultatet i højere grad afspejle adfærden for den enkelte bilist end den generelle adfærd på den undersøgte strækning. Det samlede antal ture på den enkelte strækning har også betydning for undersøgelsens repræsentativitet. Hvis en undersøgelse baseres på få ture, kan resultatet i højere grad afspejle uforklarlige tilfældigheder, som vil få mindre betydning, hvis antallet af ture øges.

For at sikre at undersøgelsen skildrer et repræsentativt udsnit af den reelle trafik, er det afgørende, at de segmenter, der indgår i undersøgelsen, har et tilstrækkelige datagrundlag. Derfor frasorteres de segmenter, hvor det vurderes, at den tilgængelige data ikke er tilstrækkelig. Frasorteringen foretages ud fra en subjektiv vurdering, hvor det bestemmes, at hvert segment som minimum skal indeholde 10 unikke køretøjer og minimum 25 ture. Således frasorteres de segmenter, hvor bilisternes kørestil og uforklarlige tilfældigheder kan have stor påvirkning på resultaterne.

Udover at frasortere de segmenter hvor datamængden ikke er tilstrækkelig, kan det også være nødvendigt at frasortere segmenter, hvor bumpene har meget stor indbyrdes afstand. Det skyldes, at der kun findes få af disse, hvormed spredningen mellem segmenterne vil være stor. Når spredningen i afstanden mellem segmenterne er stor, vurderes datagrundlaget for lille til at konkludere på bilisternes generelle hastighedsvalg ved disse afstande. Konklusionen vil i høj grad afhænge af segmenternes lokale forhold. Ud fra en subjektiv vurdering og granskning af det samlede datasæt med bump frasorteres de segmenter, hvor det vurderes, at spredning i afstand er for stor.

3.7 Statistiske tests

I forbindelse med beregning af statistiske tests antages det, at de indsamlede data er normalfordelt.

Til at undersøge, om to populationer er identiske, anvendes t-test. Rent praktisk undersøger en t-test, om middelværdien for to populationer kan antages at være indentisk. En forudsætning for at anvende t-test er, at populationerne er normalfordelt. Dataene i dette projekt er uparret, der skal derfor anvendes to forskellige typer t-test. Valget af t-test afhænger af, om de to populationer kan antages at have ens varians. Til at undersøge, om to populationers varians kan antages identiske, anvendes f-test.

T-test kan maksimalt håndtere to populationer, derfor anvendes enkeltfaktor ANOVA, når det skal undersøges, om tre populationer er identiske.

For f-test er 0-hypotesen, at de to undersøgte populationer har ens varians. For t-test og ANOVA er 0-hypotesen, at middelværdien af de undersøgte populationer er ens. Hvis testenes p-værdi er større end 0,05, accepteres 0-hypotesen.

Til at undersøge sammenhængen mellem bilisternes hastighed, afstanden mellem bump og de forklarende variable anvendes regressionsanalyse. I en regressionsanalyse undersøges sammenhængen mellem en responsvariabel (y) og en eller flere forklarende variable. Regressionsanalyse anvendes til at bestemme værdien af responsvariablen ud fra de forklarende variable. Analysen giver indsigt i den enkelte forklarende variabels betydning for responsvariablen og signifikansniveauet heraf. Efterfølgende kan der på baggrund af regressionsanalysen opstilles en matematisk funktion for sammenhængen mellem responsvariablen og de forklarende variable.

Til funktionen, der forklarer sammenhængen mellem responsvariablen og de forklarende variable, kan der beregnes et prædiktionsinterval. Prædiktionsintervallet beskriver beliggenheden af en ny observation, altså vil en ny observation med 95 % sandsynlighed være beliggende indenfor prædiktionsintervallet. Prædiktionsintervallet beregnes ved:

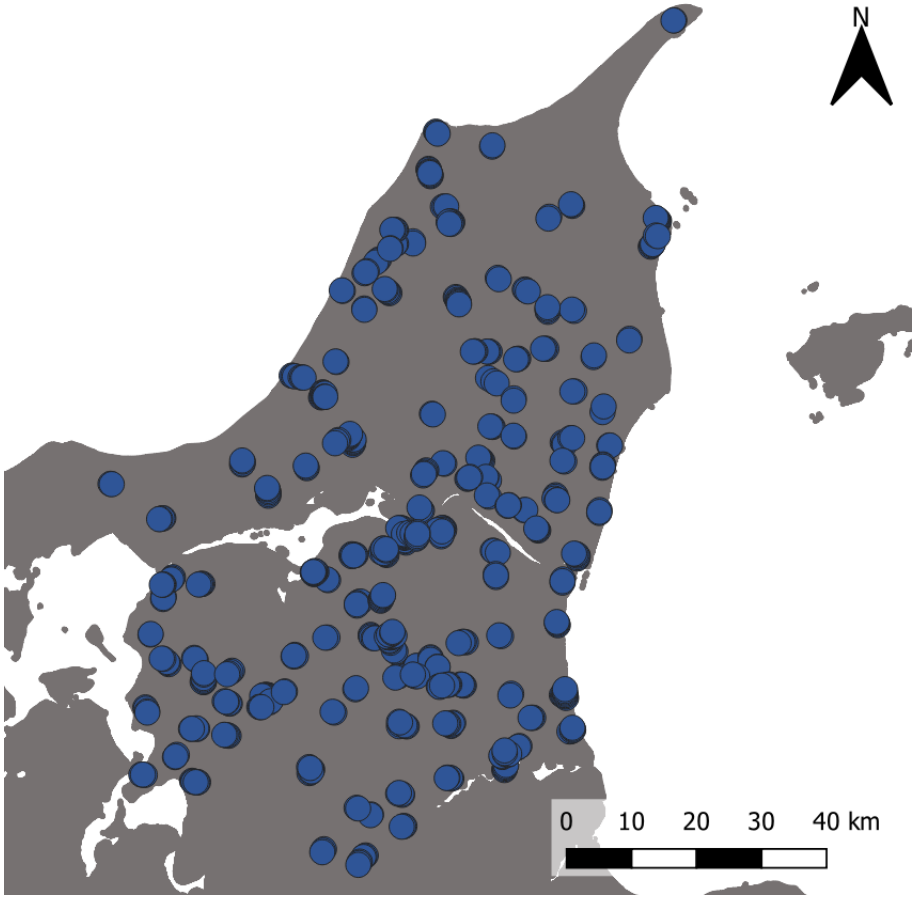
$$\textit{prædiktion}_y = \hat{y} \pm t_{\alpha/2} \cdot SE\sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \overline{x})^2}{SS_{xx}}} \tag{3.1}$$

Hvor:

$\hat{y}$	= Tendenslinjens responsvariabel (y) til x_p ($\hat{y} = a + x \cdot b$)
$t_{\alpha/2}$	= T-fordeling afhængig af sandsynligheden og frihedsgrader
SE	= Standardafvigelsen
n	= Antal observationer
x_p	= X-værdien
$\overline{x}$	= Middel x-værdien
SS_{xx}	= Summen af de kvadrerede afvigelser fra middelværdien

4. Validering af data

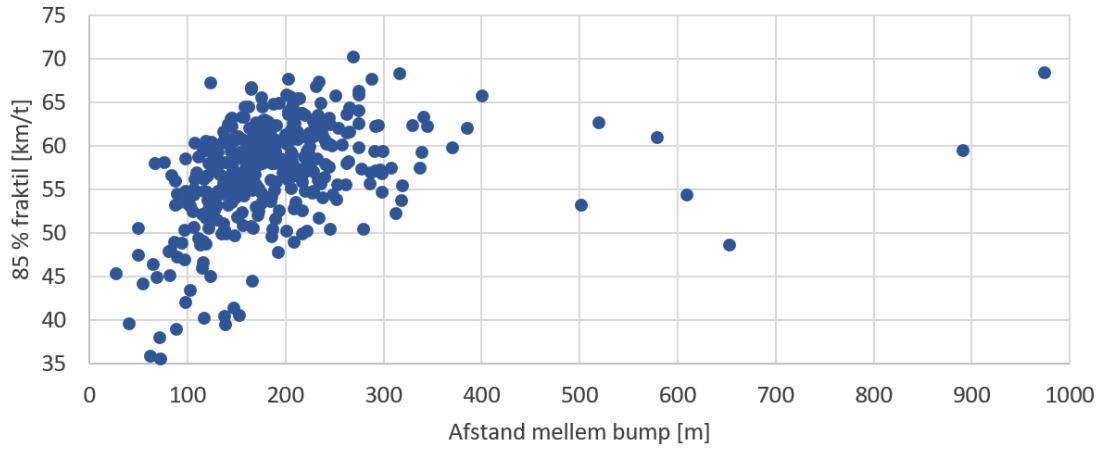
På baggrund af udpegningen af projektlokaliteter er der i indeværende projekt udpeget 178 undersøgelsesstrækninger, der samlet indeholder 570 bump. Strækningerne er placeret i otte kommuner i Region Nordjylland. Placeringerne fremgår af figur 4.1.



Figur 4.1: Placeringen af de bump der er fundet ved udpegningen.

De 178 undersøgelsesstrækninger indeholder i alt 378 segmenter, hvor den mindste afstand mellem bump er 27 m, og den længste afstand er 974 m.

På figur 4.2 ses segmenternes 85 % hastighedsfraktil og afstand mellem bumpene. En detaljeret gennemgang af segmenterne fremgår af appendiks A.



Figur 4.2: Sammenhæng mellem den indbyrdes afstand mellem bump og 85 % fraktilen for hvert segment.

Forud for den endelige resultatbehanding foretages en frasortering og kontrol af de udpegede strækninger jævnfør afsnit 3.3

4.1 Frasortering

Af de 378 segmenter frasorteres 12 segmenter, hvor datamængden vurderes at være utilstrækkelig. Endvidere ses det på figuren, at der er stor spredning i dataene, når afstanden mellem bumpene er større end 400 m. Mellem 400 m og 1.000 m findes kun otte segmenter, hvilket vurderes at være for få til at kunne konkludere på bilisternes generelle hastighedsvalg ved disse afstande. Derfor frasorteres de segmenter, hvor afstanden mellem bump er mere end 400 m.

Efter ovenstående frasorteringer indeholder undersøgelsen 358 segmenter. Karakteristika for data, der indgår i undersøgelsen, fremgår af tabel 4.1.

	Min	Max	Median	Gns	Sum
Unikke køretøjer	11	246	67	71	429
Ture	26	11.168	1.359	1.941	694.815
Afstand [m]	27	385	175	181	

Tabel 4.1: Karakteristika for data som indgår i undersøgelsen.

4.2 Kontrol af udpegningskriterier

Der er ved udpegningen registreret kurve på 212 segmenter samt helle på 16 segmenter. Langt de fleste af disse heller er etableret i forbindelse med venstresvingspor.

T-test viser, at forskellen på den gennemsnitlige 85 % hastighedsfraktil for segmenter med

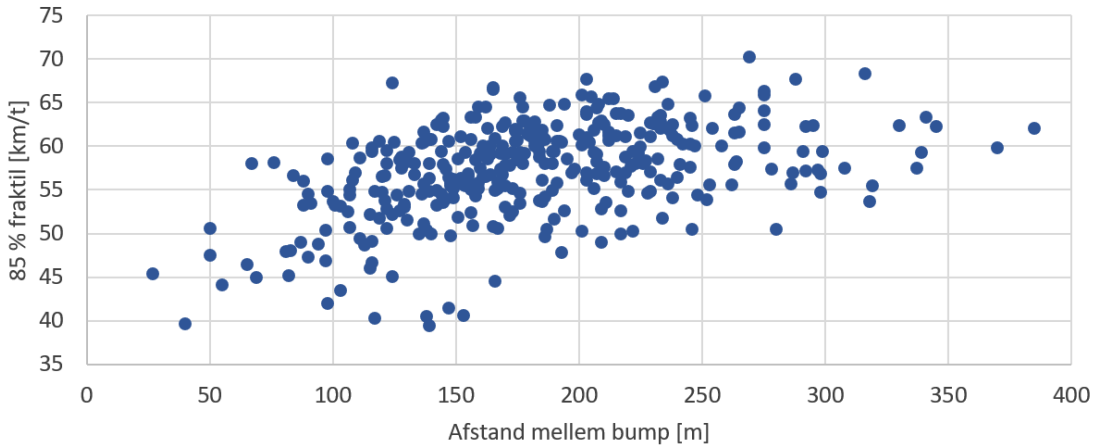
og uden kurver ikke er statistisk signifikant (P>0,05). Det samme gælder for segmenter med og uden helle (P>0,05). Herudfra vurderes det, at de subjektive vurderinger, der er foretaget i udpegningen, er korrekte. De inddragede kurver og heller har altså ikke betydning for bilisternes hastighedsvalg i segmentet. En gennemgang af de statistiske tests fremgår af appendiks B.

5. Resultater

Til at vurdere, hvorvidt bilisterne overholder hastighedsgrænsen, anvendes 85 % fraktilen af hver turs maksimale hastighed i hvert segment. Begrundelsen herfor findes i afsnit 3.5.3. De statistiske beregningsmetoder, der anvendes i dette kapitel, er beskrevet i afsnit 3.7.

5.1 Sammenhæng mellem hastighed og afstand

Sammenhængen mellem 85 % hastighedsfraktilen og afstanden mellem bump for de segmenter, der indgår i undersøgelsen, fremgår af figur 5.1.



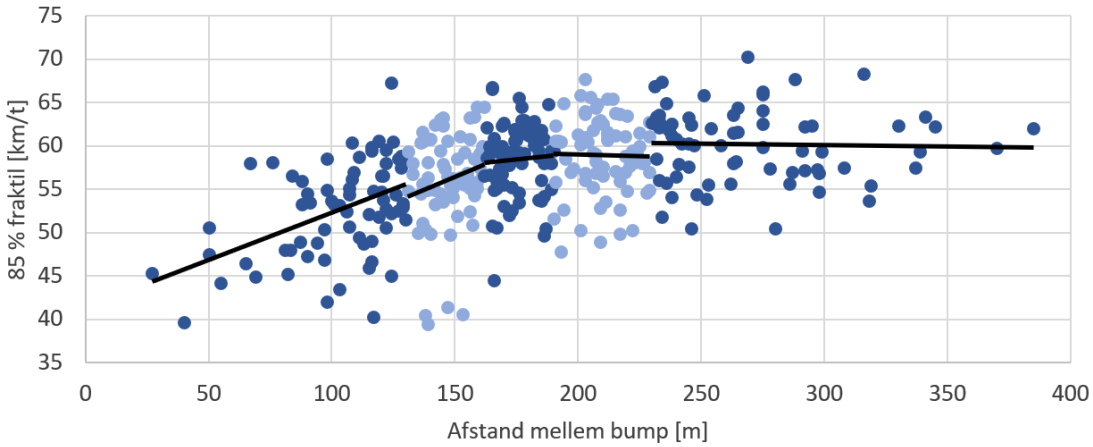
Figur 5.1: Sammenhæng mellem den indbyrdes afstand mellem bump og 85 % fraktilen for hvert segment.

