Effekt af hastighedsdæmpende foranstaltninger i mindre byer via floating car data

KANDIDATSPECIALE af

DANIEL KNUDSEN & KAJAN VARIYESWARAN
VEJ- OG TRAFIKTEKNIK 10. SEMESTER
INSTITUT FOR BYGGERI OG ANLÆG
AALBORG UNIVERSITET

DEN 10. JUNI 2014

Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet
Institut for Byggeri og Anlæg
Sohngårdsholmsvej 57
9000 Aalborg
Telefon 9944 8080
http://www.civil.aau.dk

Titel: Effekt af hastighedsdæmpende foranstaltninger i mindre byer via floating car data.

English title: Effects of traffic calming measures in smaller towns through floating car data.

Projektperiode:
P10, Forårssemesteret 2014

Projektgruppe:
VT10

Gruppemedlemmer:

Daniel Knudsen

Kajan Variyeswaran

Vejleder:
Niels Agerholm

- Oplagstal: 4
- Sidetal: 96
- Bilagsantal: 11
- Afsluttet den: 10-06-2014

Synopsis:

Dette kandidatspeciale har til formål at undersøge effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger i mindre byer. I Danmark findes der 14 forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger, som kan anvendes til at sænke hastigheden i og udenfor byerne. I denne rapport tages der udgangspunkt i 13 gennemfartsbyer og en enkelt strækning i Skørping med forsætninger, hvor der findes datamateriale for før og efter etableringen.

I problemanalysen beskrives konsekvenserne af hastighedsovertrædelserne. Der fokuseres på hvilke løsningsstrategier der anvendes til at sænke hastigheden, og hvorledes de trafikale forhold kan forbedres for de mindre byer. Derudover beskrives potens-modellen, som senere benyttes til uheldsberegninger for de valgte byer.

I metodeafsnittet beskrives datamaterialet der anvendes i undersøgelsen, og hvordan bearbejdning af disse er foregået. Yderligere vil der i dette afsnit beskrives hvordan hastighedsprofiler kan opstilles ved brug af GPS-registreringer.

I den sidste del af rapporten præsenteres resultaterne for de forskellige gennemfartsbyer. Resultaterne som præsenteres er middelhastigheden, 85 % fraktilet og risikoen for uheld på gennemfartsstrækningerne. Derudover er der fokus på enkelte hastighedsdæmpende foranstaltninger, med det formål at effektevaluere disse.

Afslutningsvis konkluderes der på projektet, og hvilke hastighedsdæmpende foranstaltninger der virker efter hensigten, og hvorfor disse er mere effektive end de andre.

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatterne.

Forord

Dette kandidatspeciale omhandler en undersøgelse af effekter af hastighedsdæmpende foranstaltninger i mindre byer via floating car data. Projektet er udarbejdet som et kort afgangsprojekt af to kandidatstuderende fra Civilingeniøruddannelsen i Vej- og Trafikteknik ved Aalborg Universitet. Projektet er påbegyndt den 1. februar 2014 og afleveret den 10. juni 2014.

I forbindelse med udarbejdelsen af projektet, skal der lyde tak til Niels Agerholm der har været vejleder igennem projektet, og har bistået med litteratur.

Læsevejledning
Der vil igennem semesterrapporten forekomme kildehenvisninger, som er samlet i en kildeliste bagerst i rapporten. Der anvendes i rapporten kildehenvisninger efter Harvardmetoden, hvor kilderne angives med efternavn og årstal på følgende måde: [Efternavn, År]. Såfremt der forekommer flere forfattere på en kilde anvises de øvrige "et al". Disse henviser til litteraturlisten, hvor bøger er angivet med forfatter, titel, udgave, forlag og udgivelsesår, mens internetsider er angivet efter forfatter, titel, internetkilde, årstal for revision samt downloadsdato.

Kildehenvisninger, der er placeret før et punktum, henviser til kilden for den aktuelle sætning, hvorimod kildehenvisning efter punktum er til hele afsnittet. Ved henvisninger til kilder på figurer, billeder, tabeller og lignende opstilles henvisningen efter eller under figurens forklarende tekst, såfremt dette ikke er påført, er figuren af gruppens egen produktion.

Figurer og tabeller er nummereret i henhold til kapitel, dvs. den første figur i kapitel 7 har nummer 7.1, den anden, nummer 7.2 osv. Kildehenvisninger til figurer vil forekomme i billedteksten efter samme metode som beskrevet ovenfor.

Hvis princippet for beregningerne i denne rapport følger samme metodik, præsenteres beregningerne i et eksempel. Efterfølgende præsenteres kun resultaterne i de øvrige beregninger.

Resumé

I dette projekt er hastighedsdæmpende foranstaltninger undersøgt med hensyn til deres virkning ved gennemfartsbyer. Datagrundlaget for undersøgelsen kommer fra et projekt kaldet ITS Platform, hvor 425 forsøgsbilister har fået installeret en GPS modtager i deres køretøj. ITS Platforms server indeholder kørselsdata, såkaldt Floating Car Data for de sidste 24 måneder, som anvendes i dette projekt.

Den første del af dette projekt indeholder en undersøgelse af uheldsstatistikkerne i Danmark. Her bemærkes det, at de danske landeveje er de værste mht. ulykker og dødsulykker. Derudover viser statistikkerne, at bilisterne kører væsentlig hurtigere på de jyske landeveje end Sjælland og Fyn. Problemerne med høje hastigheder, omkring de mindre gennemfartbyer afklares, og der gives en beskrivelse af de løsningsstrategier der kan anvendes. Yderligere i dette afsnit er to tidligere undersøgelse mht. til effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger anvendt til erfaringsindsamling og inspiration. Den ene undersøgelse er en spansk undersøgelse foretaget af den Spanske Generaldirektorat og Trafikagentur, som omhandler udvikling af metoder til at vurdere effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger ved brug af hastighedsprofiler. Den anden undersøgelse er foretaget af en tidligere kandidatstuderende, Morten Jørgensen, som har undersøgt bilisters hastighedsvalg ved bygennemfarter og virkningen af udvalgte hastighedsdæmpende foranstaltninger.

I metodeafsnittet, beskrives fremgangsmetoden til indsamling og bearbejdelse af datamaterialet. I afsnittet beskrives dataindsamlingsmetoderne, og hvordan datamaterialet til dette projekt skaffes. Flere databehandlingsprogrammer er anvendt for at behandle datamaterialet, så disse kan benyttes til at opstille hastighedsprofiler. Igennem hastighedsprofilerne kan der fås et nuanceret billede af bilisternes hastigheder igennem gennemfartsbyerne. Derved kan effekten af forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger vurderes. Yderligere i dette afsnit beskrives kriterierne for de valgte gennemfartsbyer. I alt er 14 byer valgt, hvoraf 11 af dem, har en hastighedsgrænse på 50 km/t og er etableret med hastighedsdæmpende foranstaltninger. Disse byer repræsenteres i gruppe 1. De resterende 3 byer har en hastighedsgrænse på 60 km/t og er uden hastighedsdæmpende foranstaltninger, disse repræsenteres i gruppe 2.

Det har ikke været muligt at foretage en inspektion af de valgte byer, da disse er spredt i hele Nordjylland. Derfor er ortofotos og Google Street View anvendt til at vurdere byerne inden opstillingen af hastighedsprofilerne. Varigheden af ITS Platform projektet betyder at findes en stor datamængde. I gennemsnit er der 1.080 bygennemfartsture for gruppe 1 og 928 bygennemfartsture for gruppe 2.

Attributtabeller tilknyttet de forskellige ture, er anvendt til at opstille middelhastigheden og 85 % fraktilet for hver bygennemfart. 85 % fraktilet anvendes som vurderingskriterium for at undersøge, om de hastighedsdæmpende foranstaltninger har den tiltænkte effekt. 85 %

fraktilet benyttes også for uheldsberegninger ved anvendelse af potens-modellen. Potensmodellen beskriver sammenhængen mellem hastighed og risikoen for uheld. Og der fokuseres kun på personskadeuheld og dødsulykker i denne rapport. Flere af de valgte byer er præget af høje hastigheder, hvilket øger risikoen for uheld og alvorlighedsgraden af disse.

Hastighedsprofilerne opstilles på baggrund af 85 % fraktilet, middelhastigheden og spredningen. Der opstilles hastighedsprofiler for hver retning i hver bygennemfart. Disse hastighedsprofiler benyttes yderligere til at vurdere effekten af de hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Der bliver afslutningsvist undersøgt hvilken effekt de forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger har, og hvilke af dem der virker efter hensigten. Dernæst konkluderes projektet, og dette gøres ved brug af de tidligere undersøgelser samt de konklusioner, der er fundet ud fra hastighedsprofilerne.

Summary

This project studies the effects of traffic calming measures (TCM) in smaller crosstown roads. Data for the study comes from project ITS Platform, where 425 test drivers have been installed a GPS receiver in their vehicle. ITS Platform has been collecting data for the past 24 months.

The first part of this project includes a study, which describes the accident statistics in Denmark. The statistics show that the rural roads are most affected and requires more casualties every year than other roads. Additionally, statistics show that car drivers from Jutland is speeding significantly more on rural roads than Fyn and Sjaelland.

The problems with high speeds in the smaller towns are studied, and the solution strategy for these is described. Further in this study, two previous studies which dealt with the impact of TCM are used to collect experience and inspiration. One of these is a Spanish study by the Spanish General Agency and Traffic Agency. The second study was conducted by a former graduate student, Morten Jørgensen, who has analyzed the drivers choice of speed in urban communities, where a main road is crossing the town area. Furthermore he also studied the effect of selected TCM in urban communities.

The method section describes methods on how to collect data, and how it is used in this study. Furthermore several computer programs have been used to process the data, with the purpose to make speed profiles. The speed profiles can give a detailed picture of the speed at crosstown roads, which can be used to analyze the effects of TCM's. In this study 14 smaller towns have been selected. 11 of them had a speed limit of 50 km/h, and were established with TCM's. These towns are represented in group 1. The last 3 towns had a speed limit of 60 km/h, and have not established TCM's. These towns are represented in group 2.

It has not been possible to inspect the selected towns, as these were spread all over North Jutland. Therefore, orthophoto and Google Street View is used to inspect the towns before using them to make speed profiles. The amount of data for the selected towns is good. On average there are 1.080 trips for group 1, and 938 trips for group 2.

Attribute tables attached to the different trips are used to find the mean velocity and 85 percentile for each crosstown road. 85 percentile is also used as criteria to evaluate the effects of TCM and furthermore to calculate the risk of accidents using the power-model. The power-model describes the relationship between speed and road safety. Several of the selected towns are characterized by high speeds, and it increases the risk of accidents and the severity of injuries.

The speed profiles are presented on the basis of 85 percentile and mean velocity. And the speed profiles are presented for both directions in each crosstown road. These speed profiles are used further to evaluate the impact of TCM. At the end of this project, it has been clarified

the effects of different types of TCM, and which of them works as planned. Then the project is concluded, and this is done by using the previous studies and the conclusions found from the speed profiles.

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1 Introduktion **1**
1.1 Indledning . . . 1
1.2 Opbygning af projektet . . . 4

Kapitel 2 Problemanalyse **7**
2.1 Potens-modellen . . . 7
2.2 Hastigheden ved bygennemfarterne . . . 9
2.3 Løsningsstrategier for gennemkørende trafik ved gennemfartsbyer . . . 11
2.3.1 Omfartsvej . . . 11
2.3.2 Miljøprioriteret gennemfart . . . 12
2.3.3 Trafikprioriteret gennemfart . . . 12
2.4 Fartdæmpere ved bygennemfarterne . . . 13
2.4.1 Porte . . . 14
2.4.2 2-sporede bump . . . 14
2.4.3 2-sporede hævede flader . . . 15
2.4.4 Bremsehelle . . . 15
2.4.5 Rundkørsel . . . 16
2.5 Lignende undersøgelser . . . 16
2.5.1 Spansk undersøgelse vedr. hastighedsdæmpende foranstaltninger . . . 16
2.5.2 Dansk undersøgelse omkring hastighedsvalg ved bygennemfarter . . . 17

Kapitel 3 Problemformulering **19**

Kapitel 4 Metode **21**
4.1 Datatyper . . . 21
4.1.1 Floating Car Data . . . 21
4.1.2 Alternative metoder til indsamling af data . . . 22
4.2 Datakilde . . . 25
4.2.1 ITS Platform . . . 25
4.2.2 Databehandling . . . 25
4.3 Udvælgelse af gennemfartsbyer . . . 27
4.3.1 Kriterier for udvægelse af byer . . . 28
4.3.2 Byer der inddrages . . . 28
4.3.3 Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger . . . 29
4.3.4 Gruppe 2 - Byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger. . . . 31
4.4 Beregninger . . . 32
4.4.1 Vurderingskriterier for valg af hastighedsprofil . . . 33
4.5 Opstilling af hastighedsprofiler ved anvendelse af FCD . . . 33
4.6 Usikkerhed ved anvendelse FCD . . . 35

Kapitel 5 Byer og data **37**

5.1 Gennemfartsstrækningens længde . . . 37
5.1.1 Anbefalet afstand mellem fartdæmpere . . . 38
5.2 Antal køretøjer og ture . . . 39

Kapitel 6 Resultater **43**
6.1 Bilisters hastighed i bygennemfarter . . . 43
6.2 Uheldsberegninger ved anvendelse af potens-modellen . . . 46

Kapitel 7 Hastighedsprofiler **49**
7.1 Brovst . . . 49
7.2 Børglum . . . 51
7.3 Gølstrup . . . 53
7.4 Halvrimmen . . . 55
7.5 Harken . . . 57
7.6 Hundelev . . . 59
7.7 Nørager . . . 61
7.8 Tornby . . . 63
7.9 Vittrup . . . 65
7.10 Ålbæk . . . 67
7.11 Biersted . . . 69
7.12 Nielstrup . . . 71
7.13 Stenild . . . 73
7.14 Skørping . . . 75
7.15 Udsnit . . . 78
7.15.1 Bremseheller . . . 78
7.15.2 Hævede flader . . . 83
7.15.3 Bump . . . 85
7.15.4 Forsætninger . . . 88
7.15.5 Opsamling af resultater fra udsnittene . . . 89

Kapitel 8 Diskussion **91**

Kapitel 9 Konklusion **93**

Litteratur **95**

Bilag A Problemanalyse
A.1 Eksempel på anvendelse af potens-modellen . . . 97
A.2 Oversigt over 21 miljøprioriterede gennemfarter . . . 98
A.3 Fartdæmperes anvendelsesmuligheder . . . 99

Bilag B Metode
B.1 Beskrivelse af rådatamaterialet fra ITS Platform . . . 102
B.2 Kort beskrivelse af de anvendte programmer . . . 103
B.2.1 pgAdmin . . . 103
B.2.2 Microsoft Excel . . . 103
B.2.3 LibreOffice . . . 103
B.2.4 Quantum GIS . . . 103
B.2.5 AutoCad . . . 103

Bilag C Hastighedsprofiler
C.1 Udsnit af hastighedsprofiler for hævede flader . . . 105

KAPITEL

1 Introduktion

1.1 Indledning

Transport er en vigtig del af hverdagen for de fleste mennesker. Siden oliekriserne i 1970'erne har Danmark haft en støt stigende fremgang i antallet af køretøjer. I takt med at danskerne investerer i flere biler, stiger trafikken på de danske veje. Således blev der i 2013 solgt et rekordstort antal af personbiler i Danmark. En tilvækst på godt 7 % i forhold til 2012 betyder, at danskerne nåede op på 2,28 mio. køretøjer ved udgang af 2013. Dermed er personbiltætheden i Danmark 400 personbiler pr. 1000 indbyggere. [Vejdirektoratet, 2014c]

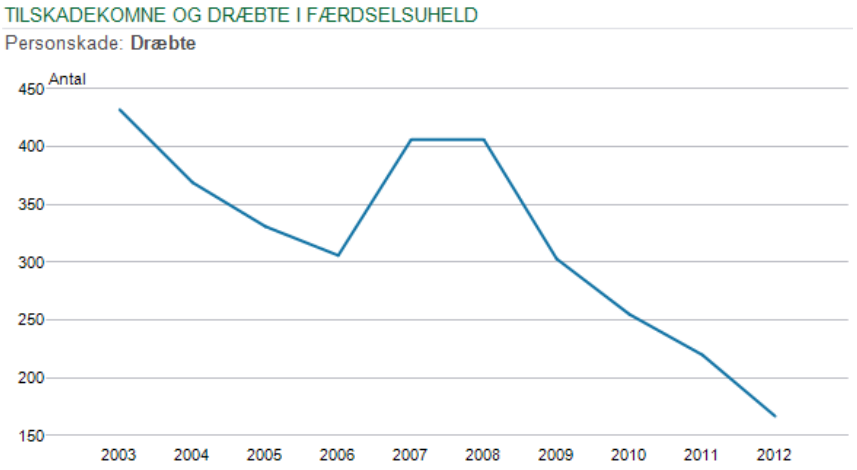
En stigning i bilejerskab betyder såvel også en stigning i transport på de danske veje. Trafikken medfører en stor mængde transportrelaterede problemer. Til dagligt tales der om stigende luftforurening, støj og ulykker. For at mindske de trafikrelaterede problemer, arbejdes der på at minimere de negative konsekvenser heraf. De fleste trafikanter kører heldigvis efter forholdene, orienterer sig i trafikken og overholder hastighedsgrænserne, men selvom alle forholdsregler bliver overholdt, sker der ulykker på de danske veje. Uheldene sker stort set på alle vejtyper, men især veje i åbent land som gennemskærer mindre byer, kræver årligt flere liv end de andre vejtyper.