Projektet bygger på en hypotese om, at bilisternes hastighed i en ukendt afstand før og efter bump er præget af disses tilstedeværelse, jævnfør kapitel 2. Hvis den indbyrdes afstand mellem bumpene bliver for stor, vil bilisternes hastighed mellem bumpene ikke være begrænset af disses tilstedeværelse men i stedet afhænge af andre lokale forhold på strækningen.

For at vurdere hvornår bilisternes hastighed ikke længere afhænger af bumpenes tilstedeværelse, analyseres 85 % fraktilen ud fra en tendenslinje. Så længe bilisterens hastighed afhænger af afstanden mellem bumpene, vil hastigheden stige i takt med, der bliver længere mellem bumpene. Når afstanden mellem bumpene er blevet så stor, at bilisternes

hastighed ikke afhænger heraf, vil hældningskofficienten blive nul.

For at analysere datasættet inddeles det i kvintiler efter afstanden mellem bumpene. Ved inddeling i kvintiler inddels dataet i femtedele med 20 % af datasættet i hver. De inddelte kvintiler med tilhørenden lineær tendenslinjer fremgår af figur 5.2.



Figur 5.2: Sammenhæng mellem den indbyrdes afstand mellem bump og 85 % fraktilen for hvert segment inddelt i kvintiler.

For hver kvintil er der foretaget t-test for at undersøge, hvorvidt hældningskofficienten er statistisk forskellig fra 0. I tabel 5.1 findes den lineære tendeslinjes funktion, resultatet af statistisk test samt kvintilens gyldighedsområde.

Kvintil	Funktion	Område [m]	Signifikans
1. kvintil	$f(x) = 0,109x + 41,340$	27-130	$P = 0,000$ Signifikant
2. kvintil	$f(x) = 0,121x + 38,217$	131-162	$P = 0,089$ Tenderende signifikant
3. kvintil	$f(x) = 0,031x + 53,058$	163-190	$P = 0,626$ Ikke signifikant
4. kvintil	$f(x) = -0,009x + 60,798$	191-229	$P = 1,144$ Ikke signifikant
5. kvintil	$f(x) = -0,003x + 61,084$	230-400	$P = 1,190$ Ikke signifikant

Tabel 5.1: Funktion af lineære tendenslinjer med gyldighedsområde.

Første kvintil har en store hældningskofficient på 0,109. Den store hældningskofficienter betyder, at afstanden mellem bumpene påvirker bilisternes hastighed imellem disse. Dette bekræftes yderligere ved den lave p-værdi (P<0,05), som viser, at hældningskofficienten er statisk signifikant forskellig fra 0.

I anden kvintil findes en endnu større hældningskofficient på 0,121. Statiske test viser, at hældningskofficienten er tenderende til statistisk signifikant (P<0,10). Ud fra den store hældningskofficient vurderes det desuden, at der findes en faglig signifikans. Det fastslås dermed, at når den indbyrdes afstand mellem bump er 162 m eller mindre, påvirker det bilisterenes maksimale hastighed i segmentet.

I tredje, fjerde og femte kvintil er hældningskofficienterne tæt på nul. Dette bekræftes yderligere af de gennemførte t-tests, der viser, at hældningiskofficienten ikke er statistisk signifikant (P>0,05).

Dermed ses det, at grænsen for, hvornår bumpene har betydning for bilisternes hastighedsvalg, ligger omkring overgangen mellem anden og tredje kvintil. Denne overgang ligger ved 162 m. Kvintilerne har et gyldighedsområde på cirka 30 m hver.

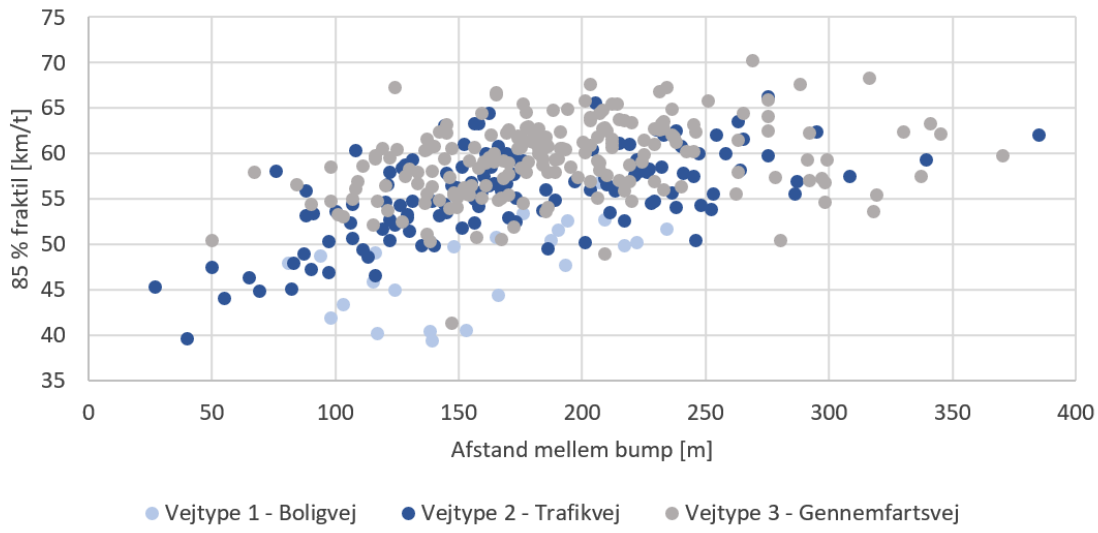
5.2 Hastighedsoverskridelse

Af figur 5.1 fremgår det, at 85 % fraktilen i mange segmenter er væsentlig højere end den tilladte hastighedsgrænse på 50 km/t. Det er derfor ikke kun interessant at undersøge hvor stor en afstand, der skal være mellem bump, for at bilisternes hastighed ikke længere afhænger heraf. Det er også interessant at undersøge, hvor langt der skal være imellem bump, for at bilisterne ikke overskrider hastighedsgrænsen.

Den gennemsnitlige 85 % fraktil i de 358 segmenter er 57,3 km/t, hvilket viser, at bilisterne generelt ikke overholder hastighedsgrænsen på 50 km/t i de undersøgte segmenter. Analyseres de enkelte segmenter individuelt, er det kun i 34 af de 358 segmenter svarende til 9 %, hvor hastighedsgrænsen er overholdt. Undersøges afstanden i de segmenter, hvor hastighedsgrænsen overholdes, har de en gennemsnitlig afstand mellem bumpene på 115 m. De segmenter, hvor hastighedsgrænsen ikke overholdes, har en gennemsnitlig afstand på 188 m.

5.2.1 Hastighedsoverskridelse fordelt på vejtype

I afsnit 3.3 er det beskrevet, hvordan de undersøgte segmenter inddeles i tre vejtyper: boligvej, trafikvej og gennemfartsvej. Segmenterne inddelt efter vejtype fremgår af figur 5.3. Deskriptiv statistik for de tre vejtyper fremgår af tabel 5.2.



Figur 5.3: Sammenhæng mellem den indbyrdes afstand mellem bump og 85 % fraktilen for hvert segment inddelt efter vejtype.

	Boligvej	Trafikvej	Gennemfartsvej	samlet
Antal segmenter	25	129	204	358
Gennemsnitsafstand [m]	157	172	190	181
Overholder hastighedsgrænse				
Antal segmenter	15	17	2	34
Andel [%]	60	13	1	9
Gennemsnitsafstand [m]	133	91	178	115
Overskrider hastighedsgrænse				
Antal segmenter	10	112	202	324
Andel [%]	40	87	99	91
Gennemsnitsafstand [m]	192	184	190	188

Tabel 5.2: Deskriptiv statistik for hver vejtype.

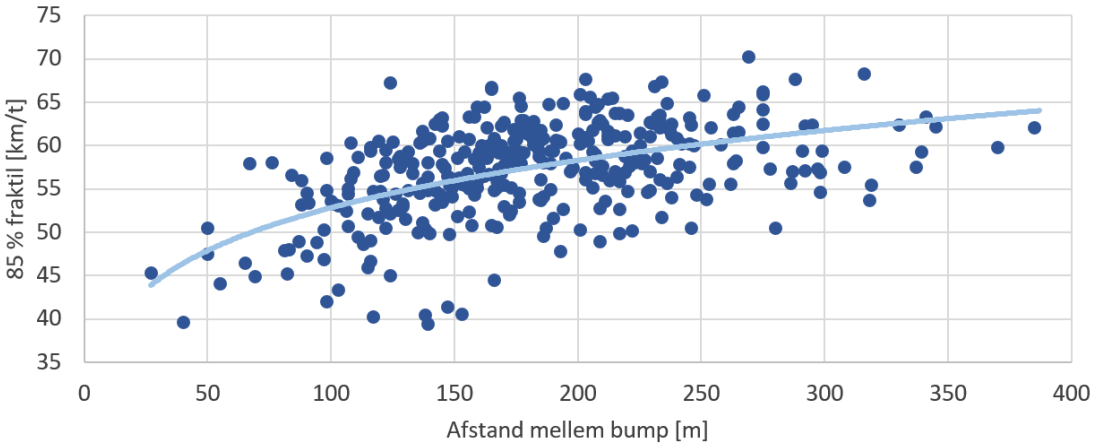
Boligveje er med 25 segmenter vejtypen med færrest segmenter. Hastighedsgrænsen overholdes på 15 segmenter svarende til 60 %, hvormed boligveje er den vejtype, hvor flest overholder hastighedsgrænsen.

Af vejtypen trafikveje findes 129 segmenter, hvor hastighedsgrænsen bliver overholdt på 17 segmenter, svarende til 13 %.

Gennemfartsveje er den vejtype, som indeholder flest segmenter. Der findes 202 segmenter af vejtypen, hvoraf det kun er 2 segmenter svarende til 1 %, hvor den tilladte hastighedsgrænse overholdes.

5.3 Model af sammenhæng mellem hastighed og afstand

For at forstå sammenhængen mellem den indbyrdes afstand mellem bump og bilisternes hastighed opstilles en matematisk forklaring. Modellen opstilles ud fra regressionsanalyse. Til regressionsanalysen anvendes en potensfunktion, da dennes tendenslinje passer dataet bedst ($R^2 = 0,268$). Potenstendenslinjen fremgår af figur 5.4.



Figur 5.4: Sammenhæng mellem den indbyrdes afstand mellem bump og 85 % fraktilen for hvert segment med potenstendenslinje.

Fordi der anvendes potensfunktion, transformeres afstande og 85 % fraktilen til logaritmisk skala. For at opnå en så præcis model som mulig inddrages de hastighedsforklarende variabler.

Vejbredde og afstanden til randbebyggelse er begge kontinuert variable, for at simplificere modellen inddrages de som kategorivariable som alle de øvrige. Transformationen fra kontinuert- til kategorivariable bestemmes ud fra boksplot. Disse fremgår af appendiks C. De opstillede kategorier for vejbredde og afstanden til randbebyggelse fremgår af tabel 5.3 og 5.4.

Kategori	Beskrivelse
Vejbredde 1	vejbredde $<$ 7,0 m
Vejbredde 2	vejbredde $\geq$ 7,0 m

Tabel 5.3: Kategorier for vejbredden.

Kategori	Beskrivelse
Rand 1	afstand $<$ 10 m
Rand 2	afstand $\geq$ 10 m og $<$ 15 m
Rand 3	afstand $\geq$ 15 m

Tabel 5.4: Kategorier for afstanden til randbebyggelse.

Før modellen opstilles, kontrolleres det ved univariate analyser udført som t-test eller ANOVA, at kategorierne af de forklarende variable er statistisk signifikante. Hvis de ikke er statistisk signifikante, vurderes de at være uden betydning for bilisternes hastighed og inddrages derfor ikke i den videre modelopstilling. P-værdien fra de univariate analyser fremgår af tabel 5.5. Beregningen heraf fremgår af appendiks D.

Variabel	Signifikans
Vejtype	P = 0,000 Signifikant
Cykelsti	P = 0,008 Signifikant
Fortov	P = 0,006 Signifikant
Kantbane	P = 0,000 Signifikant
Vejbredde	P = 0,000 Signifikant
Randbebyggelse	P = 0,000 Signifikant

Tabel 5.5: P-værdi fra univariate analyser.

Af de univariate analyser fremgår det, at alle hastighedsforklarende variabler er statistisk signifikant (P<0,05). De inddrages derfor alle i en selections model. Selections modellen laves for at teste, om der er korrelation mellem de forklarende variable. Korrelation betyder, at to variable kan forudsige hinanden, altså er de i en vis udstrækning et resultat af samme fælles årsag. P-værdierne for selections modellen fremgår af tabel 5.6.

Variabel	Signifikans
Vejtype 2 - Trafikvej	P = 0,000 Signifikant
Vejtype 3 - Gennemfartsvej	P = 0,000 Signifikant
Cykelsti	P = 0,586 Ikke signifikant
Fortov	P = 0,554 Ikke signifikant
Kantbane	P = 0,167 Ikke signifikant
Vejbredde	P = 0,135 Ikke signifikant
Rand 2 - $\geq$ 10 og m $<$ 15 m	P = 0,014 Signifikant
Rand 3 - $\geq$ 15 m	P = 0,000 Signifikant

Tabel 5.6: P-værdi fra selections modellen.

Af tabellen fremgår det, at vejbredde og alle vejsideelementer (cykelsti, fortov og kantbane) ikke er statistisk signifikante, selvom de alle er i de univariate analyser. Dette skyldes, at der er korrelation mellem dem og en eller flere af de andre forklarende variabler. Det giver mening, at vejsidelementerne korrelerer med afstanden til randbebyggelse, da tilstedeværelsen af vejsideelementer kræver plads mellem vejmidten og randbebyggelse. Udfra selections modellen er det kun vejtype og afstanden til randbebyggelse, som er statistisk signifikante og derfor inkluderes i den endelige model.

På baggrund af selections modellen opstilles følgenden model for sammenhængen mellem den indbyrdes afstand mellem bump og bilisternes hastighedsvalg. Regressionsanalysen til selections modellen og den endelige model fremgår af appendiks E.

$$85\%fraktil = 25,908 \cdot afstand^{0,118} \cdot \begin{matrix} 1,000 & \textit{HVIS Vejtype 1} \\ 1,137 & \textit{HVIS Vejtype 2} \\ 1,194 & \textit{HVIS Vejtype 3} \end{matrix} \cdot \begin{matrix} 1,000 & \textit{HVIS Rand 1} \\ 1,033 & \textit{HVIS Rand 2} \\ 1,061 & \textit{HVIS Rand 3} \end{matrix} \tag{5.1}$$

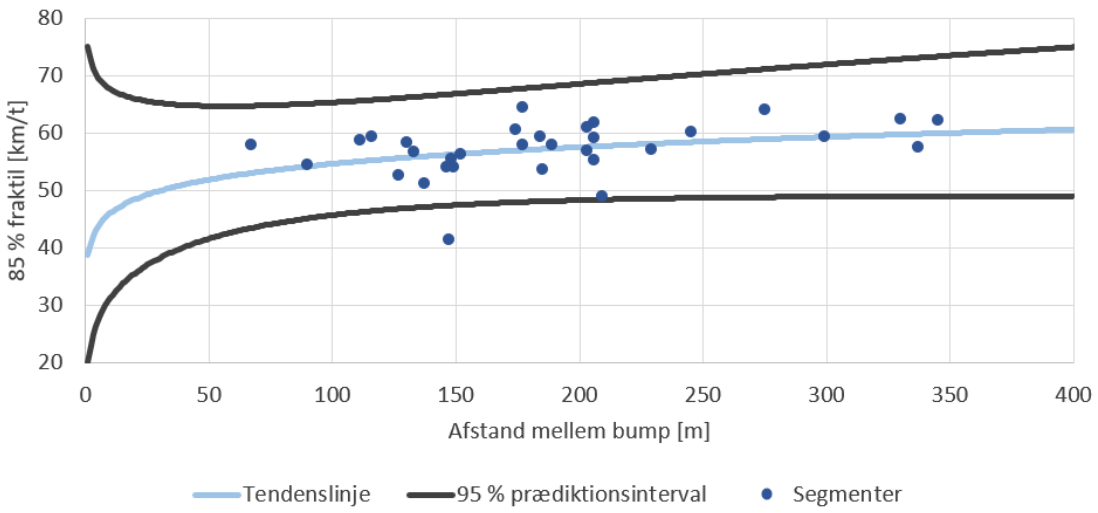
Af regressionsanalysen fremgår det, at modellen har en forklaringsgrad på $R^2 = 0,566$. Modellen har dog den svaghed, at alle vejtyper har sammen hældning på trods af, at tendenslinjen for hver af de tre vejtyper ikke har samme hældningskofficient.

Ud fra de statistisk signifikante variabler i selections modellen kan der opstilles en tabel for, hvor langt der ifølge tendenslinjen kan være mellem bumpene, før bilisterne overskrider hastighedsgrænsen. I tabellen er der taget højde for, at hver vejtype har forskellig hældningskofficient. For at bestemme usikkerheden opstilles der tilhørende prædiktionsintervaller. De beregnede afstande og prædiktionsintervaller fremgår af tabel 5.7.

	Rand 1	**Rand 2**	**Rand 3**
Vejtype 1 - Boligvej	198 59-1075		
Vejtype 2 - Trafikvej	107 49-218	87 29-205	55 10-162
Vejtype 3 - Gennemfartsvej	30 -	24 -102	20 -102

Tabel 5.7: Beregnet afstand mellem bump. Prædiktionsinterval med grå

For boligveje er der beregnet en samlet afstand for alle tre kategorier af randbebyggelse. Dette skyldes, at der kun findes 25 segmenter af boligveje, hvilket vurderes at være for få at inddele i tre kategorier. For gennemfartsveje findes der ikke prædiktionsinterval. Dette skyldes, at funktionen for prædiktionsintervallet ikke skærer y-aksen ved 50 km/t. Et eksempel herpå fremgår af figur 5.5. De resterende prædiktionsintervaller fremgår af appendiks F.



Figur 5.5: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for gennemfartsveje med afstand til randbebyggelse < 10 m.

6. Diskussion

I dette kapitel diskuteres projektets resultat samt problemstillinger, der vurderes relevante.

6.1 Datakilde

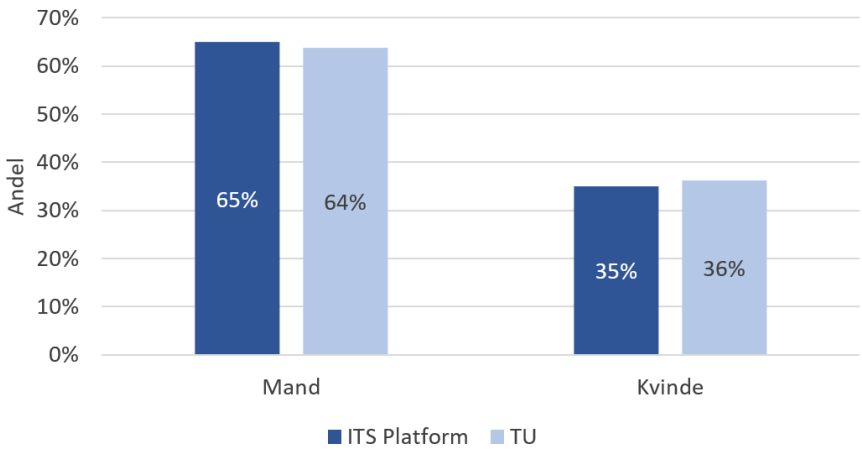
Dataet fra ITS Platformen, som indgår i denne undersøgelse, repræsenterer et udsnit af den reelle trafik. Testpersonernes adfærd og demografi har betydning for, hvorvidt dette udsnit er repræsentativ for den reelle trafik. Demografien for undersøgelsens 429 deltagere fremgår af tabel 6.1. Otte af undersøgelsens køretøjer er registreret til virksomheder, hvorfor køn og alder er ukendt.

Køn	Antal	Andel [%]	min. alder	max alder	Gns. alder
Mand	267	62	19	73	48
Kvinde	154	36	27	65	49
Ukendt	8	2	-	-	-
Total	429	100	19	73	48

Tabel 6.1: Demografi for undersøgelsens deltager. Alderen er beregnet midt i dataindsamlingsperioden (2013).

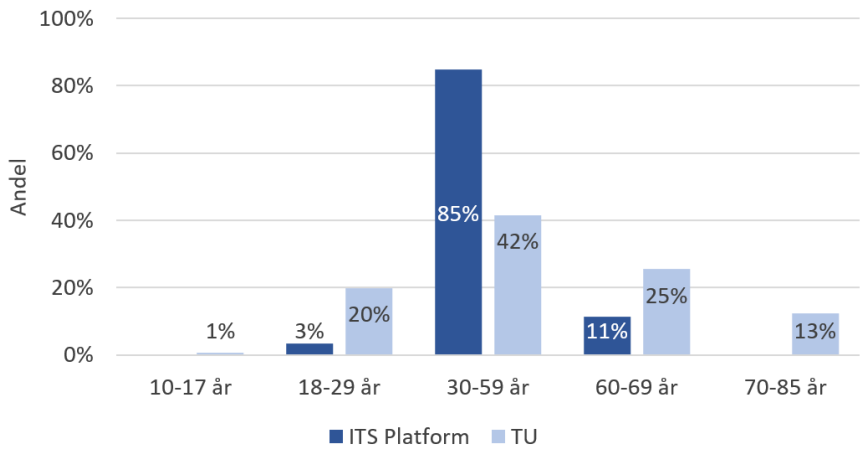
For at vurdere hvorvidt bilisterne er repræsentative sammenlignes deres demografi med data fra Transportvaneundersøgelsen (TU). Transportvaneundersøgelsen tager udgangspunkt i km/pr. person/pr. dag. Det vurderes at indexet af antal observationer, altså hvor mange gange de optræder i undersøgelsen, er sammenlignelig med indexet af km/pr. person/pr. dag.

Af figur 6.1 fremgår fordelingen mellem køn i dataet fra ITS Platformen og Transportvaneundersøgelsen [DTU Transport, 2014b]. Figuren viser, at der kun er en procent forskel i andelen af mænd og kvinder. Det vurderes derfor, at aldersfordelingen i de to undersøgelser er ens.



Figur 6.1: Fordelinge mellem køn. TU-data stammer fra DTU Transport [2014b].

På figur 6.2 ses aldersfordelingen i dataet fra ITS Platformen og Transportvaneundersøgelsen. [DTU Transport, 2014a]. Det fremgår, at aldersgruppen 30-59 år er overrepræsenteret i nærværende projekt i forhold til Transportvaneundersøgelsen. Dette kan skyldes, at applikationerne, der blev udviklet i ITS Platformen, i høj grad henvender sig til bilister i alderen 30-59 år. Desuden er det kun personen, der registerer køretøjet til ITS platformen, hvis alder registreres. Det er derfor sandsynligt, at der på tidspunkter har været anden chauffør i køretøjet. Dette vurderes især sandsynligt for aldersgruppen 30-59, hvor det må formodes, at mange har børn med nyerhvervet kørekort, der låner køretøjet.



Figur 6.2: Aldersfordeling. TU-data stammer fra DTU Transport [2014a].

Ved udvælgelsen af testpersoner til ITS Platformen er der lagt vægt på at udvælge testpersoner med et højt årligt kørselsbehov. Dette skulle sikre, at det var bilister, der ville bidrage med meget data. Desuden findes det sandsynligt, at testpersonerne har haft en forsigtig kørselsadfærd, da personer, som bevidst kører for hurtigt, ikke vil melde sig til et frivilligt forsøg. Studier viser dog, at bilister, der kører meget, har en risikobetonet kørestil, hvilket blandet andet betyder, at de oftere er villige til at overskride hastighedsgrænsen [Agerholm, 2011].

Herudfra vurderes det at testpersonerne, som indgår i undersøgelsen, udgør et repræsentativt udsnit af den generelle trafikantadfærd i Danmark.

6.2 Modellens styrker og svagheder

Ud fra regressionsanalyse er der opstillet en model for sammenhængen mellem den indbyrdes afstand mellem bump og blisternes hastighedsvalg.

I modellen tages der ikke højde for, at tendenslinjerne for de tre vejtyper har forskellig hældning. Alligevel har den opstillede model en forklaringsgrad på $R^2 = 0{,}566$. Fordi der er tale om hastighedsdata, vurderes forklaringsgraden at være tilstrækkelig. Desuden ses det, at de to inddragede hastighedsforklarende variable har stor betydning, da forklaringraden uden disse kun er $R^2 = 0{,}268$.

Forklaringsgraden kan øges yderligere ved at inddrage flere af de forklarende variable, som anvendes til at korrigere for strækningernes lokale forhold. Regressionsanalyse, hvor strækningernes placering inddrages, tyder på, at forklaringsgraden kan øges til $R^2 = 0{,}921$, hvis alle hasitghedsforklarende variable inkluderes. I praksis vil det ikke være realistisk at opnå $R^2 = 0{,}921$, da dette vil kræve, at alle tænkelige variable registres og inddrages.

Ved opstillingen af prædiktionsinterval er der for boligveje opstillet et meget stort interval. Dette skyldes i høj grad de få observationer samt disses store spredning.

For gennemfartsveje er det ikke muligt at opstille et prædiktionsinterval. Dette skyldes, at tendenslinjen for denne vejtype er meget flad. Det vurderes derfor, at der ikke er den store forskel i bumpenes effekt afhængig af den indbyrdes afstand.

6.3 Bumpenes udformning

Resultatet af undersøgelsen viser, at hastighedsgrænsen overskrides i mange segmenter på trods af, at disse er opført efter vejdirektoratets anbefaling på 150 m mellem bumpene. Det bør overvejes, om hastighedsoverskridelsen alene skyldes for stor afstand mellem bumpene, eller om det også skyldes, at bumpene er deformeret, og dermed ikke sænker bilisternes hastighed tilstrækkeligt.

6.4 Sammenligning med lignende undersøgelser

I denne undersøgelse anvendens 85 % fraktilen af alle tures maksimale hastighed i hvert segment til at vurdere, om bilisterne overskrider hastighedsgrænsen. Dette gør, at resultaterne af denne undersøgelse ikke er direkte sammenlignelige med mange andre undersøgelser.

I mange før og efter studier anvendes snithastigheder målt med raderpistol eller strækningshastigheder som et gennemsnit mellem to punkter. I andre undersøgelser med FCD

er der anvendt gennemsnitshastigheder og 85 % fraktil.

Resultaterne fra indeværende undersøgelse viser ligesom mange før- og efterstudier, at der på trods af etablering af bump stadig køres for hurtigt på mange af de undersøgte strækninger.

Nielsen [1994] og Vejdirektoratet [2013] anbefaler, at den indbyrdes afstand mellem bump bør være 150 m på vejstrækninger med hastighedsbegrænsning på 50 km/t. Dette underbygges yderligere af Jørgensen et al. [2013], som konkluderer, at bilisterne overholder hastighedsgrænsen, når afstanden er mindre end 150 m. I projektet af Jørgensen et al. [2013] indgår kun gennemfartsbyer. I indeværende undersøgelse viser resultaterne af deskriptiv statistik og modelopstilling, at bilisterne langt fra overholder hastighedsgrænsen på gennemfartsveje, når den indbyrdes afstand mellem bump er 150 m. I nærværende undersøgelse indgår 51 segmenter af vejtypen gennemfartsvej, hvor afstanden mellem bump er under 150 m. Af de 51 segmenter er der kun et, hvor hastighedsgrænsen ikke overskrides.

I det spanske studie af Moreno og García [2012] konkluderes det, at hastighedsdæmpende foranstaltninger bør etables med en indbyrdes afstand på 110 m. Dette stemmer godt overens med resultatet af den deskriptive statistik i indeværende projekt. Heraf fremgår det, at gennemsnitsafstanden mellem bumpene på de strækninger, hvor bilisterne overholder hastighedsgrænsen, er 115 m.

7. Konklusion

Formålet med indeværende projekt er at undersøge sammenhængen mellem den indbyrdes afstanden mellem vejbump og bilisternes hastighedsvalg. Endvidere har projektets resultater givet andledning til at analysere, hvor langt der skal være mellem bump for at sikre, at bilisterne ikke overskrider hastighedsgrænsen.

En lang række undersøgelser fastslår, at vejbump er et effektivt middel til at sænke bilisternes hastighed. Det er dog kun ganske få af disse undersøgelser, som inddrager afstanden mellem bump som en faktor. Desuden er langt størstedelen af disse undersøgelser udført af vejbestyrelsen som før- og efterstudier for at at eftervise, om den ønskede effekt ved etablering af bump er opnået. Studierne tager derfor kun udgangspunkt i en eller få strækninger, hvormed lokale forhold kan have betydning for resultatet. Der findes ingen storskala undersøgelse af bump.

I projektet indgår hastighedsdata fra knap 700.000 køreture og 358 segmenter, der alle er placeret i Region Nordjylland.

Resultaterne viser, at der findes en sammenhæng mellem den indbyrdes afstand mellem bump og bilisternes hastighedsvalg, når afstanden er mindre end cirka 160 m mellem bumpene. Når afstanden overstiger cirka 160 m, er det antageligt andre lokale forhold som eksempelvis vejtype og afstanden til randbebyggelsen, der har afgørenden betydning for bilisterens hastighedsvalg.

I projektet undersøges det ligeledes, om bilisterne overskrider hastighedsgrænsen. Det kan konkluderes, at der generelt bliver kørt for hurtigt i de 358 undersøgte segmenter. Gennemsnits 85 % fraktilen i de undersøgte segmenter er 57,3 km/t, på trods af den tilladte hastighed er 50 km/t. I 91 % af segmenterne ligger 85 % fraktilen over den tilladte hastighedsgrænse. Gennemsnitsafstanden mellem bumpene i de segmenter, hvor hastigheden overholdes, er 115 m, hvilket vurderes at være en del under Vejdirektoratet [2013] anbefalede afstand på 150 m.