Ifølge tal fra 2010 er der 1.437 byer i Danmark. For at kalde et beboelsesområde for en by, skal der på opgørelsestidspunktet mindst være 200 indbyggere [Danmarks Statistik, 2010]. Flere af disse byer ligger i åbent land, hvor en hovedlandevej gennemskærer byen. Disse byer kaldes for gennemfartsbyer, og kendetegnes ved at hastigheden ændres lokalt til 50 eller 60 km/t igennem byen.

Disse byer, hvor en hovedlandevej går igennem byen, resulterer i en række trafikale problemstillinger. Især trafikulykker i åbent land fylder meget i uheldsstatistikkerne. I 1998 blev 499 mennesker dræbt i trafikken i Danmark, heraf blev 359 dræbt i åbent land på veje med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t. Yderligere hastighedsmålinger udført i 1997 og 1998, på veje i åbent land med en hastighedsgrænse på 60 km/t overskred 15 % af bilisterne hastighedsbegrænsningen med mere end 20 km/t. For at mindske disse hastighedsovertrædelser og trafikulykker, startede Færdselssikkerhedskommissionen handlingsplanen *"Hver ulykke er en for meget"* med det formål, at antallet af dræbte og kvæstede ved udgangen af 2012 skulle være 40 % lavere end antallet af dræbte og kvæstede i 1998. [Kjemtrup, 2004]

En rapport udgivet af Havarikommissionen For Vejtrafikulykker (HVU) i 2011, viser at 30 % af alle ulykker med alvorligt tilskadekomne sker på landevejene. Ca. 60 % af de dræbte i trafikken skyldes ulykker på landevejene. I rapporten tages der udgangspunkt i 30 ulykker. Det viste sig, at 1/3 af ulykkerne kunne være undgået, hvis trafikanten havde en lavere hastighed. I 2009 blev der dræbt 303 personer i trafikken, heraf blev 186, eller 61 % dræbt på landevejene. [Havarikommissionen, 2011]

Med handlingsplanen fra 1998, samt en effektiv indsats fra flere partnere indenfor vejsektoren, er det lykkedes at formindske antallet af personskader og dræbte de sidste 10 år, se grafen på figur 1.1. Det er hovedsageligt lykkedes igennem en målrettet indsat fra Vejdirektoratet, hvor flere kampagner rettet imod høj fart blev oprettet. Derudover blev der skabt et idékatalog for anvendelse af fysiske fartdæmpere i åbent land, med det formål at sænke hastigheden igennem gennemfartsbyerne.



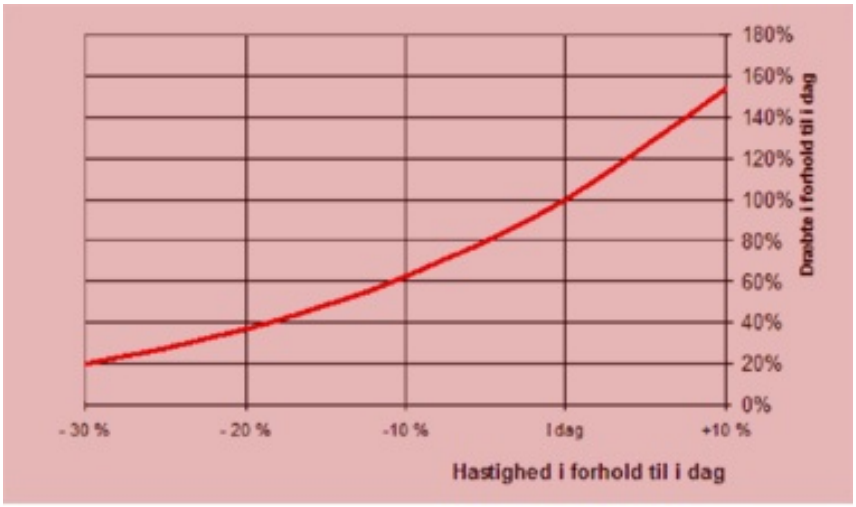
Figur 1.1. Antal dræbte i færdselsuheld. [Danmarks Statistik, 2012]

Figur 1.1 viser antallet af dræbte fra 2003 til 2012. I 2012 var der 3.778 ulykker med personskader i Danmark, hvoraf 167 blev dræbt [Vejdirektoratet, 2014b]. Selvom der er reporteret 3.778 ulykker hos politiet er tallene dog meget større, da det ikke er alle ulykker der bliver reporteret pga. uheldsstatistikkens mørketal. Omtrent 2/3 af alle dræbte i 2012 døde på landevejsnettet. Især for høj fart er i mange tilfælde den faktor, der gør, at ulykken bliver en dødsulykke. Figur 1.2 viser fordelingen af dræbte i trafikken i 2012 fordelt på vejtyper.

Figur 1.2. Antal dræbte i trafikken fordelt på vejtyper. [Rådet for Sikker Trafik, 2014]

Blandt forskere og fagfolk er der stor enighed om, at hastigheden er en afgørende faktor i trafikulykkers omfang. Derfor har små ændringer i hastigheden en større betydning på ulykker og alvorlighedsgraden af disse. Hvis en person rammes af et køretøj med en hastighed på 50 km/t er der 40 % risiko for at personen dør, og hæves hastigheden til 60 km/t, øges risikoen for at personen dør til 70 %. En sammenfatning af internationale undersøgelser bekræfter

desuden, at der er sammenhæng mellem hastighed og dødelighed. En illustration af dette kan ses på figur 1.3.



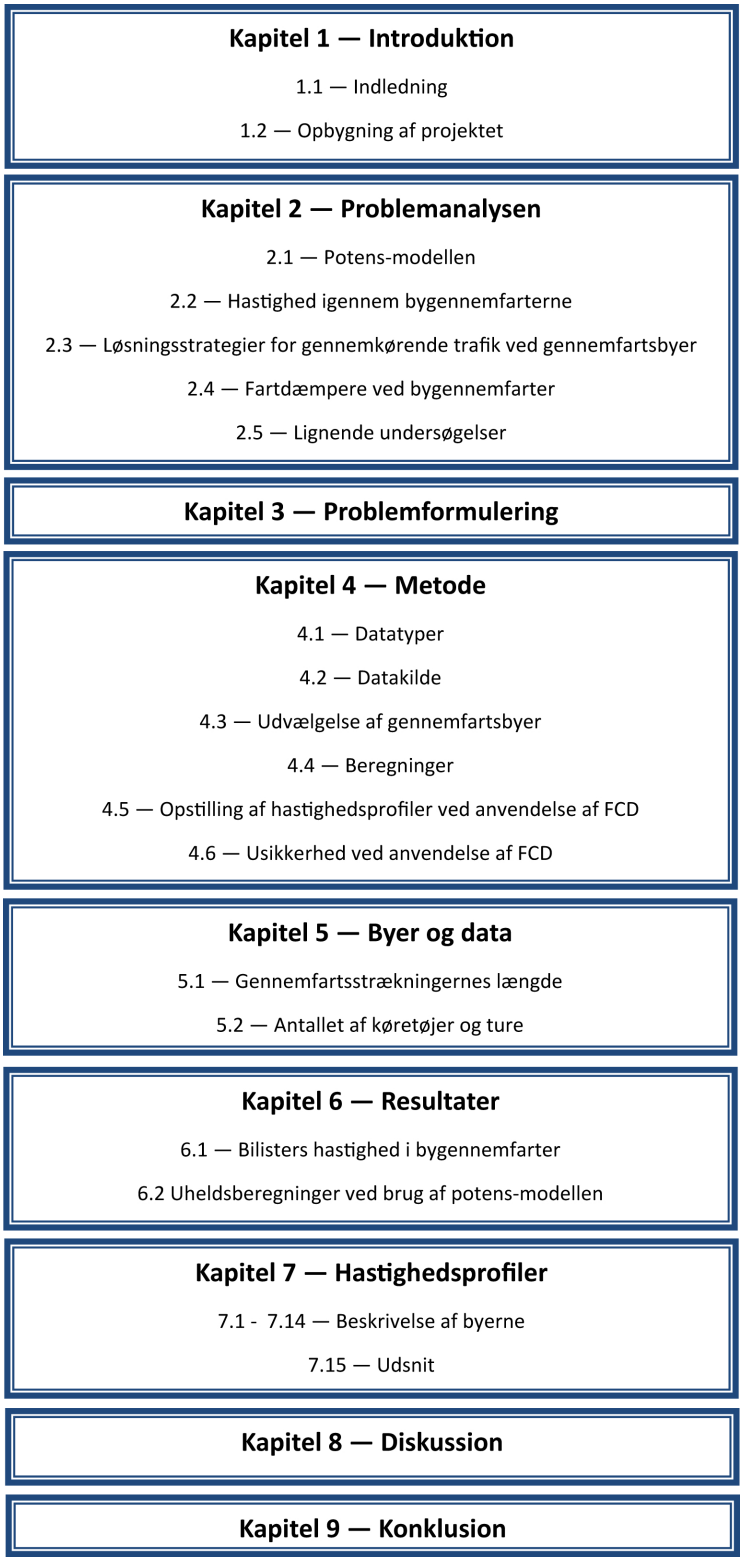
Figur 1.3. Procentvis sammenhæng mellem hastighed og dødelighed. [Rådet for Sikker Trafik, 2014]

Figur 1.3 viser, at hvis hastigheden falder med 10 %, falder antallet af dræbte med 40 %. Tilsvarende går det modsat, hvis hastigheden stiger med 10 %, stiger antallet af dræbte med 50 %.

Et af de steder, hvor danskerne har tendens til at køre hurtigere, er på de jyske landveje. I 2012 lå gennemsnitshastigheden på omkring 85 km/t på de jyske landeveje i forhold til Fyn og Sjælland, hvor gennemsnitshastigheden var omkring 81 km/t. 66 % af personbilerne kører hurtigere end det tilladte på 80 km/t på landevejene i Jylland, mens 33 % kører mere end 90 km/t og 5 % kører mere end 100 km/t [Havarikommissionen, 2011]. Disse resultater er problematiske, da landevejene oftest går igennem mindre byer. Derfor har disse byer almindeligvis byporte og andre hastighedsdæmpende foranstaltninger igennem byen for at forhindre de høje hastigheder.

1.2 Opbygning af projektet

Dette projekt opdeles i 9 kapitler. Figur 1.4 viser en illustration af rapportens opbygning.



Figur 1.4. Strukturdiagram over rapportens opbygning med kapitler.

Kapitel 1
Kapitel 1 er indledningen til projektet. Her beskrives ulykkernes omfang igennem de seneste par år i Danmark, og hvilke vejtyper der er hårdest ramt i forhold til uheld.

Kapitel 2
I kapitel 2 analyseres problemets omfang. Her gives en beskrivelse på hvordan ulykkers alvorlighed beregnes ved brug af potens-modellen. Derudover fokuseres der på hastigheden ved bygennemfarterne, og hvilke løsningstrategier der anvendes til problemet. Afslutningsvis beskrives tidligere undersøgelser mht. bilisters hastighedsvalg ved gennemfartsbyerne, og hvordan erfaringer fra disse undersøgelser benyttes i udarbejdelse af denne undersøgelse.

Kapitel 3
Problemformuleringen beskrives i dette kapitel, med de uddybende problemstillinger der skal belyses i denne rapport.

Kapitel 4
For at kunne opstille hastighedsprofiler, kræver det data fra kørende bilister. Datatypen og datakilden skrives i dette kapitel. Opstilling af hastighedsprofiler kræver en omhyggelig sortering af datamaterialet. Derfor beskrives bearbejdelse af datamaterialet, og hvilke metoder der benyttes til at opstille hastighedsprofiler. Afslutningsvis beskrives usikkerheden ved benyttelse af den anvendte datatype.

Kapitel 5
Byerne der anvendes i denne undersøgelse beskrives mht. til gennemfartsstrækningen og bebyggelsen omkring disse byer. Antallet af køretøjer og ture har en afgørende faktor for de opstillede hastighedsprofiler. Her vil antallet af køretøjer og ture vurderes, i forhold til at kunne repræsentere den generelle trafikantadfærd.

Kapitel 6
Præsentation af resultaterne i form af bilisters hastigheder ved bygennemfarterne beskrives i dette kapitel. Derudover beskrives, hvilke konsekvenser disse har for uheldsrisikoen. Yderligere foretages der beregninger ved anvendelse af potens-modellen.

Kapitel 7
Hastighedsprofiler opstilles med den tilhørende beskrivelse i dette kapitel. Her gives en beskrivelse til hver gennemfartsby med de fordele og ulemper der kan analyseres af hastighedsprofilerne.

Kapitel 8
Undersøgelsen som er foretaget i denne rapport er på basis af GPS-registreringer. I dette kapitel diskuteres usikkerheden ved brug af denne metode. Derudover afklares tvivlspørgsmål, samt vurderingen af metodesvagheder.

Kapitel 9
I dette kapitel afsluttes undersøgelsen med en tilhørende konklusion med mulige perspektivering fremadrettet.

KAPITEL

2 Problemanalyse

Det moderne samfund er opbygget så, at vi, som individer, skal kunne bevæge os fra et sted til et andet. Derudover er vi afhængige af at produkter skal transporteres mellem leverandør og producenter og ud til forbrugerne. Derfor er transport og vejtrafik en vigtig del af et velfungerende og moderne samfund. Men vejtrafikken medfører også en række problemstillinger, som blandt andet koster liv hvert år på de danske veje.

Trafikulykker medfører ikke kun tab af liv, men er også et økonomisk tab for samfundet. I 2013 kostede en trafikulykke i gennemsnit 600.000 kroner, og dette tal varierer efter ulykkens omfang. Højere hastigheder medfører større omkostninger både materielt men også menneskeligt. Hastigheden er en afgørende faktor for ulykkers omfang, derfor er vejene etableret med skilte om lokale hastighedsgrænser samt hastighedsdæmpende foranstaltninger for, at få bilisterne til at overholde hastighedsgrænserne og derved mindske risikoen for ulykker. [Vejdirektoratet, 2013b]

2.1 Potens-modellen

De danske landveje er i større grad præget af hastighedsovertrædelser end andre vejtyper. Da landvejene oftest går igennem mindre byer, gennemfartsbyer, har bilisternes høje hastigheder flere konsekvenser for byen og dens borgere.

Små hastighedsovertrædelser har en markant betydning for ulykker og omfanget af disse. Sammenhængen mellem bilisters hastighed og risikoen for at blive involveret i et trafikuheld er blandt andet beskrevet ved potens-modellen, også kaldet power-modellen. [Elvik, 2004]

Potens-modellen er udviklet af den svenske trafiksikkerhedsforsker Göran Nilsson. Yderligere er potens-modellen velunderbygget af Rune Elvik som, ved hjælp af en metaanalyse gennem et stort antal undersøgelser, har bekræftet, hvordan ændringer i hastigheden har indflydelse på antallet af trafikulykker og alvorlighedsgraden af personskadeuheld.

Potens-modellen beskriver sammenhængen mellem ændringer i fart og ændringer i ulykker. Ifølge modellen ændres antallet af materielskadeuheld med den relative hastighedsforskel, se formel 2.1 for dette. Ved personskadeuheld ændres antallet af personskadeuheld med den relative hastighedsforskel i anden potens, se formel 2.2 for dette. Sagt på en anden måde - jo højere hastigheden er, desto flere gange opløftes ulykkens alvorlighedsgrad i potens. Derfor ændres antallet af dødsulykker med den relative hastighedsforskel i fjerde potens, se formel 2.3 for dette. [Elvik, 2004]

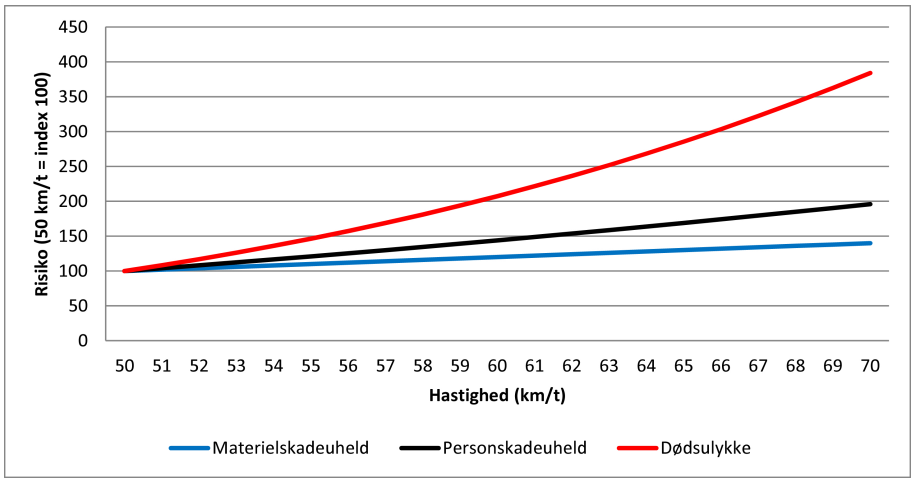
$$Materielskadeuheld_{efter} = Materielskadeuheld_{før} \cdot \frac{hastighed_{efter}}{hastighed_{før}} \tag{2.1}$$

$$Personskadeuheld_{efter} = Personskadeuheld_{før} \cdot \frac{hastighed_{efter}{}^{2}}{hastighed_{før}} \tag{2.2}$$

$$Dødsulykke_{efter} = Dødsulykke_{før} \cdot \frac{hastighed_{efter}{}^{4}}{hastighed_{før}} \tag{2.3}$$

Potens-modellen giver et godt billede af, hvor hurtigt ulykkers omfang ændres med højere hastigheder. Dette hænger også sammen med de fysiske love. Bevægelsesenergien for et køretøj stiger eksponentielt med hastigheden, og det er denne bevægelsesenergitilvækst, som i uheldsøjeblikket skal omdannes og absorberes ved f.eks. deformation og varme m.m. [Greibe, 2005]

Figur 2.1 illustrerer, at små ændringer i hastigheden, har en markant betydning for trafiksikkerheden. Eksempelvis medfører en hastighedsstigning fra 50 km/t til 60 km/t 44 % større risiko for at blive involveret i et personskadeuheld, og tilsvarende stiger risikoen for at blive involveret i en dødsulykke med 107,4 %. Se bilag A.1, for yderligere beregninger ved anvendelse af potens-modellen.