De undersøgte segmenter er inddelt i tre vejtyper, boligvej, trafikvej og gennemfartsvej. Resultaterne viser, at der er betydelig forskel på bilisternes hastighedsvalg på de tre vejtyper. Bilisternes hastighed er lavest på boligvej. Dette skyldes sandsynligvis, at mange af vejens brugere bor på vejen eller på anden måde har tilknytning, hvilket giver morale til ikke at overskride hastighedsgrænsen. Hastigheden på trafikvej og gennemfartsvej ligner hinanden. Hastighedsoverskridelsen er størst på gennemfartsveje, hvor 85 % fraktilen ligger over den tilladte hastighed på 99 % af de undersøgte segmenter.

Ud fra regressionsanalyse er der opstillet en model for sammenhængen mellem den ind-

byrdes afstand mellem bump og bilisternes hastighed. Af de undersøgte hastighedsforklarende variable er det kun vejtype og afstanden til randbebyggelse, som er statistisk signifikante og derfor indgår i modellen. Ud fra modellens koefficienter ses det, at vejtypen er den af de forklarende variable, der har størst betydning for bilisternes hastighedsvalg. Den opstillede model har en forklaringsgrad på $R^2 = 0,566$, hvilket vurderes at være tilstrækkelig.

Udover den opstillede model for sammenhængen mellem den indbyrdes afstand mellem bump og bilisternes hastighedsvalg er der lavet en tilhørende tabel med beregnede afstande for hver vejtype ved 50 km/t. Heraf fremgår det, at den beregnede afstanden mellem bump mindskes, når afstanden til randbebyggelse øges, eller vejtypen stiger. I tabellen er der opstillet tilhørenden prædiktionsintervaller. De manglende prædiktionsintervaller for gennemfartsvej skyldes, at tendenslinjen for denne vejtype er for flad til, at prædiktionsintervallerne skærer y-aksen ved 50 km/t.

Vejdirektoratet [2013] anbefaler, at hastighedsdæmpende foranstaltninger på vejstrækninger med hastighedsbegrænsning på 50 km/t etableres med mellemrum på 150 m. Indeværende projekts deskriptive statistik, model og tilhørenden tabel viser dog, at bilisterne generelt ikke overholder hastighedsgrænsen ved afstanden på 150 m. Det anbefales på baggrund af indeværende undersøgelse, at der ved etablering af bump i høj grad tages højde for vejtypen.

Resultaterne af indeværende undersøgelse viser, at afstande på 150 m mellem bump i mange tilfælde kan være tilstrækkelig på boligveje. På trafikveje og gennemfartsveje viser resultaterne, at den anbefalede afstand på 150 m mellem bump ikke er tilstrækkelig. Det vurderes, at en indbyrdes afstand mellem bump på 90 m vil være passende for trafikveje. På gennemfartsveje viser undersøgelsen, at afstanden mellem bump skal være 20-30 m for at opnå, at bilisterne overholder hastighedsgrænsen. Det er ikke realistisk at etablere bump med så kort afstand. Desuden vurderes det ud fra den lave hældningskofficient på figurene i appendiks F, at den indbyrdes afstand mellem bump på gennemfartsveje ikke har væsentlig betydning for bilisternes hasitghedsvalg. Der bør derfor undersøges andre alternativer, inden der etableres bump på gennemfartsveje.

Bump kan alligevel være et billigt og relativt effektivt middel til at sænke hastigheden på gennemfartsveje. Mange før- og efterstudier viser en tydelig effekt af vejbump. Der kan opnås en stor reduktion i bilisternes hastighed, selvom det ikke er tilstrækkeligt til, at bilisterne overholder hastighedsgrænsen.

Litteraturliste

Agerholm, **2011**. Niels Agerholm. *Speed regulating Effects of Incentive-based Intelligent Speed Adaptation in the short and medium term.* Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet, 2011.

Agerholm et al., **2012**. Niels Agerholm, Svend Tøfting og Harry Lahrmann. *ITS Platform: Ide, innovative løsninger og status.* Til Vejforum, 2012.

Agerholm et al., **2013**. Niels Agerholm, Anne Vingaard Olesen og Morten Jensen. *Adaptive Traffic Control System in a middle-size city.* ITS Europe Congress, 2013.

Agerholm et al., **2017**. Niels Agerholm, Daniel Knudsen og Kajan Variyeswaran. *Speed-calming measures and their Effect on driving speed: Test of a new technique measuring speeds based on GNSS data.* Transportation Research. Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2017.

Andersen et al., **2016**. Camilla Sloth Andersen, Kristian Hegner Reinau og Niels Agerholm. *The Relationship between road characteristics and speed collected from floating car data.* Traffic Safety on Five Continents - Rio de Janeiro, Brazil, Rio de Janeiro, Brasilien, 2016.

Andersen, **2004**. John Schiøler Andersen. *Hævede krydsflader og bump i gennemfartsbyer.* nr. 11. Dansk vejtidsskrift, 2004.

Andersen, **2000**. Troels Andersen. *Trafiksaneringer i Odense kommune.* nr. 12. Dansk vejtidsskrift, 2000.

Arent, **2018**. Torben Arent. *Bløde bump i sigte.* `hhttps://fdm.dk/nyheder/bilist/2018-04-blode-bump-sigte`, 2018. Besøgt: 16-04-2019.

ATKI, **2019**. ATKI. *Midlertidige tællinger.* `https://www.atki.dk/page/38/Undermenu#ANPR`, 2019. Besøgt: 16-05-2019.

Bendtsen og Larsen, **2001**. Hans Bendtsen og Lars Ellebjerg Larsen. *Støjen reduceres ved bump på veje.* nr. 12. Dansk vejtidsskrift, 2001.

Branchearbejdsmiljørådet for transport og engros, **2011**. Branchearbejdsmiljørådet for transport og engros. *Branchevejledning om busser i rutekørsel.* ISBN: 87-70994-45-0. 2011.

Cuerden et al., **2007**. Richard Cuerden, David Richards og Julian Hill. *Pedestrians and their survivability at different impact speeds.* Paper nr. 07-0440. 20th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Lyon, France, 2007.

Data From Sky, **2019**. Data From Sky. *Data From Sky - Speed and acceleration.* `http://datafromsky.com/applications/speed-and-acceleration/`, 2019. Besøgt: 21-01-2019.

Daugberg, **2000**. Pernelle Daugberg. *Bump forbedre trafiksikkerheden i byerne.* nr. 11. Dansk vejtidsskrift, 2000.

DTU Transport, **2014a**. DTU Transport. *Transportvaneundersøgelse: Faktaark om biltrafik i Danmark*, 2014a.

DTU Transport, **2014b**. DTU Transport. *Transportvaneundersøgelse: Transporten fordelt på køn*, 2014b.

Edeva, **2014**. Edeva. *Actibum - For safer traffic*, 2014.

Edquist et al., **2009**. Jessica Edquist, Christina M. Rudin-Brown og Michael Lenne. *Road design factors and their interaction with speed and speed limits.* ISBN: 0732623685. Monash University Accident Research Center, 2009.

Eksler et al., **2009**. Vojtech Eksler, Marco Popolizio og Richard Allsop. *How Far from Zero? - Benchmarking of Road Safety Performance in the Nordic Countries.* ISBN: 9789081467506. European Transport Safety Council, 2009.

Elvik, **2014**. Rune Elvik. *Fart og trafikksikkerhet - nye modeller.* ISBN: 978-82-480-1492-8. Transportøkonomisk institutt, 2014.

Elvik, **2012**. Rune Elvik. *Fartgrenser.* Transportøkonomisk institutt, 2012.

Ertmann, **2018**. Berit Ertmann. *Rapport fra WHO: Hvert 24. sekund bliver en person dræbt i trafikken.* Jyllands Posten, 2018.

Færdselssikkerhedskommissionen, **2013**. Færdselssikkerhedskommissionen. *Færdselssikkerhedskommissionens nationale handlingsplan 2013-2020: Hver ulykke er en for meget - et fælles ansvar.* ISBN: 978-87-996468-0-7. 2013.

Hannawald og Kauer, **2004**. Lars Hannawald og F. Kauer. *Equal Effectiveness Study on Pedestrian Protection.* Technische Universität Dresden, 2004.

Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, **2014**. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker. *Hvorfor sker trafikulykkerne?* ISBN: 978-87-91458-33-0. 2014.

Herrstedt, **2004**. Lene Herrstedt. *Erfaringsopsamling om hastighedsprojekter i danske kommuner.* nr. 1. Dansk vejtidsskrift, 2004.

Herrstedt, **2001**. Lene Herrstedt. *Støj ved vejbump.* nr. 12. Dansk vejtidsskrift, 2001.

ITS Platform, **2012**. ITS Platform. *Om ITS Platform.* `http://www.itsplatform.dk/index.php/da/om-its-platformen.html`, 2012. Besøgt: 05-12-2018.

Jakobsen, **1994**. Peter Risegaard Jakobsen. *Bump i byer.* nr. 1. Dansk vejtidsskrift, 1994.

Jensen, **1995**. Svend Jensen. *Fartdæmpning med cirkelbump i Frederiksborg Amt.* nr. 6-7. Dansk vejtidsskrift, 1995.

Jonassen, **2009**. Niels Jonassen. *Sikkerhedssele.* Den Store Danske, Gyldendal, 2009.

Jørgensen, **2011**. Morten Jørgensen. *Bygennemfarters effekt på privatbilisters hastighedsvalg*, 2011.

Jørgensen et al., **2012**. Morten Jørgensen, Lars Bolet og Niels Agerholm. *Bilisters hastighed på gennemfartsveje i mindre danske byer.* ISSN 1903-1092. Trafikdage på Aalborg Universitet, 2012.

Jørgensen et al., **2013**. Morten Jørgensen, Niels Agerholm, Harry Lahrmann og Bahar Namaki Araghi. *Driving speed on thoroughfares in minor towns in Denmark.* 26th ICTCT Workshop - Maribor University, Maribor, Slovenien, 2013.

Kjemtrup, **1988**. Kenneth Kjemtrup. *Fartdæmpning med bump.* nr. 2. Dansk vejtidsskrift, 1988.

Knudsen og Variyeswaran, **2014**. Daniel Knudsen og Kajan Variyeswaran. *Effekt af hastighedsdæmpende foranstaltninger i mindre byer via floating car data*, 2014.

Kveladze og Agerholm, **2018**. Irma Kveladze og Niels Agerholm. *Visual analysis of speed bumps using floating car dataset.* Journal of Location Based Services, 2018.

Lahrmann, **1992**. Harry Lahrmann. *Trafiksanering/fartdæmpning - hvor står vi?* nr. 6-7. Dansk vejtidsskrift, 1992.

Lahrmann og Mathiasen, **1992**. Harry Lahrmann og Per Mathiasen. *Bumpudformning.* nr. 9. Dansk vejtidsskrift, 1992.

Lahrmann et al., **2010**. Harry Lahrmann, Kristian Skoven Pedersen og Lars Tørholm Christensen. *Bluetooth detektorer som ny cost - effektiv sensor i vejtrafikken.* ISSN 1603-9696. Trafikdage på Aalborg Universitet, 2010.

Moreno og García, **2012**. Ana Moreno og Alfredo García. *Use of speed profile as surrogate measure: Effect of traffic calming devices on crosstown road safety performance.* Accident; analysis and prevention, 2012.

Nielsen og Andersen, **2014**. Katrine Terp Nielsen og Camilla Sloth Andersen. *Skal potensmodellen lægges på hylden?* ISSN 1603-9696. Trafikdage på Aalborg Universitet, 2014.

Nielsen, **1994**. Michael Aakjer Nielsen. *Rigtig afstand mellem bumpene - holder farten nede.* nr. 2. Dansk vejtidsskrift, 1994.

Nilsson, **2014**. Göran Nilsson. *Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety.* ISSN: 1404-272X. Lund Institute of Technology, 2014.

Pau og Angius, **2001**. Massimiliano Pau og Silvano Angius. *Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience.* Accident; analysis and prevention, 2001.

Pfoser, **2017**. Dieter Pfoser. *Floating Car Data.* ISBN 978-3-319-17885-1. Springer International Publishing, 2017.

Rawson, **2015**. Carol T. Rawson. *Procedures for Establishing Speed Zones.* Texas Department of Transportation, 2015.

Rosén og Sander, **2009**. Erik Rosén og Ulrich Sander. *Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed.* 2009.

Rosén et al., **2010**. Erik Rosén, Helena Stigson og Ulrich Sander. *Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed*, 2010.

Siren et al., **2012**. Anu Siren, Claus Hedegaard Sørensen og Iben Vinsteen. *Vejhastighedens politiske historie.* ISBN: 978-87-7327-227-5, Notat 2012:4. DTU Transport, 2012.

Styrelsen for Dataforsyning og Effektiviserings, **2018**. Styrelsen for Dataforsyning og Effektiviserings. *Kortforsyningen.* `https://download.kortforsyningen.dk/`, 2018. Downloadet: 16-11-2018.

Tradisauskas et al., **2007**. Nerius Tradisauskas, Jens Juhl, Harry Lahrmann og Christian S. Jensen. *Map Matching Algorithm for the "Spar på farten" Intelligent Speed Adaptation Project.* ISSN 1903-1092. Trafikdage på Aalborg Universitet, 2007.

Tøfting et al., **2014**. Svend Tøfting, Niels Agerholm, Harry Lahrmann, Brian Jørgensen og Lone Varn Johannsen. *ITS Platformen: Udvikling af intelligent trafik.* nr. 1. Trafik og veje, 2014.

Vejdirektoratet, **2004**. Vejdirektoratet. *Erfaringsopsamling om trafiksanering med hastighedsdæmpning - Vejbump*, 2004.

Vejdirektoratet, **2006**. Vejdirektoratet. *Trafiktællinger - Planlægning, udførelse og efterbehandling*, volume Rapport nr. 315. 2006.

Vejdirektoratet, **2018**. Vejdirektoratet. *Katalog over typegodkendte bump*, 2018.

Vejdirektoratet, **2018**. Vejdirektoratet. *Trafikulykker for året 2017.* ISBN 978-87-93674-02-8. 2018.

Vejdirektoratet, **2013**. Vejdirektoratet. *Håndbog - Fartdæmpere*, 2013.

Vejdirektoratet, **2015**. Vejdirektoratet. *Håndbog - Trafiksikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse.* ISBN: 978-87-93184-69-5. 2015.

Várhelyi, **1996**. András Várhelyi. *Dynamic speed adaptation based on information technology.* ISSN 0346-6256. Univerity of Lund, Department of Traffic Planing and Engineering, 1996.

World Health Organization, **2015**. World Health Organization. *Global status report on road safety 2015*, 2015.

World Health Organization, **2018**. World Health Organization. *Global status report on road safety 2018*, 2018.

A. Oversigt over segmenter

I dette appendiks findes en oversigt over alle segmenter. Strækningerne er navngivet efter hvilken kommune, de er placeret i. En oversigt over kommunerne fremgår af tabel A.1.

Kode	Kommune
100	Frederikshavn Kommune
200	Hjørring Kommune
300	Brønderslev kommune
400	Jammerbugt Kommune
500	Aalborg Kommune
600	Vesthimmerlands Kommune
700	Rebild Kommune
800	Mariagerfjord Kommune

Tabel A.1: Navngivning af strækning efter kommune.

Oversigten over segmenter fremgår af de følgende sider:

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
101	101	119	57,733891 10,584377	Ja	Nej	Trafikvej	Nej	Ja	Nej	6,4	22,3	6	17	41,9	48,7
102	102	119	57,460941 10,526753	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	24,7	23	115	47,0	51,8
102	103	139	57,459985 10,528287	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	22,2	23	114	48,6	54,9
102	104	142	57,458951 10,530050	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	21,7	24	111	48,3	53,2
102	105	124	57,458195 10,531669	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	24,5	22	107	47,3	52,2
102	106	107	57,457515 10,533479	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	22,6	26	132	46,9	54,4
103	107	313	57,436758 10,527662	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,3	7,9	10	103	46,4	52,3
104	108	190	57,422629 10,512934	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,5	11,1	43	495	46,1	51,6
104	109	165	57,423945 10,515046	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,8	8,6	41	486	45,0	50,8
104	110	81	57,424877 10,516537	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,8	10,6	42	495	41,8	48,0
105	111	236	57,340029 10,244270	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	10,9	36	621	49,4	55,7
105	112	221	57,337910 10,244368	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	13,7	37	814	51,5	57,7
105	113	233	57,335810 10,244758	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	18,1	37	424	54,9	62,1
106	114	318	57,336271 10,309364	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	10,7	75	1126	46,1	53,7
107	115	245	57,294084 10,451732	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,0	10,0	23	364	53,1	60,3
108	116	206	57,283851 10,232856	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	9,2	47	278	51,7	59,3
108	117	229	57,283711 10,237311	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	7,8	48	272	50,5	57,0
109	118	248	57,272135 10,359930	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	10,9	26	135	47,2	54,4
201	201	209	57,585721 9,966194	Ja	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Ja	7,2	14,6	22	229	47,1	52,8
201	202	176	57,584078 9,968809	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Ja	7,2	13,5	25	222	47,6	53,5
202	203	193	57,565034 10,109682	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	12,6	50	936	53,3	60,5
203	204	121	57,534338 9,945493	Nej	Ja	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,6	21,5	108	2.211	47,9	53,8
203	205	220	57,532757 9,946172	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,6	15,5	105	2.119	48,9	54,8
203	206	115	57,531007 9,946993	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,6	16,2	104	2.169	47,1	52,2
203	207	152	57,529857 9,947747	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,6	19,1	111	2.843	50,2	56,2
203	208	168	57,528113 9,949123	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,6	20,5	114	3.027	51,1	57,3
203	209	148	57,526827 9,949814	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,2	18,4	118	3.674	50,1	55,8
203	210	136	57,525482 9,949960	Nej	Ja	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,2	12,5	110	2.075	49,4	54,5
204	211	275	57,482674 9,983683	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,8	13,0	82	1.675	57,3	66,3
204	212	222	57,482878 9,986791	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,8	12,3	82	3.787	51,5	59,4
205	213	103	57,482368 10,310125	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,5	14,1	21	577	46,6	53,1
205	214	175	57,481184 10,311675	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,5	12,9	20	560	51,4	58,4
206	215	298	57,464865 10,251895	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,1	10,1	27	746	48,5	54,7
207	216	94	57,461592 9,995906	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,2	9,2	24	767	41,7	48,8
207	217	115	57,461537 9,997793	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,2	8,8	24	229	38,3	46,0
207	218	116	57,461480 9,999865	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,2	8,9	24	880	42,7	49,1
207	219	138	57,461423 10,002123	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,2	9,8	19	814	43,2	50,3
208	220	138	57,460567 9,997288	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,8	7,5	24	112	34,3	40,5
208	221	139	57,460500 9,999650	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,8	8,0	23	143	32,8	39,5
208	222	166	57,460427 10,002249	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,8	14,3	20	113	37,9	44,5
209	223	228	57,458508 9,998619	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,8	26,2	87	5.317	47,1	54,6
210	224	140	57,451294 9,851246	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	16,8	91	791	52,7	60,8
210	225	233	57,451133 9,854799	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	11,2	91	755	53,8	62,8
210	226	145	57,451130 9,858086	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	22,0	90	797	54,3	62,3
211	227	316	57,433790 9,902843	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,4	10,2	20	189	59,7	68,3
212	228	176	57,431525 9,857531	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	5,8	16,2	138	3.797	58,0	65,5
213	229	98	57,425574 9,844204	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	5,8	11,4	137	3.709	52,0	58,6
214	230	330	57,407689 9,808865	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	9,0	138	3.581	55,3	62,4
214	231	269	57,409650 9,812734	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	19,9	141	3.878	61,7	70,2
215	232	214	57,392613 9,779124	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	12,5	167	3.091	58,3	65,5
215	233	174	57,393929 9,781720	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	8,6	160	3.113	53,8	60,6

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
216	234	254	57,382157 10,119423	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,7	13,0	45	836	55,2	62,1
217	235	191	57,365639 10,188600	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,4	10,3	86	1.283	53,1	60,6
217	236	164	57,364727 10,191201	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,4	13,0	88	1.287	52,8	60,0
217	237	170	57,363877 10,193627	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,4	11,8	88	1.282	55,0	62,7
218	238	165	57,369148 9,829907	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,1	18,1	116	2.219	57,7	66,8
218	239	288	57,367667 9,832923	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,1	21,9	117	2.243	58,5	67,7
218	240	194	57,366122 9,835857	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,1	16,3	111	1.541	56,0	64,9
218	241	203	57,364719 9,838520	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,1	8,9	112	1.359	51,7	61,0
219	242	162	57,368176 9,720005	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Ja	6,1	16,1	71	661	55,0	64,5
220	243	159	57,356633 10,010967	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	5,8	22,3	29	907	54,1	64,5
220	244	265	57,354422 10,013162	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,1	11,4	29	365	50,5	64,4
220	245	189	57,352431 10,015144	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,1	8,2	28	594	48,0	58,0
220	246	149	57,350951 10,016513	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	7,1	7,3	25	629	44,7	54,1
220	247	147	57,349713 10,017189	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,1	7,2	21	208	35,9	41,4
220	248	209	57,348182 10,017821	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,1	6,1	20	204	39,4	49,0
221	249	184	57,342189 9,775878	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,1	6,8	82	1.785	51,7	59,4
301	301	203	57,281595 10,053071	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,8	9,4	67	504	50,1	56,9
301	302	146	57,281858 10,056760	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,8	9,2	67	497	48,4	54,0
302	303	167	57,281198 10,089140	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	22,8	57	340	50,4	55,2
302	304	232	57,281120 10,092607	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	25,5	63	505	55,4	63,4
303	305	169	57,269992 10,163449	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,8	26,9	62	368	54,0	62,3
303	306	159	57,270333 10,165857	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,0	16,9	61	424	48,2	55,1
304	307	974	57,242408 10,097264	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,7	14,2	54	871	61,0	68,5
304	308	579	57,238382 10,106995	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,7	8,0	53	885	54,7	60,9
305	309	337	57,224075 10,307101	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,0	10,0	18	43	51,1	57,5
306	310	339	57,214467 10,153983	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	5,8	12,0	18	481	52,9	59,3
307	311	891	57,199512 10,381910	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,8	9,2	31	192	54,0	59,5
308	312	195	57,177552 10,095152	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	13,8	141	3.847	53,3	58,6
308	313	152	57,177121 10,097982	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	9,9	144	3.896	51,1	56,3
309	314	144	57,163926 10,152232	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,8	17,8	51	519	48,2	54,5
310	315	258	57,159504 10,298783	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,0	22,6	70	466	53,2	60,1
311	316	247	57,152902 10,278571	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,3	22,4	52	1.360	53,3	60,0
311	317	155	57,151713 10,280978	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,3	17,2	53	1.411	49,4	55,9
312	318	133	57,148337 10,395882	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	7,2	20,3	82	733	52,0	58,0
313	319	297	57,127973 10,277569	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,8	11,0	26	241	52,3	57,3
314	320	175	57,118620 10,376955	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Ja	5,7	35,9	83	534	53,1	60,7
314	321	217	57,120058 10,377797	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,7	14,7	78	425	49,2	55,9
314	322	108	57,121762 10,378073	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,9	16,5	79	772	48,6	56,2
401	401	149	57,269914 9,702303	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,0	11,3	45	634	50,4	56,2
402	402	238	57,251104 9,590838	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Ja	Nej	6,7	21,3	192	1.793	46,9	54,1
402	403	227	57,250670 9,594791	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Ja	Nej	6,7	15,1	198	2.406	51,9	58,4
403	404	246	57,248891 9,613155	Ja	Ja	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,7	12,2	204	2.373	43,8	50,5
403	405	186	57,248478 9,617481	Nej	Ja	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,7	11,8	204	2.574	42,8	49,6
404	406	100	57,227496 9,668099	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,2	14,4	38	627	47,2	53,6
404	407	107	57,226213 9,671555	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,7	13,4	39	2.751	45,6	50,7
405	408	120	57,221133 9,664216	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	22,7	27	809	49,0	54,7
405	409	167	57,221643 9,666688	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	18,6	29	807	50,3	55,9
405	410	129	57,221788 9,669168	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	13,2	29	732	47,4	53,0
405	411	129	57,221674 9,671424	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	12,3	35	822	46,9	53,3
405	412	65	57,221559 9,673179	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	12,4	37	965	39,5	46,4

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
406	413	184	57,165043 9,731412	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	9,4	40	1.233	47,2	53,8
406	414	151	57,166577 9,732028	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	11,9	37	1.084	45,6	51,9
406	415	170	57,167943 9,733673	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,4	12,4	33	936	47,1	53,0
406	416	176	57,168920 9,734892	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,2	12,1	28	880	51,3	58,6
407	417	229	57,162843 9,737950	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	7,8	102	5.299	49,1	54,9
407	418	159	57,162603 9,741653	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	23,3	121	7.707	49,9	55,8
407	419	127	57,162434 9,743869	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	26,7	109	5.070	51,7	58,5
408	420	401	57,158614 9,700023	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,0	15,2	92	2.345	57,8	65,7
408	421	275	57,160753 9,704056	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,0	20,5	94	2.396	58,2	65,9
409	422	265	57,156150 9,742878	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,2	13,9	85	4.685	54,4	61,6
409	423	122	57,157955 9,743674	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,2	66,3	83	4.191	51,4	58,0
409	424	163	57,159146 9,743873	Nej	Ja	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,2	48,0	83	4.910	51,8	58,6
410	425	184	57,133922 9,461608	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,2	13,3	79	1.267	51,4	60,4
410	426	148	57,129528 9,461322	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,2	8,9	47	756	47,1	55,5
411	427	207	57,125806 9,623190	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,0	11,3	14	26	48,3	56,8
411	428	193	57,124063 9,624456	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,0	9,2	19	1.271	44,0	47,8
412	429	182	57,102812 9,127656	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Ja	6,2	11,2	72	420	54,0	60,6
413	430	172	57,095530 9,524381	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,9	8,8	44	785	49,8	57,8
413	431	238	57,091238 9,526581	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,8	14,9	43	516	54,2	62,5
413	432	240	57,086838 9,526723	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,3	10,3	45	987	54,4	60,8
414	433	148	57,054223 9,250685	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	5,9	38,5	8	20	55,4	61,0
414	434	128	57,055182 9,258694	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,5	14,0	10	24	51,7	57,7
501	501	88	57,195988 9,946173	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,7	6,9	137	939	46,7	53,2
502	502	125	57,134378 10,062437	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,9	12,3	64	1.479	54,1	60,5
502	503	177	57,133447 10,064498	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,9	9,6	64	1.477	52,9	58,0
502	504	207	57,132289 10,067052	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,9	12,6	63	1.495	52,8	58,2
502	506	219	57,130851 10,070352	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,9	12,1	67	1.527	51,6	57,0
503	507	209	57,127466 9,973071	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,2	14,1	111	5.246	51,0	57,3
504	508	236	57,112287 9,921487	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,3	17,7	70	530	56,5	64,9
504	509	180	57,113948 9,923383	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,3	16,0	70	532	54,9	62,2
504	510	237	57,115833 9,925592	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,3	20,2	70	524	54,5	61,8
504	511	220	57,117364 9,927535	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,3	21,9	67	409	56,3	63,5
505	512	156	57,106138 10,033875	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,3	11,1	138	4.104	49,0	55,1
505	513	160	57,106955 10,036210	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,3	20,8	138	2.998	51,5	57,5
505	514	176	57,107820 10,038677	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,3	27,6	138	3.288	53,3	59,3
506	515	106	57,107516 10,080449	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,4	12,8	77	2.659	47,2	52,5
507	516	97	57,103021 10,086816	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,1	7,7	31	147	41,3	46,9
508	517	286	57,077781 10,254315	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,4	8,4	12	50	48,3	55,7
508	518	203	57,080380 10,255899	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,4	6,4	12	64	48,2	56,1
509	519	69	57,074630 10,258269	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	18,3	20	69	37,4	44,9
509	520	40	57,074239 10,259747	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	5,8	20	68	32,7	39,6
510	521	341	57,081505 10,084164	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,9	10,7	78	4061	56,7	63,4
511	522	151	57,056147 10,366073	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Ja	Nej	6,3	19,3	107	1.914	51,9	58,5
511	523	275	57,057849 10,366507	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,4	14,7	77	601	53,1	59,8
512	524	128	57,067865 10,134896	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	5,4	17,4	55	3.006	50,7	58,7
512	525	76	57,068322 10,136537	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Nej	5,4	27,4	58	2.128	50,8	58,1
513	526	187	57,061370 10,176982	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	5,9	10,4	28	139	43,7	50,5
514	527	139	57,035155 10,206319	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,5	16,8	142	4.911	52,9	58,1
514	528	117	57,034206 10,207807	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,5	12,3	137	4.854	49,9	54,8
514	529	160	57,033262 10,209487	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	7,5	14,0	137	4.848	53,4	59,2