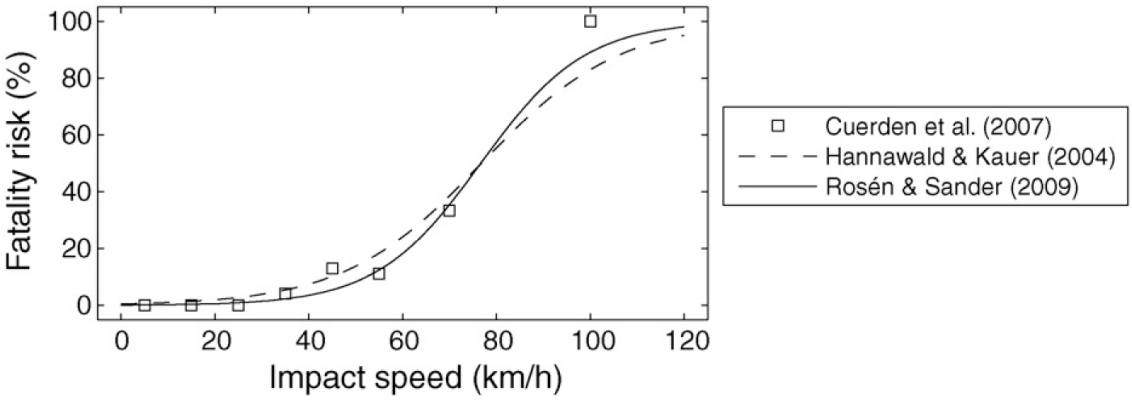


Figur 2.1. Grafisk illustration af sammenhæng mellem bilisters hastighed og risikoen for at blive involveret i en trafikulykke.

Ved brug af potens-modellen, kan reduktionen af ulykker også beregnes i takt med hastigheden reduceres på en strækning. Her benyttes samme formel, med få ændringer i de værdier der indsættes i formlen. Et eksempel af dette kan være, at der på en 100 km/t strækning, sker en reduktion af hastigheden til 90 km/t. Udregningerne som ses i formel 2.4, viser at der ved en reduktion af hastigheden fra 100 km/t til 90 km/t, kan opnås en reduktion af dødsulykker på 34,4 %.

$$Personskadeuheld = \left(\frac{90km/t}{100km/t}\right)^2 = 0{,}66 = 34\%\, reduktion \tag{2.4}$$

Udover potens-modellen findes der også andre modeller for sammenhængen mellem hastighed og risikoen for dødsulykker. Figur 2.2 viser risikoen for at blive dræbt som fodgænger ved forskellige påkørselshastigheder. En fodgænger som bliver påkørt med 60 km/t har 20 % chance for at overleve, men øges hastigheden til 80 km/t er risikoen for at blive dræbt ca. 60 %. Øges hastigheden yderligere er chancen for at overleve minimal.



Figur 2.2. Grafisk illustration af sammenhængen mellem bilisters hastighed og risikoen for dødsulykker. [Rosén et al., 2009]

Ved benyttelse af de forskellige modeller, ses en væsentlig sammenhæng mellem hastighed og ulykker. Derfor handler det om at få bilisterne til at overholde hastigheden. For at bilisterne ikke skal overskride hastighedsbegrænsningen kan flere metoder benyttes. Et af de virkemidler som benyttes ved gennemfartsbyer er hastighedsdæmpende foranstaltninger. I de kommende afsnit undersøges hastigheden ved gennemfartsbyerne yderligere og de virkemidler som benyttes til at sænke hastigheden.

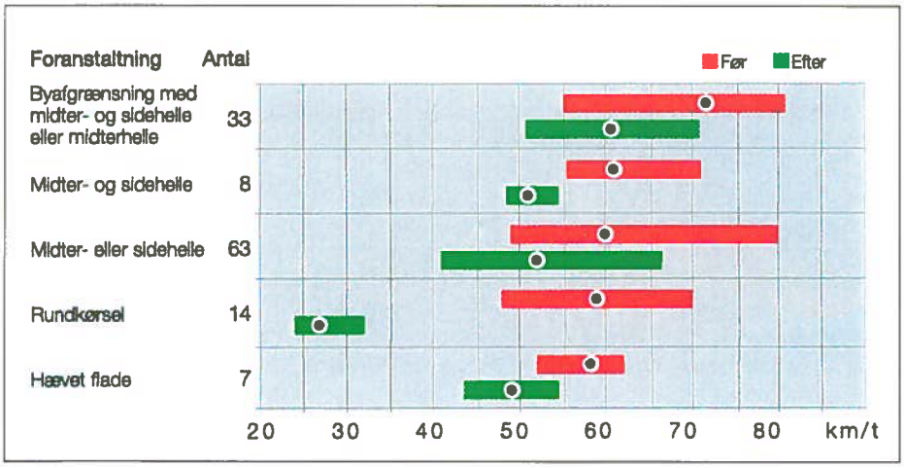
2.2 Hastigheden ved bygennemfarterne

At bygennemfarterne er præget af høje hastigheder og andre trafikrelaterede problemer har eksisteret i årevis. Siden 1980'erne har der været fokus på bygennemfarterne, da undersøgelser foretaget i 1980'erne belyste problemerne omkring bygennemfarterne. I begyndelse af 1990'erne satte Vejdirektoratet fokus på trafikproblemerne i de mindre byer på hovedlandevejsnettet. De mindre byer var hovedsageligt præget af mange uheld, høj hastighed, store utryghedsproblemer og dårligt miljø. Vejdirektoratets mål var at skabe en bedre trafiksikkerhed, tryghed og et bedre miljø, hvilket blev opnået igennem miljøprioriterede gennemfarter, hvor bymiljøet blev prioriteret højere end afviklingen af gennemfartsvejens trafik.

30 byer blev trafiksaneret i perioden 1994 til 1996, og i 21 af dem blev der foretaget detaljerede undersøgelser af hastighedsforholdene før og efter ombygningerne. Byerne havde et indbyggertal imellem 200 og 2.000, og bygennemfarterne var omkring 1 km lange. På bilag A.2 kan de 21 byer som blev trafiksaneret ses. [Rosbach og Jørgensen, 1997]

De 21 miljøprioriterede gennemfarter var meget forskellige i både omfang, virkemiddel og dermed også i anlægspris. I de nævnte projekter blev bygrænsen markeret tydeligt, enten i form af belægningsskift eller midterheller. Ved andre tilfælde blev der etableret særlige byzonetavler, beplantning eller kombinationer af midter- og sideheller. [Rosbach og Jørgensen, 1997]

Efter projekternes udførsel blev der foretaget effektvurdering af før- og efterhastigheden i byerne. Ved bygrænsen, hvor den væsentlige ændring blev foretaget, faldt gennemsnitshastigheden imellem 10-15 km/t. Det lavere hastighedsniveau blev fastholdt ind mod bymidten, hvor forskellen mellem hastigheden før og efter var omkring 5 km/t. Effekten af de forskellige miljøprioriterede gennemfarter blev vurderet, og der blev ikke fundet nogen entydig effekt. Der var forskel i gennemsnitshastigheden alt efter hvilken form for virkemiddel der blev etableret. Som det fremgår af figur 2.3, har en rundkørsel en naturlig udformning, som får bilisterne til at reducere hastigheden mere end de andre foranstaltninger. En rundkørsel reducerede den gennemsnitlige hastighed med 30 km/t. [Rosbach og Jørgensen, 1997]



Figur 2.3. Den hastighedsdæmpende effekt af forskellige virkemidler er illustreret for før og efter etableringen. Længden af de farvede streger angiver spredningen, og den sorte prik er gennemsnittet. [Rosbach og Jørgensen, 1997]

Disse undersøgelser blev foretaget i midten af 1990'eren, omkring 20-25 år siden. Selvom undersøgelserne er forholdsvis gamle, er de stadig repræsentative i det omfang, at problematikken omkring høje hastigheder ved bygennemfarter stadig forekommer. De undersøgelser der blev foretaget i 1990'erne med hastighedsmålinger, blev foretaget ved brug af "chasing car method" og på dansk "eftersætningsmetode" samt snitmålinger. Udarbejdelse af hastighedsprofiler på basis af metoder som eftersætningsmetoden og snitmålinger er forældet og for upræcist, da hastighedsændringer ikke bliver registreret nøjagtigt. Derimod bør registreringer foretages ved hjælp af GPS-trackere, da disse er mere nøjagtige end de hidtil benyttede metoder.

I Nordjylland er der senest i 2003 undersøgt de trafikale forhold ved byen Harken, som gennemskæres af landevejen mellem Vestbjerg og Hjørring. Harken var præget af adskillige trafikale problemer, hvilket var baggrunden for projektet. Formålet var at forbedre trafiksikkerheden, samt at få sænket hastighedsniveauet ved hjælp af hastighedsdæmpende foranstaltninger ved byportene. [Lahrmann et al., 2005]

Til at belyse problemet omkring de høje hastigheder, samt til kortlægning af hastighedsprofilet for Harken, blev eftersætningsmetoden anvendt. En bil med GPS-tracker forfulgte tilfældige bilister, og for at få en tilfældig udvælgelse af bilisterne, blev hver fjerde bil udvalgt til

forfølgelse. Hvis den forfulgte bil stoppede eller drejede fra projektruten, blev turen registeret som en "tabt" tur og derved kasseret. I alt blev der foretaget 204 ture før etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger og 79 ture efter. Turene blev fordelt i forhold til retning, og derefter blev datamaterialet behandlet. [Lahrmann et al., 2005]

I projektet blev det konkluderet at etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger havde haft en minimal effekt på at sænke hastigheden. Harken er derfor stadig præget af en høj gennemfartshastighed, og bremsehellerne som blev anlagt ved byporten igennem dette projekt har kun en lokal effekt. [Lahrmann et al., 2005]

De ovenforstående projekter er nogle få eksempler på at bilisterne ikke overholder hastighedsbegrænsningen ved gennemfartsbyerne, og at de anlagte hastighedsdæmpende foranstaltninger ikke har den nødvendige effekt til at sænke hastigheden til den tilladte hastighed. Derfor er problematikken omkring de høje hastigheder i åbent land stadig eksisterende, hvilket er baggrunden for dette projekt.

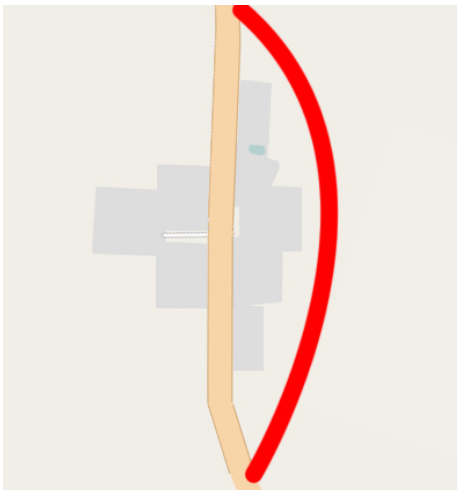
2.3 Løsningsstrategier for gennemkørende trafik ved gennemfartsbyer

I dette afsnit gennemgås de løsningsmuligheder der benyttes for at sikre bedre trafikale forhold ved gennemfartsbyerne. Der er overordnet set 3 mulige løsninger for at forbedre sikkerheden og reducere den gennemkørende trafiks påvirkninger. De 3 mulige løsningstrategier er:

- Omfartsvej
- Miljøprioriteret gennemfart
- Trafikprioriteret gennemfart

2.3.1 Omfartsvej

En af de løsningsmuligheder som kan anvendes til at skabe bedre trafikale forhold for gennemfartsbyen, er ved at etablere en vej udenom byen, en såkaldt omfartsvej, se figur 2.4 for illustration. Siden 1950'erne er der blevet planlagt og anlagt omfartsveje i Danmark. Formålet med omfartsveje er, at aflaste byerne for gennemfartstrafikkens genepåvirkninger i form af støj, luftforurening, utryghed, barrierepåvikrning, kapacitetsproblemer og trafikulykker. [Andersson og Lund, 2002]



Figur 2.4. Illustration på en linjeføring for en omfartsvej.

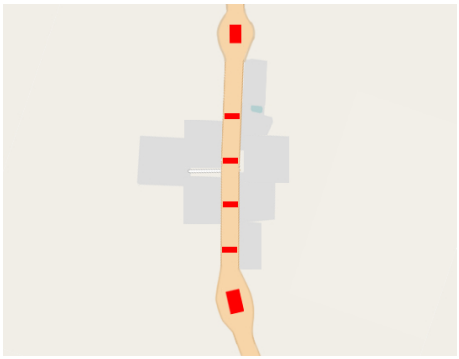
Forventningerne til forbedret trafiksikkerhed ved omfartsveje har altid været optimistiske, da de forventes at have en positiv effekt på trafiksikkerheden i form af færre ulykker i og nær gennemfartsbyen. Forbedring af trafiksikkerheden kunne opnås igennem overflytningen af gennemkørende trafik til omfartsvejen, og derved vil trafikmængden igennem byen reduceres og fortrinsvist bestå af formålskørsel. [Andersson og Lund, 2002]

En undersøgelse af før-efter uheldsanalyser af 19 danske omfartsveje går imod forventningerne. Uheldsanalysen for de 19 omfartsvejsprojekter er baseret på politiregistrerede uheld igennem 4-5 år før og efter anlæg af omfartsvejen. Projekterne var forskellige i størrelse, og har derfor en stor variation i de sikkerhedsmæssige effekter. Et punkt var fælles for alle omfartsvejsprojekterne; at antallet af personskadeuheld og personskader faldt markant på gennemfartsvejen efter anlæggelsen af omfartsvejen [Andersson og Lund, 2002]. Dette skyldes hovedsageligt at uheldene flyttede sammen med gennemfartsbyens trafik over til omfartsvejens trafik, hvilket medførte at uheldene i stedet skete omkring tilslutningerne til omfartsvejen.

Resultaterne af de 19 omfartsvejsprojekter viser, at der var en samlet reduktion af antal uheld på 1 %, dog var der en stigning i antal personskadeuheld på 9 % og en stigning i antal personskader på 31 % [Andersson og Lund, 2002]. Trafiksikkerhedsmæssigt var det ikke positivt, at omfartsvejene ikke medførte en større reduktion i antallet af uheld, samtidig med at alvorlighedsgraden i uheldene blev øget. Omvendt medførte omfartsveje en reduktion i antallet af færdselsuheld i byen med bløde trafikkanter. Omfartsveje er dyre, og er derfor en dyr løsning på problemerne, når den trafiksikkerhedsmæssige løsning kan diskuteres, idet der samlet set ikke sker en reduktion af antallet af uheld.

2.3.2 Miljøprioriteret gennemfart

Begrebet miljøprioriterede gennemfarter opstod i 1980'erne, hvor der var meget fokus på at forbedre trafikforholdene på de eksisterende gennemfartsstrækninger, i stedet for at anlægge en ny omfartsvej udenom byen. De første forsøgsprojekter med miljøprioriterede gennemfarter blev etableret i 1984/85, hvor byerne Skærbæk, Vinderup og Ugerløse gennemgik en omlægning af gennemfartsstrækningen. [Vejdirektoratet, 1984] Som tidligere nævnt, prioriteres bymiljøet højere end afviklingen af gennemfartsvejens trafik ved miljøprioriterede gennemfarter. Ved ombygningerne af bygennemfarterne etableres en række forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger. Derudover kan forholdene for bløde trafikanter forbedres, i form af cykelstier, heller og krydsningsmuligheder over gennemfartsstrækningen. [Vejdirektoratet, 1984]



Figur 2.5. Skitse for miljøprioriterede gennemfart. De røde markeringer illustrerer fartdæmpere.

2.3.3 Trafikprioriteret gennemfart

Ved trafikprioriteret gennemfart, forbedres forholdene for den gennemkørende trafik igennem gennemfartsbyen. Dvs. at der igennem gennemfartsbyen fortsat ønskes høje hastigheder for den gennemkørende trafik. For at kunne bibeholde de høje hastigheder igennem byen, foretages der nogle væsentlige ændringer langs gennemfartsvejen. Disse ændringer kan være i form af midterrabatter med eventuelt beplantning, hegn, støjskærme og krydsningsmuligheder ude af niveau til bløde trafikanter [Vejdirektoratet, 1984]. Figur 2.6 viser et eksempel på en trafikprioriteret vej i Aalborg, hvor strækningen er etableret med hegn og beplantning for at undgå krydsende færdsel. Derudover er strækningen etableret med separate cykelstier ude af niveau for de bløde trafikanter.