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
515	530	253	56,999378 10,302648	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,6	13,1	125	5.370	50,1	55,5
515	531	173	56,998744 10,305840	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,6	7,7	125	5.501	47,1	52,5
516	532	194	56,994044 10,308488	Ja	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,1	18,1	107	1.789	45,7	52,6
516	533	234	56,995685 10,308967	Ja	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,1	10,1	115	2.893	45,2	51,8
517	534	215	57,066038 9,911291	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,9	14,8	154	2.779	54,3	61,2
517	535	121	57,064564 9,913023	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,9	9,3	151	2.694	50,0	56,6
517	536	191	57,063237 9,915118	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,0	8,4	153	2.801	49,2	55,8
518	537	230	57,039087 9,858126	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	17,6	115	2.721	56,2	62,6
518	538	173	57,038924 9,861355	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	16,2	118	2.699	53,4	59,3
518	539	264	57,038538 9,865383	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,3	14,0	120	3.376	52,0	58,2
519	540	124	57,038138 9,966799	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,3	11,6	26	318	40,1	45,0
519	541	103	57,038103 9,968789	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,3	12,0	22	249	38,2	43,4
520	542	153	57,037238 9,968777	Ja	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,0	11,3	16	110	35,2	40,6
521	543	217	57,035889 9,971701	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,1	11,8	19	34	46,0	49,9
522	544	232	57,027892 9,964853	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	14,2	111	2.275	52,2	58,6
522	545	520	57,030574 9,965654	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	15,5	84	1.853	56,1	62,7
522	546	185	57,034286 9,966317	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	12,3	77	1.693	49,9	56,1
523	547	116	57,035499 9,955615	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,3	13,2	102	2.596	40,3	46,7
524	548	189	57,024537 9,901231	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	11,0	15,9	145	2.353	49,4	55,0
524	549	252	57,026822 9,902969	Nej	Ja	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	11,0	17,5	115	1.396	49,3	53,9
524	550	308	57,029195 9,903909	Ja	Ja	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	11,0	14,6	132	2.047	51,9	57,5
524	551	223	57,031232 9,904206	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	11,0	16,8	129	2.058	52,3	58,1
525	552	502	57,031382 9,889341	Ja	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,0	9,4	22	63	46,2	53,2
526	553	122	57,029935 9,869976	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	5,7	10,0	175	4.563	45,3	50,5
526	554	135	57,028726 9,870474	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	5,7	9,1	173	4.931	44,9	50,0
526	555	111	57,027556 9,870934	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	5,7	9,6	176	4.958	44,3	49,4
526	556	83	57,026794 9,871286	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	5,7	8,1	178	4.949	42,7	48,0
526	557	113	57,025831 9,871432	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	5,7	8,6	177	4.925	43,4	48,7
527	558	131	57,021380 9,872850	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,3	13,5	243	9.848	49,1	54,8
527	559	226	57,019810 9,874017	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,3	18,3	245	9.843	52,2	58,0
528	560	97	57,010916 9,816905	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Nej	5,7	10,1	12	2.606	45,6	50,3
528	561	169	57,009098 9,823981	Ja	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Nej	5,7	11,1	22	2.784	51,0	56,8
529	562	137	57,006075 9,813177	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,6	10,0	105	1.093	44,9	51,1
529	563	138	57,006383 9,815330	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,6	12,3	117	1.423	44,8	50,4
529	564	149	57,007566 9,822287	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	7,2	24,1	136	4.927	49,5	55,1
530	565	161	57,004234 9,819042	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,8	33,5	47	2.267	51,9	56,5
530	566	170	57,003536 9,821473	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,8	43,8	48	2.284	53,2	57,8
530	567	189	57,002604 9,823838	Nej	Ja	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,8	35,6	49	2.404	54,3	59,4
531	568	157	57,005665 10,095732	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,1	15,6	102	3.392	45,2	50,9
531	569	653	57,003968 10,104039	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,1	13,6	32	247	43,2	48,7
532	570	140	57,003041 9,738110	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,9	13,2	28	1.165	45,4	49,9
533	571	139	57,001178 9,737928	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,5	16,4	85	816	50,4	56,4
533	572	142	57,001481 9,740509	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,5	11,3	84	771	48,3	54,9
533	573	153	57,002167 9,743222	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,5	14,5	83	782	49,5	55,6
533	574	137	57,002326 9,745752	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,5	20,7	84	907	49,4	55,7
534	575	126	56,980570 9,643579	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	5,8	13,2	94	3.390	47,1	54,4
534	576	155	56,979942 9,645828	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	5,8	16,0	92	2.894	49,9	56,8
535	577	83	56,979531 9,638666	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,1	10,6	4	87	30,4	34,5
536	578	62	56,978390 9,638557	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	5,9	8,0	9	26	27,6	35,9
536	579	72	56,978552 9,639717	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	5,9	8,7	8	28	32,6	38,1
537	580	89	56,977026 9,640116	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,3	9,5	4	22	32,1	39,0
537	581	73	56,977147 9,641519	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	6,3	9,9	6	25	29,6	35,6

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
538	582	229	56,972504 10,101189	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,0	15,3	41	127	54,6	62,7
538	583	219	56,970404 10,101474	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,4	16,8	46	136	51,3	58,8
539	584	212	56,961140 10,269499	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Ja	6,1	18,6	96	1.375	54,0	60,7
539	585	280	56,963235 10,269703	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Ja	6,1	15,4	48	1.125	43,3	50,5
540	586	217	56,968514 9,675144	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	5,7	16,2	88	2.817	56,7	63,7
541	587	142	56,905096 10,253438	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	14,4	69	1.482	54,2	62,5
541	588	168	56,903677 10,254161	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	10,0	88	1.858	51,9	59,2
541	589	188	56,902238 10,254963	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	18,8	74	1.634	56,0	64,8
542	590	295	56,888200 10,109560	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,8	19,5	66	432	54,9	62,4
601	601	203	56,971374 9,280994	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	17,4	95	1.965	55,9	63,6
601	602	201	56,972740 9,282613	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,7	24,0	91	1.499	57,7	65,9
602	603	148	56,963469 9,256949	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	5,7	7,8	12	708	41,8	49,8
603	604	98	56,962039 9,260049	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	5,9	10,0	13	1.174	36,7	42,0
603	605	117	56,963063 9,260089	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	5,9	8,8	15	1.266	34,5	40,3
604	606	233	56,963553 9,350733	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	10,3	193	4.844	50,3	56,1
604	607	166	56,964017 9,353993	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	10,7	194	4.889	49,4	54,9
604	608	170	56,964178 9,356762	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	11,9	192	4.867	49,9	55,5
605	609	165	56,944343 9,259052	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,7	22,9	103	5.010	58,7	66,5
605	610	139	56,945678 9,259517	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Ja	6,7	12,7	103	4.968	53,9	60,8
605	611	184	56,947292 9,259654	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Ja	6,7	14,1	96	4.613	52,1	58,8
606	612	84	56,894886 9,226677	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,5	26,0	29	553	48,1	56,6
607	613	234	56,861025 9,256604	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,2	15,4	30	870	59,1	67,4
607	614	158	56,855589 9,268835	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,0	10,7	31	656	51,9	58,5
607	615	246	56,854584 9,270148	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,0	12,5	30	396	55,1	62,4
608	616	155	56,861339 9,337339	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	13,2	32	436	51,3	56,6
608	617	203	56,860071 9,339228	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	16,6	32	710	55,5	64,0
609	618	240	56,864646 9,591640	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,1	15,7	17	74	46,1	56,4
610	619	124	56,863695 9,587842	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,0	15,1	18	360	58,4	67,3
611	620	251	56,839769 9,421471	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	13,1	98	2.028	57,1	65,8
611	621	370	56,841198 9,425910	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	10,1	96	1.501	53,1	59,8
611	622	299	56,843121 9,430379	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	8,3	102	2.491	53,0	59,4
612	623	203	56,839978 9,360790	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,9	23,4	33	1.718	59,1	67,7
612	624	275	56,835272 9,360033	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	7,6	33	1.566	55,7	64,1
612	625	215	56,832737 9,360104	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	12,2	34	1.567	55,4	63,8
612	626	207	56,830940 9,360433	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	10,1	37	3.006	55,8	64,4
612	627	182	56,829206 9,360692	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,8	17,9	33	2.085	55,0	62,8
613	628	116	56,828899 9,358608	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,0	20,7	38	809	52,1	59,8
614	629	177	56,814317 9,563394	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,4	8,6	16	730	57,1	64,5
615	630	161	56,808895 9,508378	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	9,0	12,7	37	1.109	52,2	60,0
615	631	131	56,809477 9,511395	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	9,0	17,7	36	810	52,5	59,3
615	632	108	56,809763 9,513171	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	9,0	15,5	38	992	53,2	60,4
615	633	158	56,809934 9,515370	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,8	15,1	37	797	55,3	63,4
615	634	144	56,809982 9,517952	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,8	15,7	40	807	55,0	63,1
615	635	166	56,809825 9,520701	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,8	14,3	38	958	52,9	60,9
616	636	152	56,808567 9,525192	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,9	15,9	28	901	53,2	61,1
616	637	156	56,807792 9,527430	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,9	15,8	28	897	54,8	63,3
616	638	205	56,805511 9,530892	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,5	27,4	28	836	57,3	65,6
617	639	212	56,801441 9,414717	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	12,4	41	611	57,2	65,4
617	640	67	56,800852 9,417034	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	7,3	42	603	50,6	58,0
617	641	345	56,799869 9,421058	Ja	Ja	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,3	9,5	51	658	55,0	62,2
617	642	147	56,798785 9,424721	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,3	10,5	55	704	53,0	60,6

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
618	643	204	56,800498 9,526653	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,5	14,9	107	2.723	53,5	60,5
619	644	212	56,792900 9,213800	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,1	13,1	72	623	54,0	61,6
619	645	178	56,791248 9,215199	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,1	10,5	72	862	52,1	59,2
619	646	229	56,789481 9,216658	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,1	12,8	69	476	53,8	61,1
619	647	208	56,787343 9,217580	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,1	11,9	74	553	54,7	62,7
620	648	160	56,793475 9,501331	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,7	17,9	4	11	49,3	60,4
620	649	143	56,793357 9,503937	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,7	15,5	8	23	48,6	58,1
621	650	117	56,763970 9,328890	Ja	Nej	Trafikvej	Nej	Ja	Nej	5,9	36,6	3	31	48,9	56,2
622	651	145	56,764033 9,342346	Ja	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Ja	5,6	21,8	68	980	52,5	57,9
623	652	212	56,755215 9,413036	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	14,0	73	1.427	55,5	61,2
623	653	242	56,754809 9,416804	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	16,9	76	1.487	54,7	60,3
623	654	208	56,754335 9,420809	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	23,5	77	1.509	57,7	64,8
624	655	116	56,725359 9,287689	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	9,6	79	1.037	52,4	59,4
624	656	137	56,726434 9,289268	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	10,5	78	1.005	53,3	60,5
624	657	137	56,727500 9,290830	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	12,2	81	1.314	54,4	61,7
625	658	241	56,700936 9,203900	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	7,9	71	2.742	50,9	57,9
625	659	287	56,700762 9,208092	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	8,0	7,2	67	1.875	50,5	57,0
626	660	145	56,691550 9,330988	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,5	15,8	40	4.881	55,0	63,3
626	661	111	56,690766 9,332902	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,5	9,3	40	4.881	51,3	58,7
627	662	90	56,690086 9,339605	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,7	7,7	36	4.912	47,4	54,5
627	663	133	56,689920 9,341889	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,7	8,7	37	4.884	49,1	56,8
627	664	109	56,690009 9,343666	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,7	12,2	37	4.650	49,6	57,0
701	701	164	56,939754 9,809368	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	7,2	14,5	41	1.878	53,5	59,1
701	702	186	56,941159 9,810103	Ja	Ja	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	7,2	18,6	46	2.466	51,0	58,0
701	703	192	56,942739 9,811555	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	19,8	77	3.504	53,4	60,6
701	704	210	56,944488 9,813333	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	20,4	77	3.495	55,3	62,5
701	705	136	56,945938 9,814617	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	29,6	77	3.509	53,1	60,3
702	706	176	56,937492 9,754426	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,1	11,6	61	399	47,4	54,6
702	707	172	56,937805 9,757063	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,1	13,5	64	974	46,6	52,0
703	708	182	56,933486 9,748503	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	7,7	22,4	103	1.961	53,1	60,1
703	709	185	56,934704 9,748482	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Ja	7,7	8,6	93	1.772	47,8	53,7
704	710	130	56,894659 9,837321	Ja	Ja	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,4	14,0	246	11.168	46,1	51,6
705	711	158	56,891988 9,829844	Ja	Ja	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	9,4	9,0	73	3.262	48,5	54,3
705	712	122	56,892174 9,832834	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	9,4	8,2	73	3.267	46,6	52,8
706	713	222	56,890421 9,840496	Nej	Nej	Boligvej	Ja	Nej	Nej	7,6	9,7	48	889	44,9	50,2
707	714	156	56,888934 9,824588	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,0	19,3	75	1.671	46,1	52,4
707	715	145	56,888221 9,826764	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,0	17,8	75	1.711	47,4	53,5
707	716	87	56,888019 9,828817	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,0	21,8	75	1.803	42,5	49,0
707	717	55	56,887973 9,830139	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,0	17,2	75	1.773	38,2	44,1
707	718	217	56,887895 9,832524	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,0	14,2	76	1.810	46,0	52,6
708	719	88	56,883482 9,830574	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,0	16,4	53	1.440	49,4	56,0
708	720	173	56,881450 9,832289	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	7,0	25,9	46	1.060	49,5	55,2
709	721	185	56,891072 9,782797	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,8	12,1	109	3.300	54,2	61,2
709	722	209	56,889272 9,784054	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,8	14,7	114	3.324	55,7	62,9
710	723	200	56,887098 9,791330	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,7	22,1	65	1.084	54,7	61,3
711	724	319	56,888714 9,671743	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,6	11,5	16	49	49,0	55,4
712	725	609	56,879669 10,009184	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,2	11,0	16	38	48,9	54,4
712	726	167	56,880566 10,016317	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,2	10,3	21	51	45,3	50,6
712	727	298	56,880144 10,020363	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,9	17,5	24	63	49,9	56,9
713	728	275	56,869081 9,842824	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,5	23,2	204	8.728	56,3	62,5
714	729	236	56,857400 9,933163	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	15,7	55	488	54,5	62,1
714	730	101	56,858929 9,933302	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	11,6	56	495	46,1	53,3

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
715	731	90	56,846703 9,893419	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Nej	3,6	14,6	29	2.804	41,0	47,3
715	732	50	56,847642 9,896533	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Ja	3,6	12,8	23	3.599	41,8	47,5
715	733	27	56,848044 9,897074	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Ja	3,6	15,8	19	3.659	39,9	45,3
716	734	50	56,846272 9,950479	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,0	13,2	41	292	43,1	50,5
717	735	82	56,835921 9,887815	Ja	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Nej	7,0	11,0	92	4.735	39,1	45,2
718	736	219	56,833848 9,897137	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,2	12,6	120	1.316	53,5	61,1
719	737	215	56,832873 9,845105	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	21,1	134	2.236	51,2	57,1
719	738	224	56,833977 9,848456	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	12,6	145	1.190	52,2	59,1
719	739	178	56,834542 9,852534	Nej	Ja	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	14,6	148	2.635	54,8	63,0
720	740	179	56,821524 10,009529	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,7	16,0	56	540	54,1	61,5
720	741	162	56,821041 10,012119	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,7	12,2	56	594	52,2	59,6
720	742	156	56,820375 10,014689	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,7	16,5	56	597	53,2	60,8
721	743	163	56,821528 9,975645	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,0	17,5	61	551	54,5	62,1
721	744	144	56,821698 9,978735	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,0	21,6	61	551	53,0	59,4
722	745	130	56,819030 9,953764	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,6	9,5	73	592	51,5	58,3
722	746	98	56,820259 9,959994	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,6	13,5	68	552	48,1	54,9
723	747	186	56,817542 9,743249	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,6	16,6	44	579	46,9	54,2
724	748	292	56,806648 10,133931	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	5,9	18,6	28	964	51,6	57,1
725	749	278	56,785665 9,686231	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,1	11,8	67	764	50,5	57,4
726	750	198	56,709250 9,625397	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	11,4	86	2.135	51,8	57,4
726	751	206	56,707976 9,628087	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	8,7	84	2.006	49,9	55,2
726	752	127	56,706823 9,630673	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	7,1	88	2.198	47,0	52,6
727	753	231	56,702022 9,625965	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	7,9	17,8	16	41	58,1	66,9
727	754	174	56,703383 9,629125	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	7,9	14,7	17	43	54,1	61,9
801	801	263	56,811358 10,270740	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	6,0	14,6	79	1.365	55,3	63,6
801	802	197	56,809281 10,270264	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	16,8	81	1.272	49,6	57,0
801	803	210	56,807729 10,270470	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	15,3	80	5.766	49,2	56,6
801	804	211	56,805628 10,271352	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	12,7	75	5.507	46,3	53,6
801	805	201	56,803639 10,271287	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	8,8	67	3.968	42,3	50,3
801	806	245	56,801265 10,272757	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Ja	5,7	8,3	68	5.284	49,0	57,6
802	807	169	56,804736 10,264147	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,7	17,1	44	2.788	52,0	60,0
802	808	164	56,804359 10,266796	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,7	13,2	44	2.805	48,8	56,7
803	809	154	56,773972 10,184146	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	7,1	11,9	11	695	48,4	55,5
803	810	231	56,773941 10,188086	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,6	16,0	11	842	54,6	62,6
804	811	176	56,770822 9,852747	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Ja	Nej	6,2	12,8	94	2.456	51,9	59,0
805	812	291	56,765826 9,852134	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,6	13,4	47	2.187	51,7	59,4
806	813	201	56,765893 9,866458	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	19,2	75	2.731	53,4	60,2
806	814	128	56,764946 9,869619	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,3	20,5	74	2.110	50,3	57,5
807	815	263	56,768019 9,970212	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,0	12,4	74	740	54,3	61,5
807	816	210	56,767611 9,974554	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	8,0	11,2	76	787	51,2	57,6
808	817	177	56,768318 9,986530	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,4	14,0	73	1.262	55,6	62,9
809	818	107	56,765019 9,982201	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,7	19,7	75	1.592	48,7	55,1
810	819	174	56,754393 10,281772	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,2	10,2	60	4.842	53,1	61,7
810	820	206	56,754908 10,285009	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Ja	Nej	6,2	9,8	58	4.783	52,8	61,8
810	821	170	56,756598 10,289234	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	11,3	55	4.665	51,2	59,0
810	822	180	56,758556 10,288190	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,0	14,0	54	4.572	53,2	61,2
811	823	119	56,732942 10,146690	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,4	25,0	71	5.777	53,4	60,6
811	824	238	56,733767 10,149145	Ja	Ja	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,2	15,6	69	4.551	53,4	61,2
811	825	186	56,734732 10,152344	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,3	13,7	69	4.417	52,8	60,8
812	826	385	56,727725 10,116180	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,2	16,6	12	479	52,9	62,1
812	827	162	56,725019 10,116914	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	6,8	20,4	24	1.245	49,1	56,5

Strækning	Segment id	Afstand [m]	Placering	Sving	Helle	Vejtype	Fortov	Cykelsti	Kantbane	Vejbredde [m]	Rand [m]	Unikke kt	Ture	Gns, [km/t]	85 % fraktil [km/t]
813	828	128	56,724236 10,126575	Nej	Nej	Trafikvej	Nej	Nej	Ja	6,0	14,8	33	2.549	50,1	58,8
814	829	147	56,721771 10,108482	Nej	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,9	9,8	22	2.574	48,5	56,5
814	830	91	56,720790 10,110054	Ja	Nej	Trafikvej	Ja	Nej	Nej	7,9	10,9	22	2.837	46,5	53,4
815	831	185	56,703137 10,115237	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,7	16,3	97	1.600	54,6	61,8
815	832	183	56,704945 10,116033	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,7	10,0	97	1.596	54,6	61,7
815	833	175	56,706663 10,116853	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,7	14,6	97	1.649	55,2	61,9
815	834	225	56,708493 10,118333	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,7	20,9	95	1.639	54,4	61,5
816	835	122	56,692805 9,970513	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	5,7	16,4	55	1.003	53,0	59,5
816	836	191	56,692090 9,980090	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	5,9	13,9	55	816	55,0	62,4
817	837	154	56,672305 9,848052	Nej	Ja	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,6	15,6	69	1.206	52,6	59,3
818	838	146	56,670805 9,856411	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Nej	6,3	15,0	28	346	48,1	57,4
819	839	233	56,652406 9,744271	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,5	18,4	31	2.630	56,8	63,6
820	840	120	56,643007 9,777623	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,1	15,2	28	650	48,5	56,5
821	841	245	56,626427 9,857373	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,3	25,4	85	4.525	56,4	63,3
821	842	161	56,626815 9,860389	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,3	25,0	86	4.502	52,9	59,0
822	843	262	56,593233 9,655924	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	17,7	18	363	47,0	55,6
822	844	263	56,595005 9,657466	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Nej	Nej	6,2	16,1	18	1.071	48,9	58,0
823	845	190	56,585500 9,759385	Ja	Nej	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	5,8	25,1	143	4.371	53,1	59,4
823	846	225	56,586512 9,762487	Nej	Ja	Gennemfartsvej	Nej	Ja	Nej	6,5	14,7	142	5.915	53,2	60,0
824	847	292	56,575267 9,746207	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,1	10,8	137	3.925	55,3	62,3
824	848	207	56,577500 9,748122	Nej	Nej	Gennemfartsvej	Ja	Nej	Ja	6,1	17,7	137	3.935	52,9	59,0

B. Kontrol af udpegningskriterier

I dette appendiks gennemgås de statistiske t-test, der foretages for at undersøge, om den subjektive vurdering af heller og kurver har været korrekt.

Det undersøges, om der er statistisk signifikant forskel i 85 % fraktilen i de segmenter, der er udpeget med kurver eller heller og de øvrige segmenter.

Kurver

	Uden	Med
Middelværdi	56,948	57,835
Varians	34,429	22,409
Observationer	212	146
fg	211	145
F	1,536	
P(F≤f) en-halet	0,003	
F-kritisk en-halet	1,291	

Tabel B.1: F-test - Dobbelt stikprøve for varians.

	Uden	Med
Middelværdi	56,948	57,835
Varians	34,429	22,409
Observationer	212	146
H_0 forskel	0	
fg	347	
T-stat	-1,4	
P(F≤f) en-halet	0,008	
t-kritisk en-halet	1,649	
P(F≤f) to-halet	0,162	
t-kritisk to-halet	1,967	

Tabel B.2: T-test - To stikprøver med forskellig varians.

F-testen har p-værdi $< 0{,}05$, derfor forkastes 0-hypotesen. De to populationer har forskellig varians. T-testen har p-værdi $> 0{,}05$, derfor accepteres 0-hypotesen. Der er ikke signifikant forskel på de to populationer.

Heller

	Uden	Med
Middelværdi	57,295	56,711
Varians	30,201	17,570
Observationer	342	16
fg	341	15
F	1,719	
P(F≤f) en-halet	0,111	
F-kritisk en-halet	2,083	

Tabel B.3: F-test - Dobbelt stikprøve for varians.

	Uden	Med
Middelværdi	57,295	56,711
Varians	30,201	17,570
Observationer	342	16
Puljevarians	29,669	
H_0 forskel	0	
fg	356	
T-stat	0,419	
P(F≤f) en-halet	0,338	
t-kritisk en-halet	1,649	
P(F≤f) to-halet	0,675	
t-kritisk to-halet	1,967	

Tabel B.4: T-test - To stikprøver med ens varians.

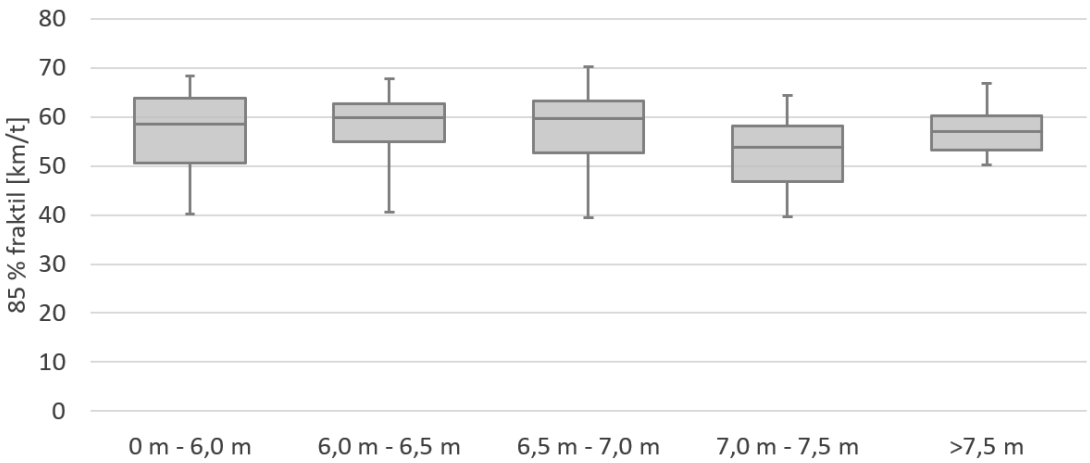
F-testen har p-værdi > 0,05, derfor accepteres 0-hypotesen. De to populationer har ens varians. T-testen har p-værdi > 0,05, derfor accepteres 0-hypotesen. Der er ikke signifikant forskel på de to populationer.

C. Inddeling af kategorier

I dette appendiks gennemgås det, hvordan vejbredde og afstanden til randbebyggelse inddeles i kategorier. Inddelingen foretages på baggrund af boksplot. Først inddeles dataet i grupper, hvorefter det ud fra boksplot bestemmes, hvilke grupper, der minder så meget om hinanden, at de kan slås sammen til en kategori.

Vejbredde

I første boksplot inddeles vejbredden i fem grupper, disse fremgår af figur C.1.



Figur C.1: Vejbredde inddelt i boksplot. Min, 15 % fraktil, middel, 85 % fraktil og maks.

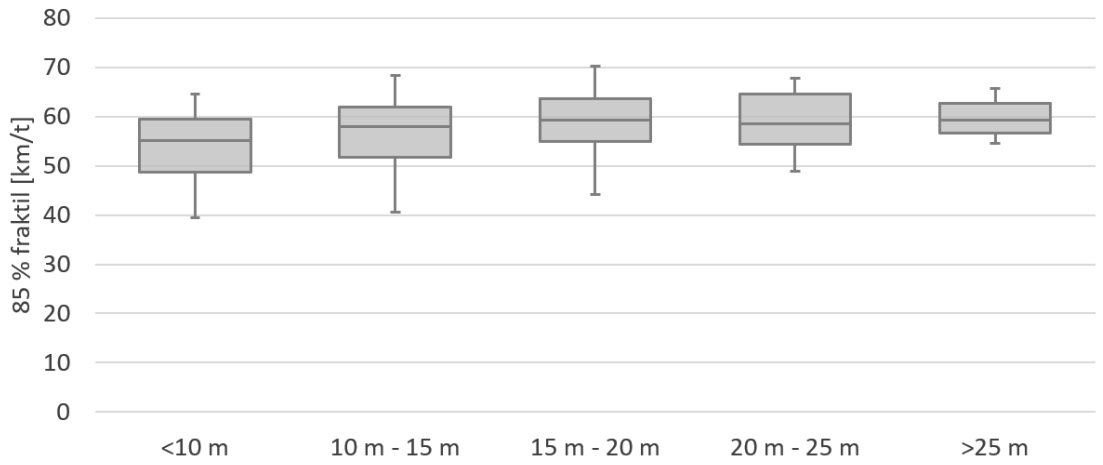
Figuren viser, at de første tre grupper ligner hinanden, og at de sidste to grupper ligner hinanden. På baggrund heraf inddes vejbredden i følgende kategorier:

Kategori	Beskrivelse
Vejbredde 1	vejbredde $< 7{,}0$ m
Vejbredde 2	vejbredde $\geq 7{,}0$ m

Tabel C.1: Kategorier for vejbredden.

Afstanden til randbebyggelse

I første boksplot inddeles afstanden til randbebyggelse i fem grupper, disse fremgår af figur C.2.



Figur C.2: Afstanden til randbebyggelse inddelt i boksplot. Min, 15 % fraktil, middel, 85 % fraktil og maks.

Figuren viser, at der er en stigning mellem de tre første grupper, mens de to sidste grupper ligner gruppe tre. På baggrund heraf inddes vejbredden følgende kategorier:

Kategori	Beskrivelse
Rand 1	afstand $<$ 10 m
Rand 2	afstand $\geq$ 10 m og $<$ 15 m
Rand 3	afstand $\geq$ 15 m

Tabel C.2: Kategorier for afstanden til randbebyggelse.

D. Univariate analyser

I dette appendiks fremgår beregningen af de univariate analyser af hastighedsforklarende variable. Først findes de variable med to kategorier, disse er beregnet med t-test. Efterfølgende findes de variable med tre kategorier, disse er beregnet med ANOVA.

Cykelsti

	Uden	Med
Middelværdi	56,840	58,628
Varians	30,838	23,548
Observationer	272	86
fg	271	85
F	1,310	
P(F≤f) en-halet	0,072	
F-kritisk en-halet	1,354	

Tabel D.1: F-test - Dobbelt stikprøve for varians.

	Uden	Med
Middelværdi	56,840	58,628
Varians	30,838	23,548
Observationer	272	86
puljevarians	29,097	
H_0 forskel	0	
fg	356	
t-stat	-2,679	
P(F≤f) en-halet	0,004	
t-kritisk en-halet	1,649	
P(F≤f) to-halet	0,008	
t-kritisk to-halet	1,967	

Tabel D.2: T-test - To stikprøver med ens varians.

F-testen har p-værdi $> 0{,}05$, derfor accepteres 0-hypotesen. De to populationer har ens varians. T-testen har p-værdi $< 0{,}05$, derfor forkastes 0-hypotesen. Der er signifikant forskel på de to populationer.

Fortov

	Uden	Med
Middelværdi	58,998	56,907
Varians	27,319	29,413
Observationer	62	296
fg	61	295
F	0,929	
P(F≤f) en-halet	0,373	
F-kritisk en-halet	0,705	

Tabel D.3: F-test - Dobbelt stikprøve for varians.

	Uden	Med
Middelværdi	58,998	56,907
Varians	27,319	29,413
Observationer	62	296
puljevarians	29,055	
H_0 forskel	0	
fg	356	
t-stat	2,777	
P(F≤f) en-halet	0,003	
t-kritisk en-halet	1,649	
P(F≤f) to-halet	0,006	
t-kritisk to-halet	1,967	

Tabel D.4: T-test - To stikprøver med ens varians.

F-testen har p-værdi > 0,05, derfor accepteres 0-hypotesen. De to populationer har ens varians. T-testen har p-værdi < 0,05, derfor forkastes 0-hypotesen. Der er signifikant forskel på de to populationer.

Kantbane

	Uden	Med
Middelværdi	56,671	58,924
Varians	33,610	14,973
Observationer	263	95
fg	262	94
F	2,245	
P(F≤f) en-halet	0,000	
F-kritisk en-halet	1,339	

Tabel D.5: F-test - Dobbelt stikprøve for varians.

	Uden	Med
Middelværdi	56,671	58,924
Varians	33,610	14,973
Observationer	263	95
H_0 forskel	0	
fg	249	
t-stat	-4,217	
P(F≤f) en-halet	1,737	
t-kritisk en-halet	1,651	
P(F≤f) to-halet	0,000	
t-kritisk to-halet	1,970	

Tabel D.6: T-test - To stikprøver med forskellig varians.