Selvom der sker forbedringer på gennemfartsvejen, er trafikprioriteret gennemfarter en dårlig løsning, da byen efter forbedringen stadig vil være belastet af trafikkens gener. Derfor anses en trafikprioriteret gennemfart ikke som en optimal løsning. Dette kan også konkluderes udfra de anvendte løsninger siden 1990'erne, hvor omfartsveje og miljøprioriterede gennemfarter er benyttet i højere grad end trafikprioriterede gennemfarter. [Vejdirektoratet, 1984]

Figur 2.6. Figuren illustrerer Østre Allé i Aalborg, som er et eksempel på en trafikprioriteret vej.

2.4 Fartdæmpere ved bygennemfarterne

For at sænke hastigheden på landvejene, inden korridoren løber gennem de mindre byer, kan hastighedsdæmpende foranstaltninger ved byportene etableres, og af og til igennem hele byen efter de lokale forhold. I håndbogen for fartdæmpere findes der en grundig beskrivelse af de 14 forskellige fartdæmpere, der anvendes i Danmark. Listen med de 14 fartdæmpere kan ses i bilag A.3, men ikke alle 14 anvendes til miljøprioriterede gennemfarter. Et eftersyn af de anvendte fartdæmpere til miljøprioriterede gennemfarter viser, at det er de samme typer fartdæmpere der generelt benyttes i miljøprioriterede gennemfarter. Udfra de anvendte fartdæmpere fra tidligere projekter til miljøprioriterede gennemfarter kan denne liste opstilles: [Vejdirektoratet, 2013a]

- Porte
- 2-sporede bump
- 2-sporede hævet flade
- Bremsehelle (Midter- og sidehelle)
- Rundkørsel

I nogle tilfælde er en kombination af de forskellige fartdæmpere også en mulighed. Yderligere vil der i dette afsnit være en kort beskrivelse af de 5 udvalgte fartdæmpere.

2.4.1 Porte

En port bruges til markering af overgangen til en lavere planlægningshastighed. Porte kan benyttes på trafikveje, for eksempel ved indkørsel til en by fra landevejen. En port skal virke visuelt, ved hjælp af beplantning, belægningsskift, portaler eller belysning. I forbindelse med overgang fra 80 km/t til et lokalt område med hastighed på 50-60 km/t kan en port kombineres med kørebaneindsnævring. I forhold til andre hastighedsdæmpende foranstaltninger, som dæmper køretøjets hastighed fysisk, skal en port virke visuelt, så bilisten bliver opmærksom på hastighedsændringen og sænke farten til det tilladte. [Vejdirektoratet, 2013a]

For eksempel kan en byport udformes som illustration på figur 2.7.

Figur 2.7. Eksempel på udformning af byport. [Vejdirektoratet, 2013a]

2.4.2 2-sporede bump

2-sporede bump anvendes til fysisk at dæmpe hastigheden, og er effektive til dette. Et bump kan udformes på syv forskellige måder, og afhængig af hvilken funktion bumpene skal have, kan den rigtige form udvælges efter nogle kriterier. Et bump kan både bruges ved byporten og igennem gennemfartsbyen, for at opretholde hastighedsbegrænsningen. Et bump har de nødvendige funktioner for at skabe direkte sammenhæng mellem planlægningshastighed og fysisk udformning. [Vejdirektoratet, 2013a]

F.eks. kan et 2-sporede bump udformes som vist på figur 2.8.

Figur 2.8. Et af de syv udformninger som 2-sporede bump kan have. [Vejdirektoratet, 2013a]

2.4.3 2-sporede hævede flader

Til dæmpning af hastigheden kan en hævet kørebaneflade med ramper mod det normale kørebaneniveau benyttes, se figur 2.9. Hævede flader kan bruges på trafikveje og lokalveje, hvor planlægningshastigheden er 50 km/t. Hævede flader kendetegnes ved at fladens udtrækning er længere end normalt forekommende køretøjer, dvs. 10-15 meter. Hævede flader kan i mange tilfælde anvendes, så der skabes en god arkitektonisk virkning i forhold til andre fysiske fartdæmpere. Ligeledes som et bump, kan hævede flader skabe sammenhæng mellem planlægningshastighed og fysisk udformning. Hævede flader anvendes ikke ved byporten, men oftest ved vejkryds i gennemfartsbyen. [Vejdirektoratet, 2013a]

Figur 2.9. Udformning på hævede flader. [Vejdirektoratet, 2013a]

2.4.4 Bremsehelle

Bremseheller som indebærer midterheller og sideheller, kan benyttes som hastighedsdæmpende foranstaltninger. Udformningen kan variere meget, men oftest ses det med forsætning eller indsnævring af kørespor. Bremseheller kan først og fremmest anvendes på trafikveje, og kan benyttes i alle hastighedsklasser. For eksempel kan bremseheller udformes med fodgængerfelt, som vist på figur 2.10. [Vejdirektoratet, 2013a]

Figur 2.10. Eksempel på udformning af bremsehelle med fodgængerfelt. [Vejdirektoratet, 2013a]

2.4.5 Rundkørsel

Rundkørsler ses ikke ofte i fartdæmpende projekter, idet prisen for at anlægge en rundkørsel er dyr i forhold til de mange andre løsninger. Men set fra de tidligere projekter, så viser det sig, at en rundkørsel har en effektiv virkning på at sænke hastigheden. Rundkørsler benyttes ikke alle steder, men der hvor flere indgående veje krydser hovedvejen, kan rundkørsler benyttes til en glidende afvikling af trafikken med et lavere støjniveau. [Vejdirektoratet, 2013a]

Figur 2.11. Rundkørsel i en mindre gennemfartsby. [Vejdirektoratet, 2013a]

Fartdæmpere, skal ikke komme som en overraskelse for trafikanten. Derfor skal fartdæmpere først og fremmest placeres med sikre erkendelsesafstande og med forvarslinger, som giver trafikanten mulighed for at nedsætte farten i god tid, inden fartdæmperen krydses.

2.5 Lignende undersøgelser

I dette afsnit beskrives to studier som omhandler bilisters hastighed ved bygennemfarter og hvilken effekt hastighedsdæmpende foranstaltninger har på bilisters hastighedsvalg. Den første undersøgelse der beskrives, er en spansk undersøgelse. Studiet undersøger mulighederne for at evaluere hastighedsdæmpende foranstaltningers virkning på en effektiv måde. Den anden undersøgelse er foretaget af tidligere kandidatstuderende Morten Jørgensen, som har undersøgt bilisters hastighedsvalg ved bygennemfarter.

2.5.1 Spansk undersøgelse vedr. hastighedsdæmpende foranstaltninger

Det Spanske Generaldirektorat og Trafikagentur har gennemført en undersøgelse, hvor formålet med undersøgelsen var, at udvikle en metode til at undersøge og evaluere effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger ved gennemfartsbyer, ved hjælp af hastighedsprofiler. Af alle ulykker i 2010, forekom 54 % af ulykkerne i byområder, og 10 % i åbent land ved mindre byområder i Spanien. Antallet af ulykker i åbent land er væsentligt lavere end i byområderne i Spanien. Dette skyldes hovedsageligt at trafikintensiteten er mindre på landet. Selvom trafikintensiteten er mindre, sker der alligevel alvorlige ulykker på landet, hvor hastigheden har en afgørende faktor for ulykkernes omfang. [Moreno og García, 2012]

Byerne som den spanske undersøgelse tager udgangspunkt i, har en hverdøgnstrafik mellem 500 og 8.000 køretøjer pr. dag. Undersøgelsen bygger på 6 byer, hvoraf 5 af byerne var for-

synet med hastighedsdæmpende foranstaltninger, mens en af byerne ikke var etableret med hastighedsdæmpende foranstaltninger. De tidligere undersøgelser om effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger er vurderet ved hjælp af før- og efterstudier. Dvs. der blev foretaget hastighedsmålinger før og efter etableringen af hastighedsdæmpende foranstaltninger, og disse blev sammenlignet for at vurdere effekten. Studiets testpersoner blev stoppet 1 km. fra bygrænsen, og forsynet med en GPS-tracker, som de tilbageleverede efter bygennemfarten. GPS-trackerne gjorde det muligt at få et nøjagtigt billede af virkningen af de hastighedsdæmpende foranstaltninger, og hvordan bilisten agerede igennem bygennemfarten. [Moreno og García, 2012]

Den sjette by som ikke havde nogen hastighedsdæmpende foranstaltning, blev etableret med hastighedsdæmpende foranstaltninger under den spanske undersøgelse. Igennem 5 trin, blev hastighedsdæmpende foranstaltninger etableret, og et år efter det sidste trin blev de sidste evalueringer foretaget. I alt blev det til 12 forskellige scenarier, som blev undersøgt mht. hastighedsdæmpende foranstaltninger, hvor GPS-målinger fra 1.500 forskellige bilister blev anvendt. [Moreno og García, 2012]

I undersøgelsen blev deltagernes alder og køn også undersøgt i forhold til at underbygge en hypotese om at disse faktorer ikke var afgørende for de individuelle hastighedsprofiler, og det blev konkluderet at alder og køn ikke havde nogen signifikant påvirkning.

Studiet fandt, at en høj regelmæssig forekomst af hastighedsdæmpende foranstaltninger havde en positiv effekt på den akkumulerede hastighedsoverskridelse igennem bygennemfarten. Den optimale frekvens af hastighedsdæmpende foranstalninger forekommer ved en hyppighed på 110 m. Dette begrænser bilisternes muligheder for at ændre hastigheden i forhold til planlægningshastigheden, hvorved spredningen i hastighed mellem bilisterne begrænses.

Undersøgelsen er dog metodemæssigt svag, da bilisternes adfærd vil ændres pga. stoppet, og at de er opmærksomme på at de i testen bliver overvåget. Dermed kan resultaterne i undersøgelsen være ukorrekte.

2.5.2 Dansk undersøgelse omkring hastighedsvalg ved bygennemfarter

Tilbage i 2011 lavede daværende kandidatstuderende på Aalborg Universitet, Morten Jørgensen et studie af *"Hvordan er privatbilisters hastighedsvalg igennem bygennemfarter"* som sit speciale. Jørgensens undersøgelse bygger på 10 bygennemfarter i Nordjylland, opdelt i 2 grupper for hhv. en på 50 km/t og en på 60 km/t.

Til undersøgelsen er GPS-målinger anvendt som datagrundlag fra almindelige borger, som har medvirket i et forsøg der hedder 'Spar på Farten'. I alt er undersøgelsen bygget op omkring 579 ture, foretaget af de deltagende bilister, som igennem forsøgets periode har foretaget ture igennem de udvalgte gennemfartsbyer.

Jørgensen konkluderer at privatbilister overordnet set ikke overholder hastighedsbegrænsningen i bygennemfarterne. De anlagte hastighedsdæmpende foranstaltninger har kun en lokal effekt, da bilisterne efterfølgende accelerer og overskrider hastighedsgrænsen igen. Derfor har de hastighedsdæmpende foranstaltninger ingen vedvarende effekt igennem byen, med mindre der er etableret hastighedsdæmpende foranstaltninger igennem hele gennemfartsbyen med passende indbyrdes afstand jvf. anbefalingerne i vejreglerne. [Jørgensen, 2011]

Jørgensen har yderligere i samarbejde med to lektorer fra Aalborg Universitet undersøgt *"Hvilken effekt har bump, forsætninger og byporte på bilisters hastighedsadfærd på bygennemfarter*

i mindre byer?" I denne undersøgelse er 14 bygennemfarter undersøgt med henblik på at vurdere effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger og andre faktorer der påvirker bilister hastighedsadfærd. [Jørgensen et al., 2014]

Det konkluderes at hastighedsoverskridelsen i begge grupper medfører forøgelser i risikoen for at blive involveret i ulykker. I gruppen med 50 km/t, overholder bilisterne hastigheden væsentlig bedre end i gruppen med 60 km/t. Ved 50 km/t bygennemfarter er der anlagt hastighedsdæmpende foranstaltninger, hvilket primært påvirker bilisterne til at sænke hastigheden. Ved 60 km/t bygennemfarter findes der ikke hastighedsdæmpende foranstaltninger udover et stedskilt og en lokal hastighedstavle. [Jørgensen et al., 2014]

Yderligere i denne undersøgelse har Jørgensen eftervist, at et bump er mere effektiv til at reducere hastigheden, end andre hastighedsdæmpende foranstaltninger. De fleste hastighedsdæmpende foranstaltninger som Jørgensen har undersøgt, har kun en lokal effekt, og for at få en vedvarende effekt skal f.eks. bump etableres med vejreglernes anbefaling (interval på ca. 150 m) før hastighedsgrænserne overholdes igennem hele bygennemfarten. [Jørgensen et al., 2014]

Begge undersøgelser af Jørgensen bygger på 579 ture, hvilket er en forholdsvis lille antal. På nuværende tidspunkt findes der væsentlig større datamængder på basis af et nyt projekt med en større mængde testdeltagere, og en markant længere testperiode. Derfor kunne det være interessant at foretage en lignende undersøgelse, med den fordel at der findes væsentlig større datamængder. Med en større datamængde, kan der fås et mere reelt billede af hastighedsovertrædelserne ved byggenmfarterne samt et bedre indblik effekterne af de hastighedsdæmpende foranstaltninger.

KAPITEL

3 Problemformulering

Redegørelsen i det forrige kapitel indikerer, at bilisterne ikke overholder hastighedsbegrænsningerne, trods der er anlagt hastighedsdæmpende foranstaltninger. Det kunne tyde på, at de anlagte hastighedsdæmpende foranstaltninger ikke har den nødvendige effekt, som der var tiltænkt. Yderligere er prisen for at anlægge hastighedsdæmpende foranstaltninger ret dyre for en vejforvaltning. Oftest starter mindsteprisen omkring 10.000 kr. for de billigste fartdæmpere [Vejdirektoratet, 2013a]. Ved anlæggelse af hastighedsdæmpende foranstaltninger er det ikke nok, at anlægge en eller to. For at få en vedvarende effekt ved, at reducere hastigheden, skal hastighedsdæmpende foranstaltninger opføres med faste erkendelsesafstande. Ved anlæggelse af flere foranstaltninger, bliver prisen en større økonomisk udsigt. Derfor er det vigtigt at sikre sig, at hastighedsdæmpende foranstaltninger virker efter hensigten, da de ikke skal være virkningsløse elementer i vejens forløb der blot er til gene.

Jørgensen har tidligere arbejdet med et tilsvarende projekt som dette. I hans speciale, og i de efterfølgende undersøgelser, har han undersøgt virkningen af forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger. Jørgensen konkluderer, at et bump har den bedste virkning på at reducere hastigheden. Men hvor lang tid effekten af forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger vare, er ikke undersøgt tidligere. Derfor benyttes Jørgensens undersøgelse som udgangspunkt til følgende problemstilling:

- ***Hvilke af de hastighedsdæmpende foranstaltninger er mest effektive til at reducere hastigheden, og giver derved de bedste forudsætninger til at holde en vedvarende hastighedsdæmpning efterfølgende?***

KAPITEL

4 Metode

I dette kapitel dokumenteres og beskrives metoden til bearbejdelse af data. Yderligere beskrives de anvendte datatyper, som benyttes til at opstille hastighedsprofilerne. Til bearbejdelsen af datamaterialet, er flere programmer anvendt. En kort beskrivelse af de benyttede programmer beskrives også. Afslutningsvis beskrives de valgte gennemfartsbyer, og hvordan hastighedsprofilerne kan opstilles for disse med datamaterialet.

4.1 Datatyper

Til at indsamle data over køretøjer og disses hastigheder kan flere forskellige metoder benyttes. Metoderne kræver forskellige ressourcer, hvilket betyder nogle er billigere at anvende end andre. I dette afsnit beskrives de forskellige indsamlingsmetoder, samt hvilken dataindsamlingsmetode der benyttes i denne undersøgelse.

4.1.1 Floating Car Data

For at kunne foretage en analyse af hastighedsprofiler igennem bygennemfarterne og for de enkelte hastighedsdæmpende foranstaltninger, er det nødvendigt at benytte sig af et værktøj der giver oplysninger om hastigheder over en længere strækning.

Floating Car Data (FCD), er et værktøj som kan anvendes til dette. FCD baseres på GPS-registreringer fra private bilister, som indsamles automatisk. Registreringerne kommer fra et forskningsprojekt kaldet "ITS Platform", som er udviklet af flere samarbejdspartner fra Nordjylland. ITS Platform indhenter løbende oplysninger fra omkring 425 biler. Bilerne kommer primært fra Nordjylland, men der er enkelte biler der kommer fra Sønderjylland. [ITS Platform, 2010]

Registreringen af bilisters hastigheder foregår ved, at der i køretøjerne installeres en elektronisk mobilenhed kaldet On Board Unit (OBU). OBU'en indsamler løbende informationer om bilisternes position, hastighed, acceleration, kurs m.v. Disse oplysninger sendes til ITS-serveren, hvor det indhentede data gemmes og behandles. [ITS Platform, 2010]

FCD'en har den fordel, at en GPS laver en registrering for hvert enkelt sekund, så at det er muligt at få et nuanceret billede af hastighedsprofilet ved bygennemfarterne. En opdateringsfrekvens på et sekund medfører, at der ved en hastighed på 50 km/t vil blive registreret en hastighed pr. 13,8 meter. Baggrunden for at anvende FCD i undersøgelsen er, at Aalborg Universitet har adgang til disse data igennem projekt ITS Platform. Registreringerne kan anvendes bredt til mange forskellige formål, men for dette projekt anvendes den omfattende datamængde til at opstille detaljerede hastighedsprofiler.