F-testen har p-værdi < 0,05, derfor forkastes 0-hypotesen. De to populationer har forskellig varians. T-testen har p-værdi < 0,05, derfor forkastes 0-hypotesen. Der er signifikant forskel på de to populationer.

Vejbredde

	<7	≥ 7
Middelværdi	58,370	54,973
Varians	28,228	24,870
Observationer	242	116
fg	241	115
F	1,135	
P(F≤f) en-halet	0,222	
F-kritisk en-halet	1,312	

Tabel D.7: F-test - Dobbelt stikprøve for varians.

	<7	≥ 7
Middelværdi	58,370	54,973
Varians	28,228	24,870
Observationer	242	116
puljevarians	27,143	
H_0 forskel	0	
fg	356	
t-stat	5,773	
P(F≤f) en-halet	0,000	
t-kritisk en-halet	1,649	
P(F≤f) to-halet	0,000	
t-kritisk to-halet	1,967	

Tabel D.8: T-test - To stikprøver med ens varians.

F-testen har p-værdi > 0,05, derfor accepteres 0-hypotesen. De to populationer har ens varians. T-testen har p-værdi < 0,05, derfor forkastes 0-hypotesen. Der er signifikant forskel på de to populationer.

Vejtype

Grupper	SS	fg	MS	F	P
Mellem grupper	3478,072	2	1739,036	87,080	0,000
Inden for grupper	7089,276	355	19,970		
Total	10567,448	357	29,601		

Tabel D.9: Enkeltfaktoren anova.

ANOVA testen har p-værdi < 0,05, derfor forkastes 0-hypotesen. Der er statistisk signifikant forskel på de tre populationer.

Afstand til randbebyggelse (rand)

Grupper	SS	fg	MS	F	P
Mellem grupper	1210,339	2	605,169	22,960	0,000
Inden for grupper	9357,109	355	26,358		
Total	10567,448	357	29,601		

Tabel D.10: Enkeltfaktoren anova.

ANOVA testen har p-værdi $< 0{,}05$, derfor forkastes 0-hypotesen. Der er statistisk signifikant forskel på de tre populationer.

E. Regressionsanalyser

I dette appendiks gennemgås regressionsanalyser til selectionsmodel og den endelige model for sammenhængen mellem den indbyrdes afstand mellem bump og bilisternes hastighedsvalg.

Fordi der anvendes potensfunktion, transformeres afstande og 85 % fraktilen til logaritmisk skala.

lnhast	koefficient	SE	t	p	95 % konfidensinterval	
lnafst	0,117	0,012	9,34	0,000	0,092	0,141
Vejtype 2	0,117	0,027	4,49	0,000	0,069	0,178
Vejtype 3	0,124	0,028	5,92	0,000	0,110	0,219
Cykelsti	0,164	0,012	0,55	0,586	-0,018	0,031
Fortov	-0,007	0,012	-0,59	0,554	-0,031	0,017
Kantbane	0,159	0,011	1,39	0,167	-0,007	0,385
Vejbredde	-0,003	0,002	-1,50	0,135	-0,006	0,001
Rand 2	0,029	0,012	2,48	0,014	0,006	0,052
Rand 3	0,056	0,013	4,39	0,000	0,031	0,081
Cons	3,277	0,071	45,88	0,000	3,136	3,418

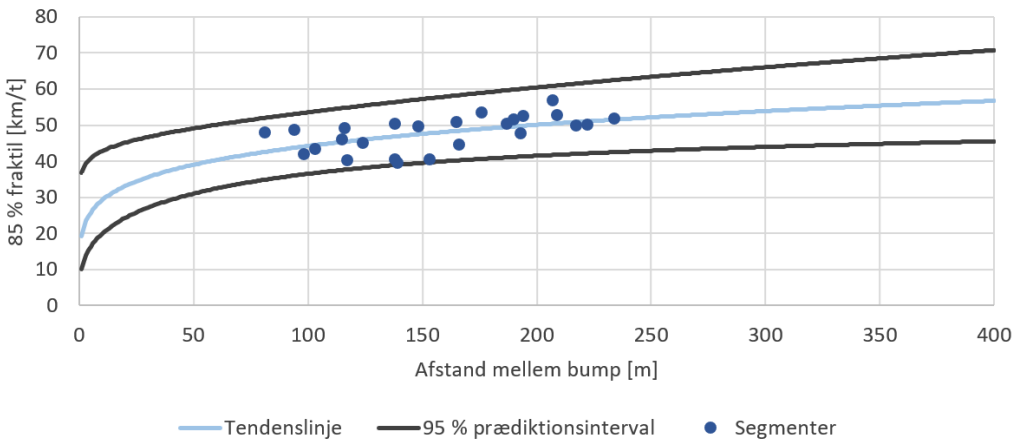
Tabel E.1: Regressionsanalyse for selections model.

lnhast	koefficient	SE	t	p	95 % konfidensinterval	
lnafst	0,118	0,012	9,54	0,000	0,093	0,142
Vejtype 2	0,128	0,026	4,93	0,000	0,077	0,180
Vejtype 3	0,177	0,026	6,89	0,000	0,126	0,228
Rand 2	0,032	0,012	2,65	0,009	0,008	0,056
Rand 3	0,060	0,014	4,39	0,000	0,033	0,086
Cons	3,255	0,071	45,99	0,000	3,115	3,394

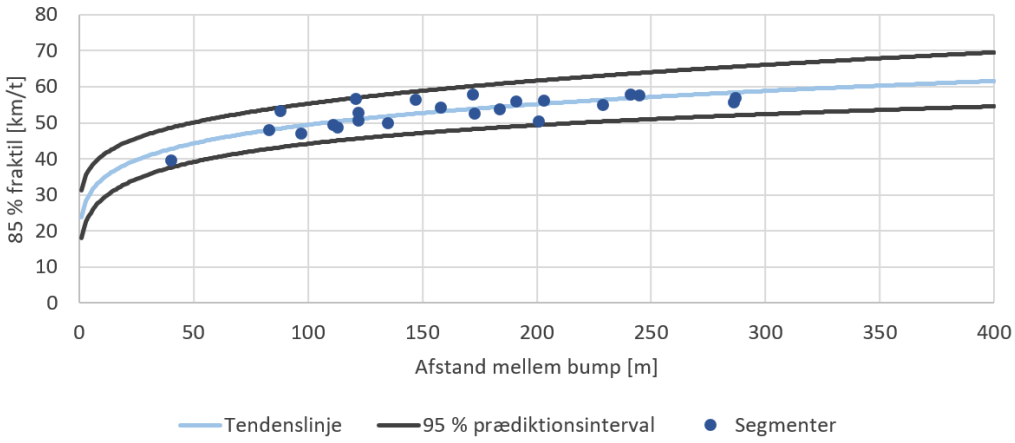
Tabel E.2: Regressionsanalyse for den opstillede model.

F. Prædiktionsintervaller

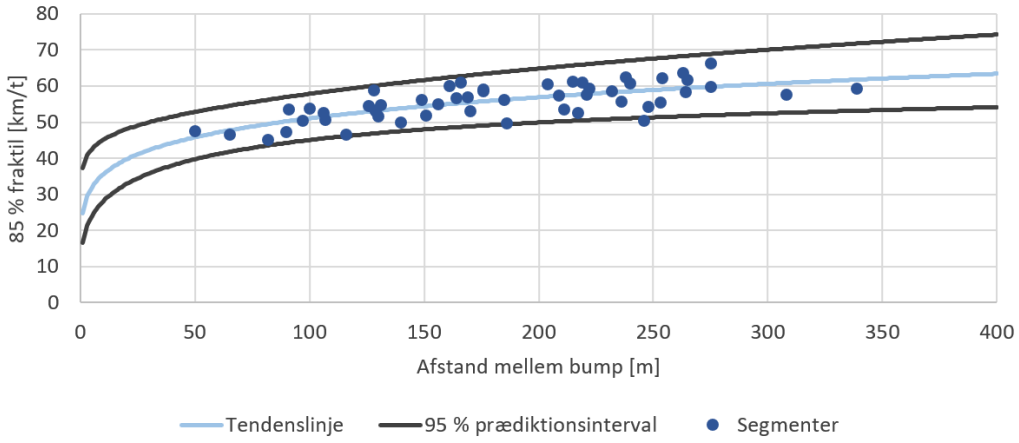
I dette appendiks fremgår potenstendenslinje og prædiktionsinterval for hver kombination af vejtype og randbebyggelse.



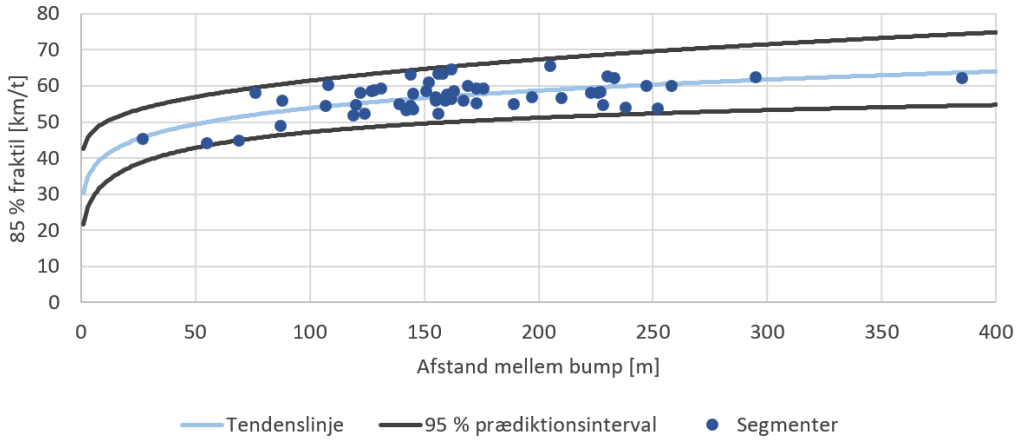
Figur F.1: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for vejtype 1 - Boligveje med alle afstand til randbebyggelse.



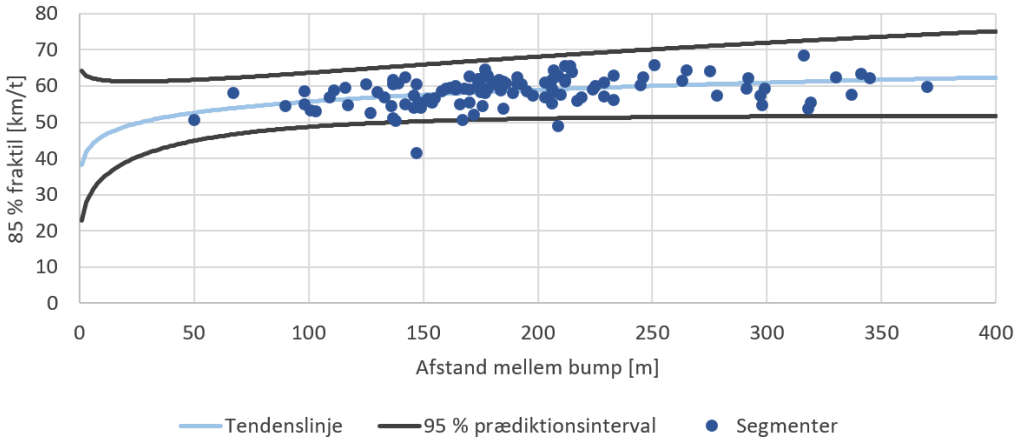
Figur F.2: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for vejtype 2 - Trafikvej med afstand til randbebyggelse under 10 m.



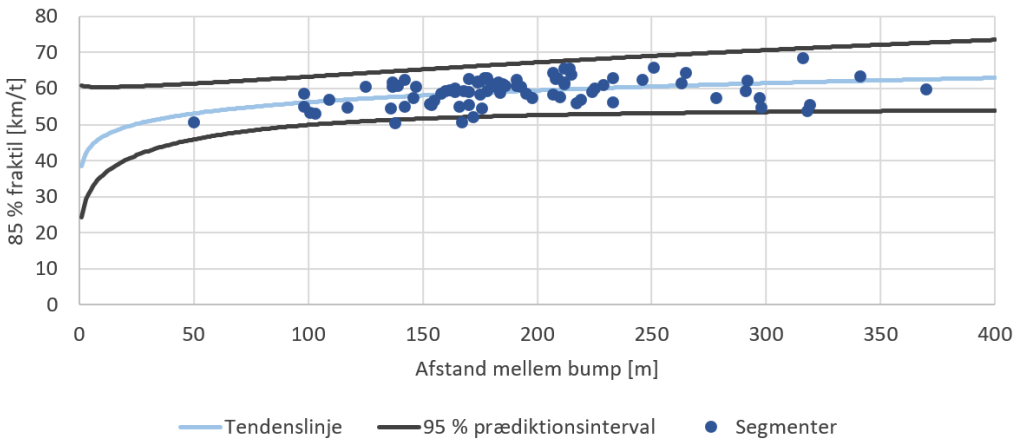
Figur F.3: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for vejtype 2 - Trafikvej med afstand til randbebyggelse mellem 10 og 15 m.



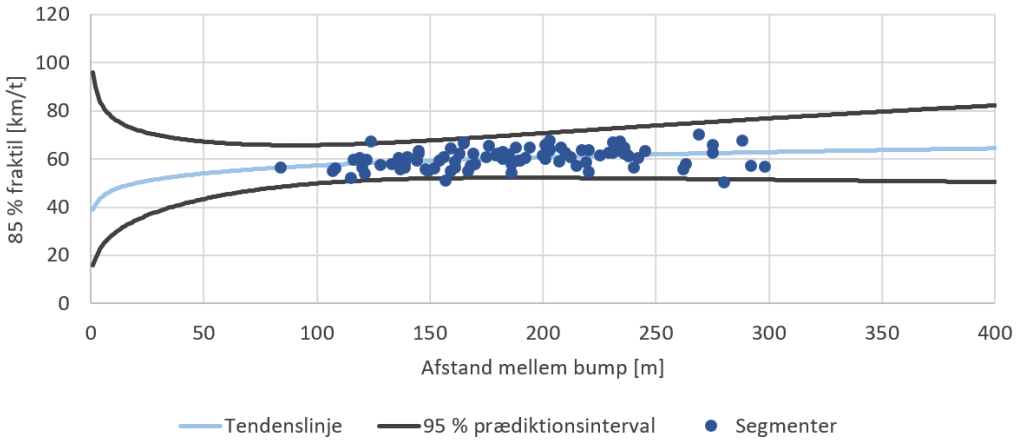
Figur F.4: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for vejtype 2 - Trafikvej med afstand til randbebyggelse over 15 m.



Figur F.5: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for vejtype 3 - Gennemfartsvej med afstand til randbebyggelse under 10 m.



Figur F.6: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for vejtype 3 - Gennemfartsvej med afstand til randbebyggelse mellem 10 og 15 m.



Figur F.7: Potenstendenslinje og prædiktionsinterval for vejtype 3 - Gennemfartsvej med afstand til randbebyggelse over 15 m.