Deltagerne til projektet er frivillige, der har givet accept til at få installeret en GPS-modtager i deres køretøj. Registreringerne som benyttes i denne undersøgelse er indtil videre foretaget over en periode på 24 måneder.

4.1.2 Alternative metoder til indsamling af data

Ligesom FCD, findes der også andre metoder til at indsamle data fra kørende bilier. Overordnet set kan metoderne inddeles i to grupper, som vist på tabel 4.1.

Registrering af snithastigheder	Registrering af strækningshastigheder
Tælleplade	Eftersætningsmetode
Spole	Bluetoothdetektorer
Gummislanger	Automatisk nummerplade registreringer (ANPR)
Radarpistol/Laser	

Tabel 4.1. Andre alternative metoder i forhold til FCD.

Registrering af snithastigheder

Spoler, tælleplader og gummislanger er alle registeringsmetoder som foregår på kørebanen. De tre metoder kan benyttes til registrering af snithastigheder. Den mest udbredte form for sensor, som benyttes til snitmålinger er spoler. Spoler består af elektriske ledninger, som fræses ned i asfalten. Til spolen påføres en lille spænding, og når et køretøj passerer spolen, dannes en impuls som registreres ved en registreringsenhed. Ved anvendelse af en spole er det muligt at tælle antallet af køretøjer, og ved anvendelse af to spoler, er det muligt at registrere hastigheder og klassificere efter køretøjets længde og type. [Vejdirektoratet, 2006]

Tælleplader og gummislanger skal i forhold til spoler, som fræses i asfalten placeres på kørebanen. Tælleplader er en mindre gummiplade, som boltes fast til asfalten. Pladen er forsynet med sensorer som måler forstyrrelser af jordens magnetfelt, når et køretøj passerer pladen. Når magnetfeltet omkring tællepladen ændres, kan enheden tælle antallet af køretøjer, samt klassificere hastigheder og køretøjstyper. Nøjagtigheden for tælleplader er mindre end spoler, men til gengæld er tælleplader nemmere at anvende, grundet deres fleksibilitet. En fuldt opladt tælleplade som er boltet fast i asfalten, kan automatisk indsamle data for flere dage. [Vejdirektoratet, 2006]

Gummislanger anvendes ligesom spoler, tværs over kørebanen. Gummislangerne som anvendes er hule og trykfølsomme. Når vægten fra et køretøjs aksler ændrer trykket i gummislangerne, registrerer en dataregistreringsenhed trykændringen. Ændringerne i lufttrykket registreres som en tælling, og ved at placere to gummislanger kan køretøjers hastighed registreres. [Vejdirektoratet, 2006]

De tre forrige nævnte metoder er automatiske efter montering. Men ved anvendelse af radarpistol som også indebærer laser, udføres målingerne manuelt fra start til slut. Radarpistoler kan benyttes til både tælling og måling af hastighed. Registreringer med en radarpistol foretages fra vejsiden, hvilket gør metoden fleksibel, og samtidig giver det mulighed for at registrere uden udefrakommende problemer som vejr og trafiksituation. Metoden har dog den ulempe, at bilisternes hastighed kan underestimeres, hvis bilisterne opdager observatøren med radarpistolen, hvilket kan få bilisterne til at nedsætte hastigheden. [Vejdirektoratet, 2006]

Registrering af strækningshastigheder

Eftersætningsmetoden, bluetoothdetektorer og ANPR er metoder der kan benyttes til registrering af strækningshastigheder. Eftersætningsmetoden anvendes til at forfølge tilfældige bilister på en given strækning. I forhold til FCD er eftersætningsmetoden væsentlig billigere at anvende. Ved FCD er det nødvendigt at installere en OBU i hver enkelt bil, hvorimod det ved eftersætningsmetoden kun er nødvendigt at installere en OBU i følgebilen. Derved er eftersætningsmetoden væsentlig mindre krævende både ressourcemæssigt og økonomisk. Ved eftersætningsmetoden skal følgebilen i princippet opføre sig som den forfulgte bil. Eftersætningsmetoden kan opdeles i to forfølgelsesmetoder, som kan anvendes, hvilket er:

- Forfølgelse ved konstant afstand
- Forfølgelse ved konstant tidsforskydning

Ved forfølgelse ved konstant afstand, skal følgebilen foretage samme manøvrer på samme tidspunkt som den forfulgte bil. Ved denne metode vil der være en konstant tidsforskydning, som skyldes afstanden mellem følgebilen og den forfulgte bil. Dermed vil hastighedsprofilet som opstilles ud fra disse data være forskudt med afstanden mellem de to køretøjer.

Ved forfølgelse ved konstant tidforskydning, skal følgebilen foretage samme manøvrer, samme sted på strækningen, som den forfulgte bil. Metoden er mere krævende for chaufføren, og kræver at chaufføren har erfaringer med denne form for kørsel.

Fordelen ved metoderne er, at det er muligt at opnå et sammenhængende hastighedsprofil over en hel strækning. Derudover er det nemt at sortere i data, da ture, hvor den forfulgte bil drejer af, parkerer eller lignende kan kasseres. Ulemperne er, at det er tidkrævende at udføre denne form for undersøgelse, og derudover er det et begrænset antal målinger der kan foretages. I undersøgelserne hvor eftersætningsmetoden er anvendt, har det være problematisk rent etisk at få optegnet hastighedsprofiler for de trafikanter, der overskriver hastighedsgrænsen, da forfølgelsesbilen også skal overskride hastigheden og derved køre ulovligt. [Lahrmann et al., 2005]

Uanset hvilken metode er anvendes, vil eftersætningsmetoden være usikker i registreringerne af bilisters hastigheder pga. afvigelsen fra den forfulgte bilist til forfølgelsesbilen. [Lahrmann et al., 2005]

En af de nyere metoder der kan anvendes til at indhente oplysninger om bilister hastigheder er ved at benytte bluetoothdetektorer. Flere af trafikanterne medbringer elektroniske produkter, som indeholder en bluetoothenhed. Det kan f.eks. være en mobiltelefon, et navigationsanlæg, et headset m.m.. Når en bluetoothenhed er tændt, udsender den en unik identifikationsstreng, som kan aflæses af detektorer. Ved at have detektorer monteret langs vejsiden kan tidspunktet for når bluetoothenheden passerer detektoren aflæses. Haves for eksempel to detektorer placeret i to punkter, kan en rejsetid og hastighed mellem de to detektorer bestemmes udfra registreringstidspunkterne. Det viser sig yderligere ved undersøgelser at 20 % af alle køretøjer har en eller flere bluetoothenheder tændt. [Lahrmann et al., 2010]

Bluetoothdetektorer har den fordel, at de kan indsamle et stort antal data uden store omkostninger. Dette skyldes hovedsageligt, at der kun skal monteres detektorer langs vejsiden. Men metoden har også nogle ulemper. For eksempel er det kun muligt at registrere middelhastigheden imellem mindst to detektorer. Hvis hastighedsprofiler skal opstilles af bluetooth målinger, kræver det at der opstilles detektorer langs strækningen med indbyrdes afstand. Derudover

har bluetoothdetektorer en stor antennerækkevidde, hvilket gør at detektorerne kan registere enheder som ikke er på den pågældende strækning. [Lahrmann et al., 2010]

Figur 4.1. Eksempel på bluetoothdetektor der er monteret på en lygtepæl. [ITS International, 2013]

ANPR er en ældre metode til registrering af køretøjer, som blev opfundet i 1976. Metoden består i at scanne køretøjers nummerplader ved brug af kameraer. Metoden kan bruges til flere forskellige opgaver, og bruges bl.a. af politiet til at registrere gennemsnitligehastigheder. Metoden består i at placere to kameraer på en vejstrækning, og ved at registrere nummerpladen ved de to faste punkter, kan den gennemsnitlige hastighed bestemmes ved brug af rejsetiden mellem de to faste punkter. [MAV systems Ltd, 2014]

Figur 4.2. Kameraer som disse bruges til at tage billeder af nummerplader, som scannes af det automatiske nummerplade anerkendelsessystem. [MAV systems Ltd, 2014]

4.2 Datakilde

4.2.1 ITS Platform

Projektet er som nævnt baseret på data leveret fra projekt ITS Platform. Intelligente Transport Systemer (ITS), der dækker over systemer og services, som medvirker til effektive trafikafvikling, samt øget trafiksikkerhed. [ITS Platform, 2010]

ITS Platform består af flere elektroniske enheder, som kan skabe den intelligente kommunikation mellem biler, infrastruktur og ITS-servere. Den elektroniske enhed i bilen, leverer oplysninger til serveren. Disse oplysninger modtages af ITS-serveren, hvor dataene behandles. Når systemet har bearbejdet de indsamlede data, kan systemet levere en målrettet information til den specifikke bilist om trafiksituationen. [ITS Platform, 2010]

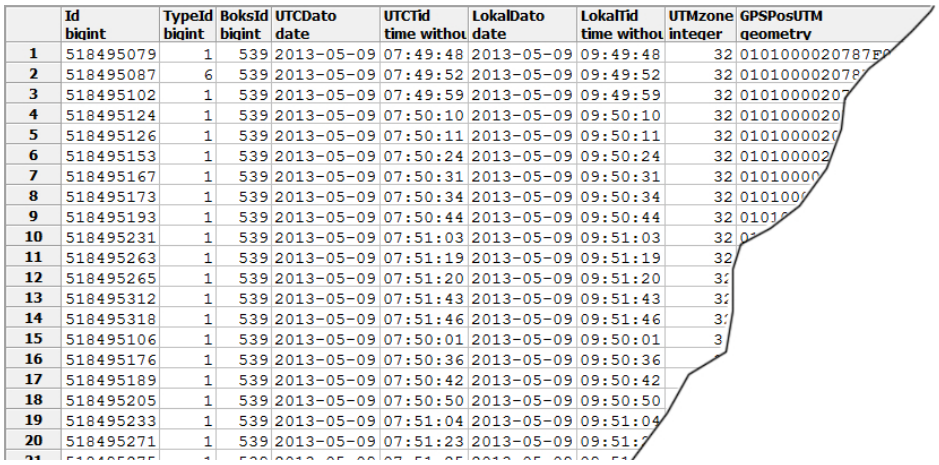
ITS Platform er en åben platform, der giver mulighed for intelligente løsninger i forskellige applikationer. I første omgang består platformen af få applikationer, eksempelvis trafikinformationer om trængsel, personlig kørselslog og parkeringsappikation der automatisk betaler parkeringsbilletten. Hensigten med platformen er at udvikle systemet yderligere i fremtiden, da ITS Platform er et vigtigt led i den nordjyske regionale ITS-strategi. [ITS Platform, 2010]

Datamaterialet som benyttes i dette projekt kommer igennem ITS Platform. I forbindelse med opstarten af ITS Platform, har omkring 500 private bilister fået en OBU installeret i deres køretøj. Projektet har som tidligere nævnt datamateriale igennem de sidste 24 måneder, hvilket giver en stor mængde data som kan indhentes og bearbejdes til dette projekts formål.

4.2.2 Databehandling

I denne undersøgelse er databehandlingen en vigtig del af processen for at opstille de rette hastighedsprofiler, som senere bruges til effektvurdering af forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger. Datamaterialet som benyttes til undersøgelsen findes på ITS Platforms server. Ved benyttelse af databaseprogrammet pgAdmin, er det muligt at oprette en forbindelse til ITS serveren, som giver adgang til rådatamaterialet.

Rådatamterialet som hentes fra serveren, har en masse informationer som ikke skal benyttes i dette projekt. Derfor har der været en omhyggelig sortering af datamaterialet inden dataene kan benyttes til opstilling af hastighedsprofiler. Datamaterialet som hentes fra serveren, er inddelt i attributter, med de forskellige oplysninger tilknyttet. Et udpluk af disse kan ses på figur 4.3, og for yderligere oplysninger om attributterne og beskrivelsen af disse, kan de findes i bilag B.1.



	Id bigint	TypeId bigint	BoksId bigint	UTCDato date	UTCTid time withou	LokalDato date	LokalTid time withou	UTMzone integer	GPSPosUTM geometry
1	518495079	1	539	2013-05-09	07:49:48	2013-05-09	09:49:48	32	01010000207875
2	518495087	6	539	2013-05-09	07:49:52	2013-05-09	09:49:52	32	010100002078
3	518495102	1	539	2013-05-09	07:49:59	2013-05-09	09:49:59	32	0101000020
4	518495124	1	539	2013-05-09	07:50:10	2013-05-09	09:50:10	32	0101000020
5	518495126	1	539	2013-05-09	07:50:11	2013-05-09	09:50:11	32	0101000020
6	518495153	1	539	2013-05-09	07:50:24	2013-05-09	09:50:24	32	010100002
7	518495167	1	539	2013-05-09	07:50:31	2013-05-09	09:50:31	32	0101000
8	518495173	1	539	2013-05-09	07:50:34	2013-05-09	09:50:34	32	010100
9	518495193	1	539	2013-05-09	07:50:44	2013-05-09	09:50:44	32	0101
10	518495231	1	539	2013-05-09	07:51:03	2013-05-09	09:51:03	32	
11	518495263	1	539	2013-05-09	07:51:19	2013-05-09	09:51:19	32	
12	518495265	1	539	2013-05-09	07:51:20	2013-05-09	09:51:20	3	
13	518495312	1	539	2013-05-09	07:51:43	2013-05-09	09:51:43	3	
14	518495318	1	539	2013-05-09	07:51:46	2013-05-09	09:51:46	3	
15	518495106	1	539	2013-05-09	07:50:01	2013-05-09	09:50:01	3	
16	518495176	1	539	2013-05-09	07:50:36	2013-05-09	09:50:36		
17	518495189	1	539	2013-05-09	07:50:42	2013-05-09	09:50:42		
18	518495205	1	539	2013-05-09	07:50:50	2013-05-09	09:50:50		
19	518495233	1	539	2013-05-09	07:51:04	2013-05-09	09:51:04		
20	518495271	1	539	2013-05-09	07:51:23	2013-05-09	09:51:		

Figur 4.3. Et udsnit af datamaterialet, som hentes fra ITS serveren.

Datamaterialet som indhentes sorteres så, datamaterialet kun indeholder de nødvendige attributter for dette projekt. Til sortering af datamaterialet samt bearbejdning af disse, er programmer som pgAdmin, Excel, LibreOffice, Quantum GIS og AutoCad anvendt. En kort beskrivelse af disse programmer, samt hvad de benyttes til findes i bilag B.2.

Efter frasortering af de "unødvendige" attributter kan tabel 4.2 opstilles. Tabel 4.2 viser de nødvendige informationer som skal benyttes til opstilling af hastighedsprofiler.

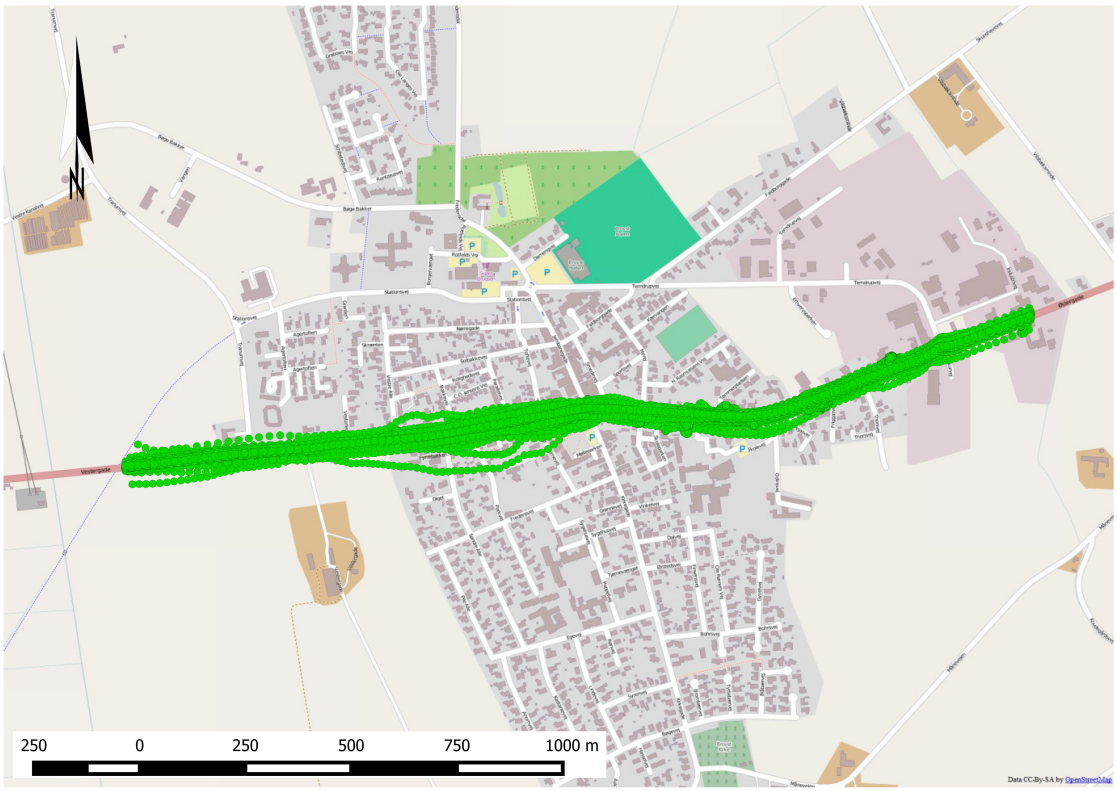
Attribut	Detaljer om beskrivelsen
Id	Unik kode for hver enkelt registrering
Dato	Dato for den enkelte logning
Tid	Tidspunkt for den enkelte logning
GPS-Position	Spatial GPS-position baseret på UTM-koordinater
BoksId	Id-nummer for den enkelte logning
Retning	Kørselsretning for den enkelte logning
Hastighed	Hastighed for den enkelte logning
TurId	En unik id for den enkelte logning

Tabel 4.2. Attributter som indeholder de informationer fra FCD, som er vigtige for opstilling af hastighedsprofiler.

BoksId er forbundet med OBU'en som er installeret i bilen. BoksId er et unikt id-nummer, som er et vigtigt led i sortering af datamaterialet. BoksId-nummeret benyttes til at sortere bilisterne, og ved sortering er det kommet frem, at der på ITS Platforms server er registreret 436 bokse. Antallet af bokse er altså større end antallet af deltagere på 425. Dette skyldes at nogle bokse er udskiftet under projektperioden pga. defekte enheder, og nogle køretøjer har fået installeret to bokse, for at validere boksene indbyrdes i forhold til registreringerne. Derved er antallet af bokse altså flere end antallet af deltagere.

Tidspunktet logningen er foretaget på er angivet ved Dato og Tid. TurId er et unikt id-nummer for hver tur der foretages. Registreringerne fra starten af ITS projektperioden har ikke automatisk fået tilkoblet en TurId. Derfor, er der ved brug af Id, Dato og Tid oprettet TurId manuelt for de logninger der ikke har tilknyttet en TurId, så datamaterialet er ens.

Efter sortering i programmet pgAdmin, er de efterfølgende sorteringer foretaget i Quantum GIS, hvor logningerne kunne plottes på et kort. Figur 4.4 viser et eksempel af datamaterialet plottet på et digitalt kort. Ved at plotte datamaterialet på et kort, giver det mulighed for at vurdere datamaterialets kvalitet. Logninger der er geografisk forskudt i forhold til vejens forløb, kan vurderes og kasseres, hvis disse ikke skal medtages i den yderligere databehandling. Samtidig kan logninger foretaget på sidevejene frasorteres.



Figur 4.4. Eksempel på udvælgelse af data til databehandling for byen Brovst. Sorteringen foretages igennem Quantum GIS.

4.3 Udvælgelse af gennemfartsbyer

I dette afsnit beskrives de udvalgte byer, samt hvilke kriterier disse byer skal opfylde, før hastighedsprofilerne kan opstilles. Det er valgt at fokusere på gennemfartsbyer, da disse i forvejen er præget af høje hastigheder og andre trafikrelaterede problemer. Gennemfartsbyer med og uden hastighedsdæmpende foranstaltninger er især i fokus, da disse i højere grad vil kunne give et nøjagtigt hastighedsprofil end data fra større byer. De større byer er hovedsagligt præget af mange stop pga. handelsmulighederne, bylivet, kryds og trængsel. Dermed vil hastighedsprofilerne ikke vise det reelle billede, og hastigheden i de større byer vil underestimeres.

4.3.1 Kriterier for udvægelse af byer

For at kunne få bedst mulige hastighedsprofiler for gennemfartsbyerne, og dermed nemmere kunne evaluere effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger opstilles nogle kriterier for byerne. Kriterierne som byerne vælges fra er:

- Lokale hastighedsændringer
- Vej- og tracéforløb
- Hastighedsdæmpende foranstaltninger

Et af de vigtigste kriterier er lokale hastighedsændringer. Normalt anvendes hastighedsdæmpende foranstaltninger ved lokale hastighedsændringer, især når hastighedsgrænsen går fra 80 km/t til 50 km/t. Det vil være nemmere at undersøge virkning af hastighedsdæmpende foranstaltninger, hvis der vælges byer, hvor der både er lokale hastighedsændringer og hastighedsdæmpende foranstaltninger. Derudover tages der højde for, hvordan tracéets forløb er i gennemfartsbyen. Hvis gennemfartsvejen er præget af mange skarpe sving i dens vejforløb, vil det påvirke bilistens hastighedsvalg. Det samme er gældende ved niveauforskelle. Derfor er byer med skarpe sving valgt fra i undersøgelsen. Yderligere er byerne valgt udfra de anlagte hastighedsdæmpende foranstaltninger, da undersøgelsen bygger på, at undersøge hvilke hastighedsdæmpende foranstaltninger som er mest effektive til at sænke hastigheden.

4.3.2 Byer der inddrages

Efter de ovennævnte kriterier samt en gennemgang af byer ved brug af Google Street View er 14 byer valgt. 13 af byerne er gennemfartsbyer, og en af dem er valgt efter de hastighedsdæmpende foranstaltninger der findes i byen, da der findes før- og eftermateriale for foranstaltningerne. Byerne, som indgår i undersøgelsen er alle beliggende i Region Nordjylland. Figur 4.5 viser de 14 byers placering i Nordjylland.

Figur 4.5. De 14 udvalgte byers placering i Region Nordjylland markeret med sort.

I analysen inddeles bygennemfarterne i to grupper, hhv. en gruppe for byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger og en gruppe for byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger. Projektets formål er som tidligere nævnt, at undersøge effekten af forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger, og da resultaterne skal kunne sammenlignes med den tidligere undersøgelse af Jørgensen, er det besluttet at have 3 byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger. Tabel 4.3 viser opdelingen af byer i to grupper.

Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger (50 km/t)	**Gruppe 2 - Byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger (60 km/t)**
Halvrimmen	Biersted
Brovst	Nielstrup
Vittrup	Stenild
Tornby	
Ålbæk	
Hundelev	
Nørager	
Børglum	
Gølstrup	
Harken	
Skørping	

Tabel 4.3. Opdeling af byerne i to grupper efter hastighedsdæmpende foranstaltninger.

4.3.3 Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger

Bygennemfarternes udformning af vejforløb, længde og hastighedsdæmpende foranstaltninger varierer fra by til by. Oftest ses det, at der ved overgangen fra 80 km/t til 50 km/t findes hastighedsdæmpende foranstaltninger ved og nær byporten. Derudover er der igennem hele bygennemfarten etableret hastighedsdæmpende foranstaltninger, for at bibeholde den lave hastighed. Bebyggelsen ved de mindre byer er oftest spredt i starten og slutningen af gennemfartsstrækningen, hvorimod i midten af gennemfartsstrækningen er bebyggelsen mere tæt, hvilket også spiller en rolle i bilisters hastighedsvalg [Jørgensen et al., 2014]. Eksempelvis kan bebyggelsens udformning ved en 50 km/t gennemfartsby se ud som på figur 4.6.

Figur 4.6. Oversigt over byen Halvrimmen, som har en typisk udformning for en gennemfartsby for gruppe 1. De røde markeringer på figuren er hastighedsdæmpende foranstaltninger i form af bremseheller. Illustrationen er ikke målfast. [OpenStreetMap, 2014]

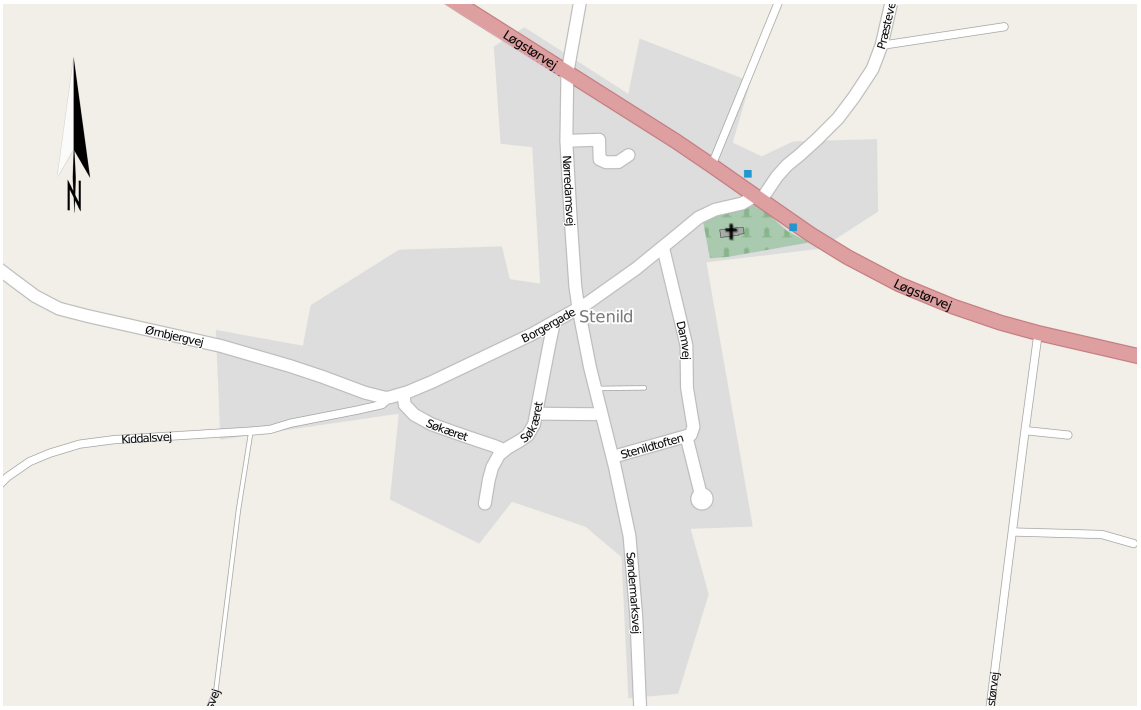
En oversigt over byerne samt oplysninger om hvilke hastighedsdæmpende foranstaltninger byen er etableret med kan ses på tabel 4.4.

Bygennemfarter	**Vestlig byport**	**Østlig byport**	**Øvrigt (igennem byen)**	**Hastighedsgrænse**
Halvrimmen	Bremsehelle	Bremsehelle	Ingen	50 km/t
Brovst	Bremsehelle	Rundkørsel	Signalregulering	50 km/t
Vittrup	Bremsehelle	Bremsehelle	3 hævede flader	50 km/t
Hundelev	Bremsehelle	Bremsehelle	2 hævede flader	50 km/t
Gølstrup	Bremsehelle	Bremsehelle	3 hævede flader	50 km/t
Nørager	Bremsehelle	Bremsehelle	4 hævede flader	50 km/t
Børglum	Bremsehelle	Bremsehelle	5 hævede flader	50 km/t
Bygennemfarter	**Nordlig byport**	**Sydlig byport**	**Øvrigt (igennem byen)**	**Hastighedsgrænse**
Harken	Bremsehelle	Bremsehelle	Ingen	50 km/t
Tornby	Ingen	Ingen	8 bump	50 km/t
Ålbæk	Ingen	Ingen	Rundkørsel	50 km/t
Skørping	Ikke relevant	Ikke relevant	1 bump og 2 forsætninger	50 km/t

Tabel 4.4. De 10 første rækker er gennemfartsbyer med hastighedsdæmpende foranstaltninger. Skørping er etableret med forsætninger med indsnævring til et spor, og er medtaget i undersøgelsen da der findes datamateriale fra før og efter etableringen af forsætningerne.

4.3.4 Gruppe 2 - Byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Gruppe 2 adskiller sig fra gruppe 1 ved, at der sjældent findes hastighedsdæmpende foranstaltninger ved byporten, som markerer overgangen fra 80 km/t til 60 km/t. Det eneste markering der normalt findes er en stedtavle fulgt op med en lokal hastighedsbegrænsning. Andre kendetegnelser ved gennemfartsbyer med en hastighedsbegrænsning på 60 km/t er, at de oftest har en spredt bebyggelse. Eksempelvis kan det på figur 4.7 ses, hvor illustrationen viser bebyggelsens udformning for gennemfartsbyen Stenild.



Figur 4.7. Oversigt over byen Stenild, som har en typisk udformning for gennemfartsbyer i gruppe 2. Illustrationen er ikke målfast. [OpenStreetMap, 2014]

En oversigt over byerne og de yderligere oplysninger kan ses på tabel 4.5.

Bygennemfarter	**Vestlig byport**	**Østlig byport**	**Øvrigt (igennem byen)**	**Hastighedsgrænse**
Biersted	Ingen	Ingen	Ingen	60 km/t
Stenild	Ingen	Ingen	Ingen	60 km/t
Bygennemfarter	**Nordlig byport**	**Sydlig byport**	**Øvrigt (igennem byen)**	**Hastighedsgrænse**
Nielstrup	Ingen	Ingen	Ingen	60 km/t

Tabel 4.5. Gruppe 2, byer uden hastighedsdæmpende foranstaltnigner.

4.4 Beregninger

For at belyse problemerne omkring de høje hastigheder ved bygennemfarterne skal der foretages en række beregninger til præsentation af de indsamlede datamateriale. Beregninger der foretages i denne rapport omfatter:

- Middelhastighed
- Standardafvigelse
- 85 % fraktil

Middelhastighed

Middelhastigheden, (V_{middel}) skal beregnes for hver retning for hver bygennemfart, for at kunne angive strækningens gennemsnitlige hastighedsprofil.

Efter udarbejdelsen af datamaterialet, er en hastighed til hver logning og position bestemt. Middelhastigheden, $\overline{X}$, for datasættet beregnes derfor med denne formel:

$$\overline{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_n}{n} \tag{4.1}$$

Til at foretage disse udregninger benyttes Excel.

Standardafvigelse

Standardafvigelsen, eller spredningen, viser hvordan de enkelte målinger er samlet. En stor spredning betyder at der er store forskelle i målingerne, og fortæller at kvaliteten ikke er god. En lille spredning betyder modsat, at registreringerne ligger tæt på middelværdien. I hastighedsprofilerne vil spredningen hhv. blive trukket fra og lagt til gennemsnitshastigheden, for at vise den egentlige usikkerhed. Standardafvigelsen betegnes som SD og beregnes med denne formel:

$$SD = \sqrt{\frac{(\overline{x} - x_1)^2 + (\overline{x} - x_2)^2 + ...(\overline{x} - x_3)^2}{n-1}} \tag{4.2}$$

85 % fraktil

85 % fraktilet, $\left(V_{0,85}\right)$, for et datasæt er den værdi 85 % af datamaterialet er mindre eller lig med. Når $V_{0,85}$ benyttes i beregninger for hastigheder, angiver $V_{0,85}$ den hastighed 85 % af bilisterne overholder. $V_{0,85}$ anvendes ofte i trafikplanlægnings- og trafiksikkerhedsmæssige sammenhæng. Når hastighedsdæmpende foranstaltninger skal effektevaluveres anvendes $V_{0,85}$ oftest som et krav fra vejmyndigheden. Dvs. at 85 % af bilisterne skal overholde hastigheden, som den hastighedsdæmpende foranstaltning er designet projekteret ud fra.

4.4.1 Vurderingskriterier for valg af hastighedsprofil

For at undersøge bilisternes hastigheder i bygennemfarten, er det besluttet at anvende $V_{0,85}$, som vurderingskriterium i stedet for V_{middel}. Hvis V_{middel} anvendes som kriterium, så ville det betyde, at hastighedsbegrænsningen i en bygennemfart vil blive vurderet overholdt, selvom at det kun er den gennemsnitlige hastighed der overholder hastighedsbegrænsningen. Det er derfor ikke acceptabelt at anvende V_{middel} som vurderingskriterium for om bilisterne overholder hastighedsbegrænsningen. Desuden er $V_{0,85}$ det mest benyttede værktøj i hastighedsarbejdet.

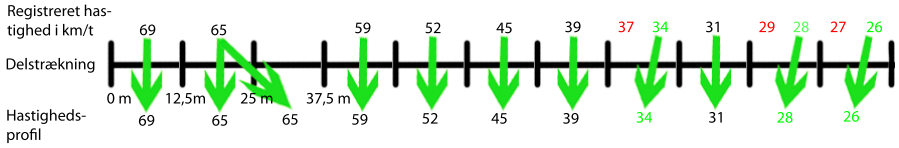
4.5 Opstilling af hastighedsprofiler ved anvendelse af FCD

For at opstille et hastighedsprofil skal det indhentede FCD logninger behandles. Der tages udgangspunkt i Jørgensens fremgangsmetode, og anvender den samme metode for opstilling af hastighedsprofiler.

FCD logninger som registreres er forskellige for hver kørselsretning, derfor er det nødvendigt at opstille et hastighedsprofil for hver kørselsretning for hver gennemfartsby. Derudover kan byens udformning, randebebyggelse og vejforløb variere meget efter kørselsretning, som kan påvirke bilistens hastighedsvalg. Derfor vil en hastighedsprofil for en gennemfartsby ikke se ens ud for begge kørselsretninger, og virkningen af de hastighedsdæmpende foranstaltninger vil ikke være entydig for begge kørselsretninger.

Ved at benytte informationerne fra attributtabellerne, kan hver logning sammenkobles til hele ture. Logninger før juni 2013 er ikke tildelt en TurId automatisk, hvilket betyder, at der manuelt er tildelt en TurId igennem LibreOffice, for disse logninger. Det er bestemt, at hvis der er mere end 10 sekunder mellem to registreringerne for et køretøj, så betragtes det som en ny tur. Det betyder også, at hvis OBU'en mister signalet, resulterer det i, at det også registreres en ny tur, såfremt der går mere end 10 sekunder.

Antallet af registreringer pr. delstrækning afhænger af køretøjets hastighed. Hvis et køretøj har en lavere hastighed end 45 km/t, så vil der forekomme flere registreringer indenfor hver delstrækning, da køretøjet kører mindre end 12,5 meter pr. sekund. Tilsvarende vil køretøjer som kører hurtigere end 45 km/t, have færre registreringer og af og til vil der slet ikke være nogle registreringer på den enkelte delstrækning. For at kunne udarbejde et hastighedsprofil fra delstrækningerne, skal der være en logning pr. tur i hver af hastighedsprofilets delstrækninger. Det betyder, at hvis der er registreret flere logninger indenfor en delstrækning, anvendes den sidste logning, mens de øvrige logninger kasseres. Hvis der ikke er registreret nogle logninger inden for en delstrækning, anvendes den forrige delstrækning registrering for denne delstrækning. Dette er illustreret på figur 4.8, som er en revideret figur af den Jørgensen anvendte.



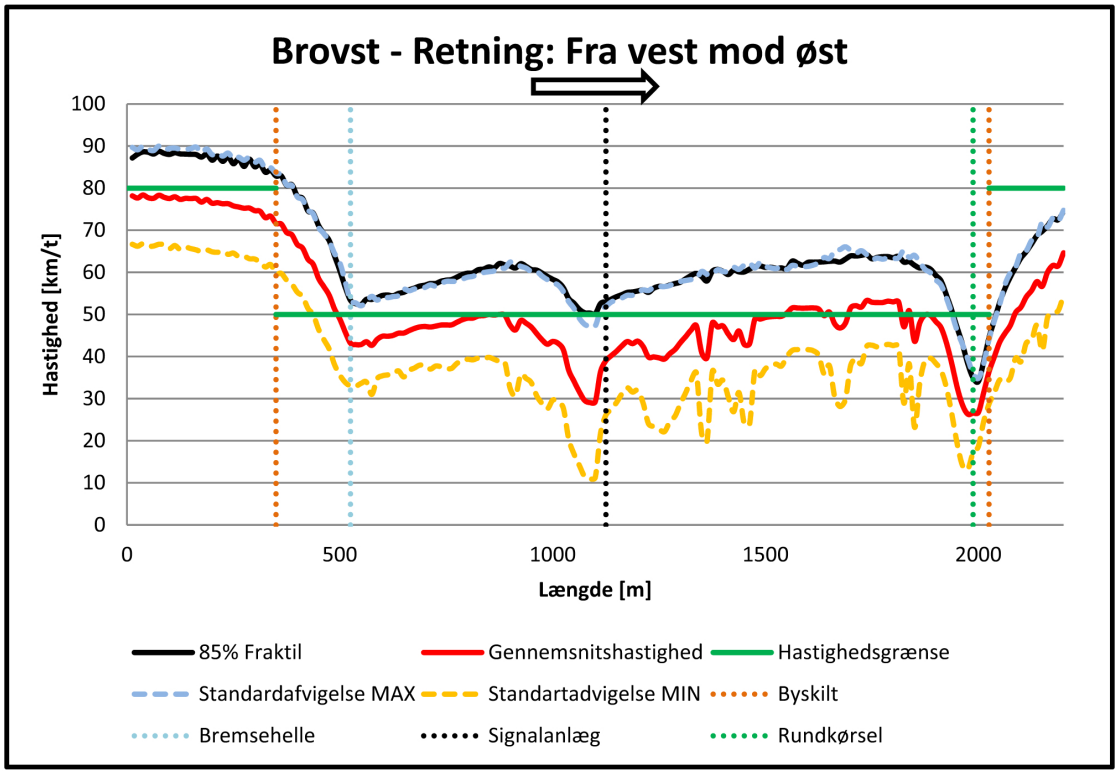
Figur 4.8. Eksempel på hvordan hastighedsprofilet kan opstilles ved anvendelse af informationer fra FCD logninger. Figuren er en revideret udgave af den Jørgensen anvendte. [Jørgensen et al., 2014]

Ved anvendelse af AutoCad, er hver delstrækning tilknyttet et koordinat. Dernæst er programmet Excel anvendt til at beregne V_{middel}, $V_{0,85}$ og standardafvigelsen. Figur 4.9 illusterer fremgangsmetoden til udregninger af V_{middel} og $V_{0,85}$. For hver delstrækning er hastigheden beregnet, ligesom den blå og røde pil illusterer.

Delstrækning	12,5 [m]	25 [m]	37,2 [m]	50 [m]	62,5 [m]
	V_{middel}	V_{middel}	V_{middel}	V_{middel}	V_{middel}
	$V_{0,85}$	$V_{0,85}$	$V_{0,85}$	$V_{0,85}$	$V_{0,85}$
Hastigheder	57,5	57,2	58,5		56,5
		58,6	59,0	58,3	57,9
	57,7	58,8		59,1	58,6
	58,5	59,5	59,1		60,2
	59,1		60,0	59,6	
		60,0		60,2	60,6

Figur 4.9. For hver delstrækning er hastighederne lagt sammen, og derefter er V_{middel} og $V_{0,85}$ beregnet.

Når udregninger for V_{middel} og $V_{0,85}$ er foretaget for en kørselsretning kan hastighedsprofilet for denne kørselsretning opstilles. Til at opstille hastighedsprofilerne er Excel anvendt. Et eksempel på et hastighedsprofil fremgår af figur 4.10.



Figur 4.10. Hastighedsprofilet for Brovst med kørselsretning fra vest mod øst.

I eksemplet på figuren, fremgår det, hvordan hastigheden ændres fra landevejskørsel til bykørsel. I eksemplet kan det også ses, hvor byen er etableret med hastighedsdæmpende foranstaltninger. De kommende hastighedsprofiler, som bliver præsenteret i denne rapport vil være illustreret på samme måde som det ovenstående hastighedsprofil.

4.6 Usikkerhed ved anvendelse FCD

Ligesom Jørgensen, der benyttede sig af Floating Car Data fra et andet projekt 'Spar På Farten', kan der diskuteres hvorvidt resultaterne er retvisende da deltagerne er frivillige. Jørgensen stiller spørgsmålstegn ved, hvorvidt bilisterne er en korrekt afspejling af den gennemsnitlige bilist i Danmark. Det kan påtænkes at det primært er "forsigtige" og/eller lovlydige bilister der melder sig til sådan projekter, da de i forvejen kører ordentligt og ikke overskrider hastighedsgrænserne og derved ikke har noget "at skjule". [Harms et al., 2008]

Modsat kan kvaliteten vurderes til at være nogenlunde troværdig, da en konsekvens af en meget lovlydig deltagergruppe, vil være at resultaterne vil blive minimumsværdier, og at de faktiske hastighedsprofiler for bygennemfarter vil være højere. Omskrevet, betyder dette, at hvis en hastighedsoverskridelse findes, vil der med meget stor sandsynlighed være en større hastighedsoverskridelse, hvorimod et hastighedsprofil under hastighedsgrænsen til at være et vurderingsspørgsmål.

KAPITEL

5 Byer og data

I dette kapitel beskrives de udvalgte byer yderligere mht. til gennemfartsstrækningens længde, ÅDT og antallet af ture for byerne. Både i Jørgensens og den spanske undersøgelse konkluderes det, at den indbyrdes afstand mellem hastighedsdæmpende foranstaltninger har en afgørende betydning, for om den lave hastighed bibeholdes igennem hele bygennemfarten. Yderligere vil der i dette kapitel gives en beskrivelse af vejreglernes anbefalinger mht. den indbyrdes afstand mellem de hastigehdsdæmpende foranstaltninger.

5.1 Gennemfartsstrækningens længde

De valgte gennemfartsstrækninger der benyttes i denne undersøgelse er ikke særlige lange. Strækningerne har en længde i mellem 0,4-2 km. Det har ikke været muligt at foretage en inspektion af de 14 byer mht. til byrummet og strækningsforløb. Men derimod er nyere ortofotos og Google Street View anvendt til at vurdere bebyggelsen omkring byerne og strækningernes udformning. Det kan bemærkes at 50 km/t byerne fra gruppe 1, har mere tæt bebyggelse end 60 km/t byerne fra gruppe 2. Her er bebyggelsen mere spredt og åben i forhold til 50 km/t byerne. Tabel 5.1 viser længden af gennemfartsstrækningen samt ÅDT'en for de forskellige byer. Det skal dog bemærkes at Skørping ikke er en gennemfartsstrækning, og længden af vejprofilet er ikke angivet. Ligeledes er ÅDT'en for Skørping ikke angivet, da denne ikke findes for den specifikke strækning.

Bygennemfarter	Længden af gennemfartsstrækningen [m]	ÅDT	Tælleår
Gruppe 1 byer:			
Halvrimmen	1750	7061	2012
Brovst	1675	7997	2002
Vittrup	975	4876	2002
Tornby	1350	3830	2014
Ålbæk	950	5250	2013
Hundelev	513	4344	2002
Gølstrup	1463	3639	2012
Nørager	863	4443	2013
Børglum	1625	1853	2009
Skørping	-	-	-
Harken	1075	5996	2010
Gruppe 2 byer:			
Stenild	613	4562	2013
Nielstrup	1213	5557	2013
Biersted	463	2803	2002

Tabel 5.1. De 13 byers gennemfartsstrækninger og ÅDT'en for hver by. Skørping ikke en gennemfartsstrækning og ÅDT'en for vejstrækningen findes ikke. [Vejdirektoratet, 2014a]

Længden af gennemfartsstrækningerne er målt i AutoCad ved hjælp af et digitalt kort over vejmidter. For gruppe 1 er det bestemt, at længden af gennemfartsstrækningerne er målt fra byskilt til byskilt, da byskiltet medfører en hastighedsbegrænsning på 50 km/t, hvis ikke andet er anvist. Tilsvarende er det valgt for gruppe 2, at længden af gennemfartstrækningerne er målt fra hastighedstavle til hastighedstavle. Som det fremgår af tabel 5.1, er nogle af ÅDT-tællingerne af ældre dato, men da ÅDT'en blot skrives for at give en indikation af trafikintensiten ved de mindre byer, og ikke benyttes til yderligere beregninger, vælges det ikke at fremskrive disse tal.

5.1.1 Anbefalet afstand mellem fartdæmpere

Den indbyrdes afstand mellem de hastighedsdæmpende foranstaltninger har en afgørende betydning, for om de virker efter hensigten. Det er derfor nødvendigt at undersøge det indbyrdes afstandsforhold mellem de hastighedsdæmpende foranstaltninger for de valgte byer. Fartdæmpere skal anlægges og udformes således, at de har en indbyrdes afstand som passer til planlægningshastigheden. Dvs. jo lavere hastighed der ønskes, desto mindre skal den indbyrdes afstand være mellem de hastighedsdæmpende foranstaltninger. I håndbogen for fartdæmpere er der angivet en tabel med anbefalet afstand mellem fartdæmpere, som fremgår af figur 5.1.

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

Figur 5.1. Anbefalet afstand mellem planlægningshastighed og fartdæmpere. [Vejdirektoratet, 2013a]

Det bemærkes dog, at de ovenstående anbefalinger skal vurderes i forhold til de lokale forhold, såsom vejkryds, overkørsler, bebyggelse, vejbelysning, afvanding og ikke mindst hvilken udformning fartdæmpere har. Hvis vejbestyrelsen som anlægger fartdæmpere, vurderer at vejmiljøet som helhed bliver bedre af andre indbyrdes afstande, kan disse også anvendes. Da afstanden mellem de hastighedsdæmpende foranstaltninger varierer fra bygennemfart til bygennemfart, er det valgt at beskrive disse hver for sig i kapitel 7, hastighedsprofiler.

5.2 Antal køretøjer og ture

Hastighedsprofilerne som opstilles skal være repræsentative for den generelle kørsel i bygennemfarterne. Det er derfor nødvendigt at undersøge om turene kommer fra forskellige køretøjer. Dvs. jo større antallet af køretøjer er, desto mere repræsentativ vil undersøgelsen være. Hvis der opstilles et hastighedsprofil med få køretøjer, f.eks. 2-3 køretøjer, vil hastighedsprofilet i højere grad afspejle de enkelte bilisters kørselsadfærd, og er ikke repræsentative nok til at beskrive den generelle adfærd hos alle bilister.

Antallet af ture for de enkelte kørselsretninger, har også en betydning for undersøgelsens repræsentativitet. Hvis antallet af ture er få, kan undersøgelsens resultater skyldes tilfældigheder. Derfor skal antallet af ture, have en hvis størrelse, for at resultaterne ikke skyldes tilfældigheder eller andre hændelser.

For at sikre, at undersøgelsen er repræsentativt og belyser den generelle trafikantadfærd og ikke enkelte bilisters adfærd, er datagrundlaget undersøgt mht. antallet af unikke køretøjer og antallet af ture. I tabel 5.2 og 5.3 fremgår en oversigt over antallet af køretøjer samt antallet af ture for hver bygennemfart i hver kørselsretning for gruppe 1.

Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Retning** (fra)	**Antal unikke køretøjer**	**Antal ture**
Halvrimmen	Øst	193	2661
	Vest	199	2697
Brovst	Øst	163	1611
	Vest	177	1742
Vittrup	Øst	109	733
	Vest	111	812
Tornby	Nord	68	418
	Syd	57	340
Ålbæk	Nord	94	201
	Syd	83	170
Hundelev	Øst	98	783
	Vest	90	831
Nørager	Øst	49	617
	Vest	58	619
Børglum	Øst	67	474
	Vest	58	420
Gølstrup	Øst	99	1068
	Vest	99	1325
Harken	Nord	97	2015
	Syd	88	2072
Gennemsnit		**103**	**1080**

Tabel 5.2. Oversigt over antal af unikke køretøjer og ture for gruppe 1.

Strækningen ved Skørping er ikke en bygennemfart, og derfor drejer undersøgelsen sig om, at effektevaluere den hastighedsdæmpende foranstaltning i form af forsætninger, som blev etableret på strækningen i 2013. Da forsætningerne blev etableret under ITS Platform projektet, findes der hhv. data for før og efter etableringen af forsætningerne. Dermed giver det den unikke mulighed for, at undersøge virkningen af forsætningerne, og om disse har haft en effekt på hastigheden. Tabel 5.3 viser antallet af unikke køretøjer og ture for strækningen i Skørping. Som det fremgår af tabellen, er antallet af unikke køretøjer og ture væsentlig lavere efter etablering af forsætningerne, og dette skyldes at der kun er data for 5 måneder efter etablering af forsætningerne.

Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Målinger**	**Retning** (fra)	**Antal unikke køretøjer**	**Antal ture**
Skørping	Før 26/08-13	Nord	44	1741
		Syd	34	1689
	Efter 09/09-13	Nord	14	236
		Syd	15	238

Tabel 5.3. Oversigt over antal af ture og unikke køretøjer for Skørping, fra gruppe 1.

Tabel 5.4 viser tilsvarende antallet af unikke køretøjer samt ture for gruppe 2, gennemfartsbyer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Gruppe 2 - Byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Retning** (fra)	**Antal unikke køretøjer**	**Antal ture**
Biersted	Øst	81	1500
	Vest	87	1410
Nielstrup	Nord	96	799
	Syd	106	851
Stenild	Øst	55	448
	Vest	74	561
Gennemsnit		**83**	**928**

Tabel 5.4. Oversigt over antallet af unikke køretøjer og ture for gruppe 2.

Der er i gennemsnit hhv. 1080 ture for gruppe 1, uden turene fra Skørping, og 928 ture for grupp 2. Det vurderes, at både antallet af unikke køretøjer og ture har en god størrelse, til at være repræsentative for den generelle trafikantadfærd for begge grupper.

KAPITEL

6 Resultater

I dette kapitel beskrives resultaterne der udregnes mht. bilisters hastighedsvalg ved bygennemfarterne, og hvilke konsekvenser disse har for uheldsstatistikkerne. Ved brug af potensmodellen udregnes risikoen for personskadeuheld og dødsulykker for hver gennemfartsby, som også præsenteres i dette kapitel.

6.1 Bilisters hastighed i bygennemfarter

Bilisters hastighed kan variere meget imellem de enkelte bygennemfarter. Dette skyldes flere parametre, som har en afgørende faktor for hastighedsvalget. Et af de parametre, som ikke kan vurderes i undersøgelsen er den enkelte bilist personlige kørselsadfærd. Kørselsadfærden varierer fra bilist til bilist, og det er dermed ikke muligt at vurdere i undersøgelsen. En undersøgelse foretaget af European Transport Safety Council i 2009 viser, at vi i Danmark overskrider hastighedsgrænsen på veje i åbent land. 72 % af bilisterne i åbent land overskrider den tilladte hastighedsgrænse på 80 km/t. Derved kan det vurderes, at næsten 3/4 af bilisterne på veje i åbent land, overskrider de tilladte hastigheder. Idet 3/4 af bilisterne overskrider hastighedsgrænsen, er det væsentlig at undersøge hvilke parametre der giver anledning til disse overskridelser. [ETSC, 2009]

Andre parametre, som giver anledning til variation i hastigheden, kan bl.a. være:

- Bredden af bygennemfarten
- Anlæg som hastighedsdæmpende foranstaltninger, signalregulering og kantstensparkering m.m.
- Forskelle i hastighedsbegrænsning i og udenfor bygennemfarten.
- Vej- og tracéforløb
- Udformning af randebebyggelsen

De ovenstående faktorer kan alle vurderes ved at analysere hastighedsprofilerne og gennemfartsvejen. Dette beskrives yderligere i kapitel 7, hastighedsprofiler, hvor hastighedsprofilerne for de forskellige byer beskrives. I tabel 6.1 fremgår bilisternes middelhastighed og den gennemsnitslige 85 % fraktil for bygennemfarter i gruppe 1, dog ikke for strækningen ved Skørping. Bilisternes V_{middel} og den gennemsnitslige $V_{0,85}$ for strækningen i Skørping kan ses i tabel 6.2.

Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Retning** (fra)	**Gns. hastighed [km/t]**	**Gns. 85 % fraktil [km/t]**
Halvrimmen	Øst	47,8	60,5
	Vest	49,7	62,6
Brovst	Øst	44,5	59,3
	Vest	45,6	60,7
Vittrup	Øst	49,6	59,0
	Vest	49,6	58,6
Tornby	Nord	45,8	52,7
	Syd	47,2	54,6
Ålbæk	Nord	42,8	54,2
	Syd	43,2	54,9
Hundelev	Øst	51,2	60,4
	Vest	51,7	60,2
Nørager	Øst	44,7	53,7
	Vest	45,8	55,0
Børglum	Øst	48,1	58,9
	Vest	50,1	61,6
Gølstrup	Øst	52,1	62,5
	Vest	51,9	62,0
Harken	Nord	56,0	67,4
	Syd	53,6	64,7
Gennemsnit for grp. 1		**48,6**	**59,2**

Tabel 6.1. Værdier for bilisters hastighed for gruppe 1.

V_{middel} for bygennemfarterne i gruppe 1 er på 48,6 km/t. De laveste hastigheder for hver kørselsretning findes i Ålbæk på hhv. 42,8 km/t i sydlig retning og 43,2 km/t i nordlig retning. Dette skyldes hovedsageligt den rundkørsel, som er etableret i midten af byen. En rundkørsel er udformet, så den virker effektivt ved at reducere hastigheden, hvilket stemmer i overensstemmelse med de beregnede middelhastigheder. De højeste middelhastigheder findes i Harken i retning, her er V_{middel} på 56,0 km/t, hvilket er 6 km/t højere end det tilladte.

Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Målinger**	**Retning** (fra)	**Gns. hastighed [km/t]**	**Gns. 85 % fraktil [km/t]**
Skørping	Før 26/08-13	Nord	48,6	60,3
		Syd	46,6	58,8
	Efter 09/09-13	Nord	42,0	52,6
		Syd	40,5	51,4

Tabel 6.2. Værdier for bilisters hastighed for strækningen ved Skørping.

Tabel 6.2 viser bilisternes hastigheder for strækningen ved Skørping. Tabellen viser V_{middel} og den gennemsnitslig $V_{0,85}$, for før og efter etableringen af forsætningerne. Før etableringen af

forsætningerne fandtes, fra nordlig retning, en V_{middel} på 48,6 km/t og den gennemsnitslige $V_{0,85}$ på 60,3 km/t. Fra sydlig retning var V_{middel} på 46,6 km/t og den gennemsnitslige $V_{0,85}$ på 58,8 km/t. Hastighedsgrænsen på strækningen er 50 km/t, hvilket betyder at 85 % af bilisterne ikke har overholdt hastighedsbegrænsningen.

Efter etableringen af forsætningerne er der sket en reduktion i både V_{middel} og $V_{0,85}$. For den sydlige retning er $V_{0,85}$ faldet med 7,7 km/t og for den nordlig retning er der et fald på 7,4 km/t. Det er tydeligt at se den effekt forsætningerne har haft på hastigheden, hvilket er positivt idet forsætningerne har sænket både V_{middel} og den gennemsnitslige $V_{0,85}$.

I tabel 6.3 fremgår bilisternes V_{middel} og den gennemsnitslige $V_{0,85}$ for bygennemfarterne i gruppe 2. V_{middel} for bygennemfarterne i gruppe 2 er 68,6 km/t, hvilket er 8,6 km/t højere end det tilladte. Byerne er ikke etableret med hastighedsdæmpende foranstaltninger, hvilket kan bemærkes udfra de høje middelhastigheder. Den laveste V_{middel} findes i Nielstrup fra sydlig retning på 66,5 km/t, hvilket er 6,5 km/t højere end det tilladte. Den højeste V_{middel} findes i Biersted fra vestlig retning på 72,2 km/t, som er 12,2 km/t højere end det tilladte. Disse middelhastigheder viser at gennemfartsbyer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger i højere grad er præget af høje hastigheder, og bilisterne generelt ikke overholder hastighedsbegrænsningerne.

Gruppe 2 - Byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Retning** (fra)	**Gns. hastighed [km/t]**	**Gns. 85 % fraktil [km/t]**
Biersted	Øst	67,7	79,5
	Vest	72,2	84,6
Nielstrup	Nord	68,3	82,6
	Syd	66,5	80,6
Stenild	Øst	68,2	78,4
	Vest	68,5	78,2
Gennemsnit for grp. 2		**68,6**	**80,7**

Tabel 6.3. Værdier for bilisters hastighed for gruppe 2.

Det er bestemt at anvende $V_{0,85}$ som vurderingskriterium for, om bilisterne overholder hastighedsbegrænsningen i bygennemfarterne. Den gennemsnitslige $V_{0,85}$ for gruppe 1 er 59,2 km/t. Dette betyder, at bilisterne ikke overholder hastighedsbegrænsningen på 50 km/t for alle gennemfartbyer i gruppe 1. $V_{0,85}$ er over 50 km/t for alle gennemfartsbyer. Den mindste forskel i hastighedsbegrænsningen og $V_{0,85}$ findes i Tornby fra nordlig retning, hvor forskellen er 2,7 km/t. Den største forskel i hastighedsbegrænsningen og $V_{0,85}$ findes i Harken fra nordlig retning, hvor forskellen er 17,4 km/t. Altså kan det ses, at der samlet set køres for hurtigt og bilisterne overholder ikke hastighedsbegrænsningen som der ellers skiltes med. Derudover kan der stilles spørgsmålstegn ved virkning af de hastighedsdæmpende foranstaltninger som er etableret i byerne. I gruppe 1 er alle byer etableret med hastighedsdæmpende foranstaltninger, men alligevel er gennemsnittet for $V_{0,85}$ langt over det tilladte på 50 km/t.

For bygennemfarterne i gruppe 2, overskrider bilisterne hastighedsbegrænsningen for både V_{middel} og $V_{0,85}$. Den gennemsnitslige $V_{0,85}$ for gruppe 2 er på 80,7 km/t. Det betyder, at bilisterne slet ikke overholder hastighedsbegrænsningen. Den mindste forskel i hastighedsbegrænsningen og $V_{0,85}$ findes i Stenild fra vestlig retning, hvor forskellen er 18,2 km/t. Den største forskel i hastighedsbegrænsningen og $V_{0,85}$ findes i Biersted fra vestlig retning, hvor forskellen er

24,6 km/t. Ligesom gruppe 1, sker der en overtrædelse af hastighedsbegrænsningen for gruppe 2. Dog er alvorlighedsgraden for hastighedsovertrædelserne væsentlig større for gennemfartsbyerne i gruppe 2 end i gruppe 1. Dette hænger sammen med, at byerne ikke er etableret med hastighedsdæmpende foranstaltninger i og udenfor byen, hvilket ikke forhindrer bilisterne i at køre uændret igennem byen når de kommer fra en landevej hvor hastighedsgrænsen er 80 km/t.

6.2 Uheldsberegninger ved anvendelse af potens-modellen

I det forrige afsnit blev resultaterne for bilisternes V_{middel} og $V_{0,85}$ beskrevet. Der var en tydelig tendens til at bilisterne kørte væsentlig hurtigere end det tilladte for gruppe 1 og 2. I dette afsnit bruges $V_{0,85}$, som et vurderingskriterium for, om bilisterne overholder hastighedsgrænserne til uheldsberegningerne. Ved brug af potens-modellen er der foretaget udregninger for risikoen for ulykker. Her er der især fokus på personskadeuheld og dødsulykker.

I tabel 6.4 kan resultaterne af uheldsberegningerne for de 10 bygennemfarter ses. I takt med at bilisterne kører hurtigere end det tilladte, er risikoen for materielskadeuheld, personskadeuheld og dødsulykker også stigende. Hastighedsgrænsen for alle byerne i gruppe 1 er 50 km/t. Det er denne værdi, som benyttes i udregningerne, som $før_{hastighed}$ i potens-modellen for alle bygennemfarter i gruppe 1.

Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Retning** (fra)	**Gns. 85 % fraktil**	**Materiel-skadeuheld [%]**	**Person-skadeuheld [%]**	**Døds-ulykker [%]**
Halvrimmen	Øst	60,5	21,0	46,4	114,4
	Vest	62,6	25,2	56,8	145,7
Brovst	Øst	59,3	18,6	40,7	97,9
	Vest	60,7	21,4	47,4	117,2
Vittrup	Øst	59,0	18,0	39,2	93,9
	Vest	58,6	17,2	37,4	88,7
Tornby	Nord	52,7	5,4	11,1	23,4
	Syd	54,6	9,2	19,2	42,2
Ålbæk	Nord	54,2	8,4	17,5	38,1
	Syd	54,9	9,8	20,6	45,3
Hundelev	Øst	60,4	20,8	45,9	112,9
	Vest	60,2	20,4	45,0	110,1
Nørager	Øst	53,7	7,4	15,3	33,1
	Vest	55,0	10,0	21,0	46,4
Børglum	Øst	58,9	17,8	38,8	92,6
	Vest	61,6	23,2	51,8	130,4
Gølstrup	Øst	62,5	25,0	56,3	144,1
	Vest	62,0	24,0	53,8	136,4
Harken	Nord	67,4	34,8	81,7	230,2
	Syd	64,7	29,4	67,4	180,4
Gennemsnit for grp. 1		**59,2**	**18,4**	**40,1**	**96,2**

Tabel 6.4. Tabellen viser risikoen for materielskadeuheld, personskadeuheld og dødsulykker beregnet ved brug af potens-modellen for de 10 gennemfartsbyer i gruppe 1.

Det fremgår af tabellen foroven, at der er en stigning i risikoen for alle tre slags uheld. Med et gennemsnit på 59,2 km/t for 85 % fraktilet, er der 40,1 % større risiko for personskadeuheld og 96,2 % større risiko for dødsulykker.

Gruppe 1 - Byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Målinger**	**Retning** (fra)	**Gns. 85 % fraktil**	**Materiel-skade-uheld [%]**	**Person-skade-uheld [%]**	**Døds-ulykker [%]**
Skørping	Før 26/08-13	Nord	60,3	20,6	45,4	111,5
		Syd	58,8	17,6	38,3	91,3
	Efter 09/09-13	Nord	52,6	5,2	10,7	22,5
		Syd	51,4	2,8	5,7	11,7

Tabel 6.5. Tabellen viser risikoen for materielskadeuheld, personskadeuheld og dødsulykker beregnet ved brug af potens-modellen, for strækningen ved Skørping.

Tabel 6.5 viser, at etableringen af forsætningerne medførte en reduktion i hastigheden, og derved også en reduktion i risikoen for uheld. Ved brug af potens-modellen er udregninger

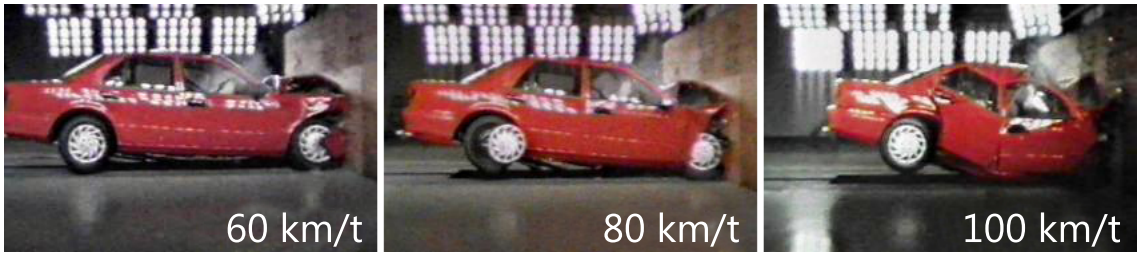
for reduktion af uheld beregnet for efter etablering af forsætningerne. Her opnås en reduktion på 23,9 % for personskadeuheld, og 42,1 % for dødsulykker for sydlig retning. Ligeledes opnås der en reduktion på 23,6 % for personskadeuheld og 41,6 % for dødsulykker for nordlig retning.

Gruppe 2 - Byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger	**Retning** (fra)	**Gns. 85 % fraktil**	**Materiel-skadeuheld [%]**	**Person-skadeuheld [%]**	**Døds-ulykker [%]**
Biersted	Øst	79,5	32,5	75,6	208,2
	Vest	84,6	41,0	98,8	295,3
Nielstrup	Nord	82,6	37,7	89,5	259,2
	Syd	80,6	34,3	80,5	225,6
Stenild	Øst	78,4	30,7	70,7	191,5
	Vest	78,2	30,3	69,9	188,6
Gennemsnit for grp. 2		**80,7**	**34,4**	**80,7**	**226,4**

Tabel 6.6. Tabellen viser risikoen for materielskadeuheld, personskadeuheld og dødsulykker beregnet ved brug af potens-modellen for de 3 gennemfartsbyer i gruppe 2.

Tilsvarende som fra gruppe 1, er udregningerne ved brug af potens-modellen også foretaget for gruppe 2, som det fremgår af tabel 6.6. Her er dog en tydelig stigning i både personskadeuheld og dødsulykker, da hastighedsovertrædelserne ligeledes er større i gruppe 2. Med et gennemsnit på 80,7 km/t for $V_{0,85}$, er der 80,7 % større risiko for personskadeuheld og hele 226,4 % større risiko for dødsulykker.

Samlet set fremgår det af undersøgelsen, at bilisterne ikke overholder hastighedsbegrænsningerne ved bygennemfarterne. Når hastigheden har en afgørende betydning for ulykkers omfang og deformationer som figur 6.1 viser, medfører højere hastigheder mere alvorlige ulykker. Det er ikke betryggende at både bygennemfarterne fra gruppe 1 og 2 er præget af høje hastigheder.



Figur 6.1. Illustration af deformationer af et køretøj med stigende hastigheder. [Roads and Maritime Services, 2014]

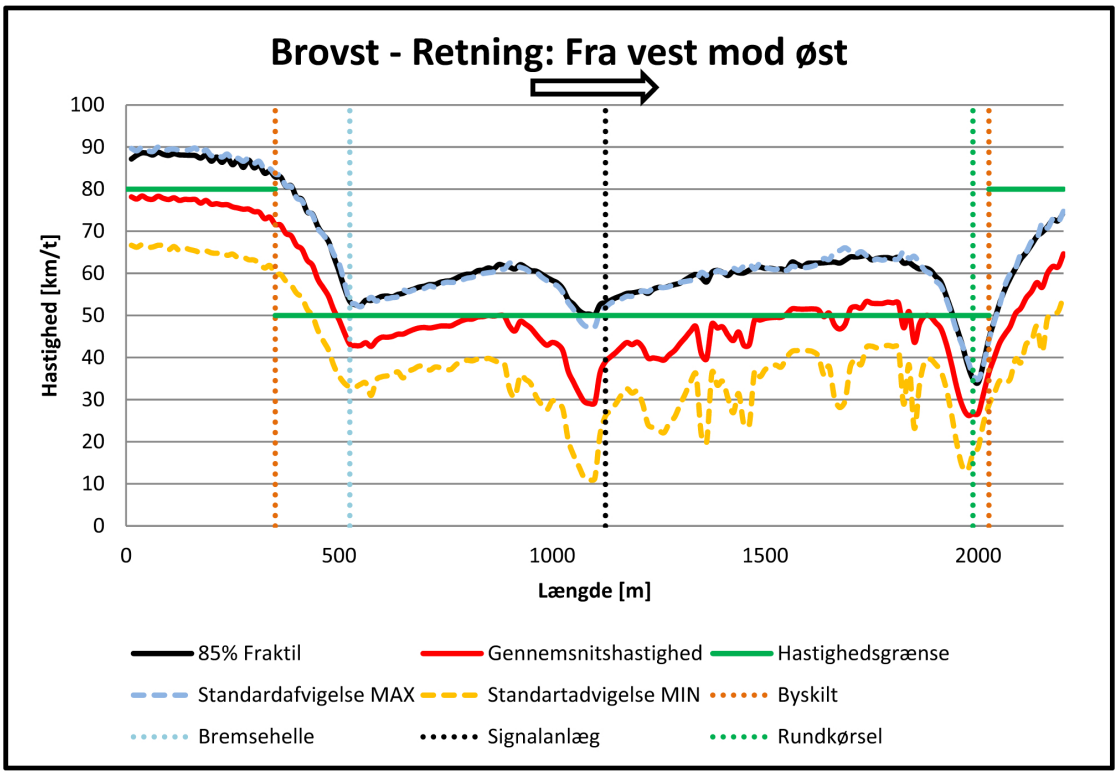
KAPITEL

7 Hastighedsprofiler

Alle byer har fået opstillet et hastighedprofil ud fra de behandlede data fra udtrækene fra ITS Platforms server. Hastighedprofilerne er blevet forsynet med de tilladte hastighedsgrænser samt de hastighedsdæmpende foranstalninger der findes på gennemfartsvejens forløb. Hastighedprofilerne indeholder yderligere $V_{0,85}$, V_{middel} og spredningen hhv. lagt til og fratrukket V_{middel}. Gennemgangen af byerne sker ved at byerne fra gruppe 1 først vurderes efterfulgt af byerne fra gruppe 2. Byerne starter med at blive vurderet fra vest eller syd afhængig af vejens retning.

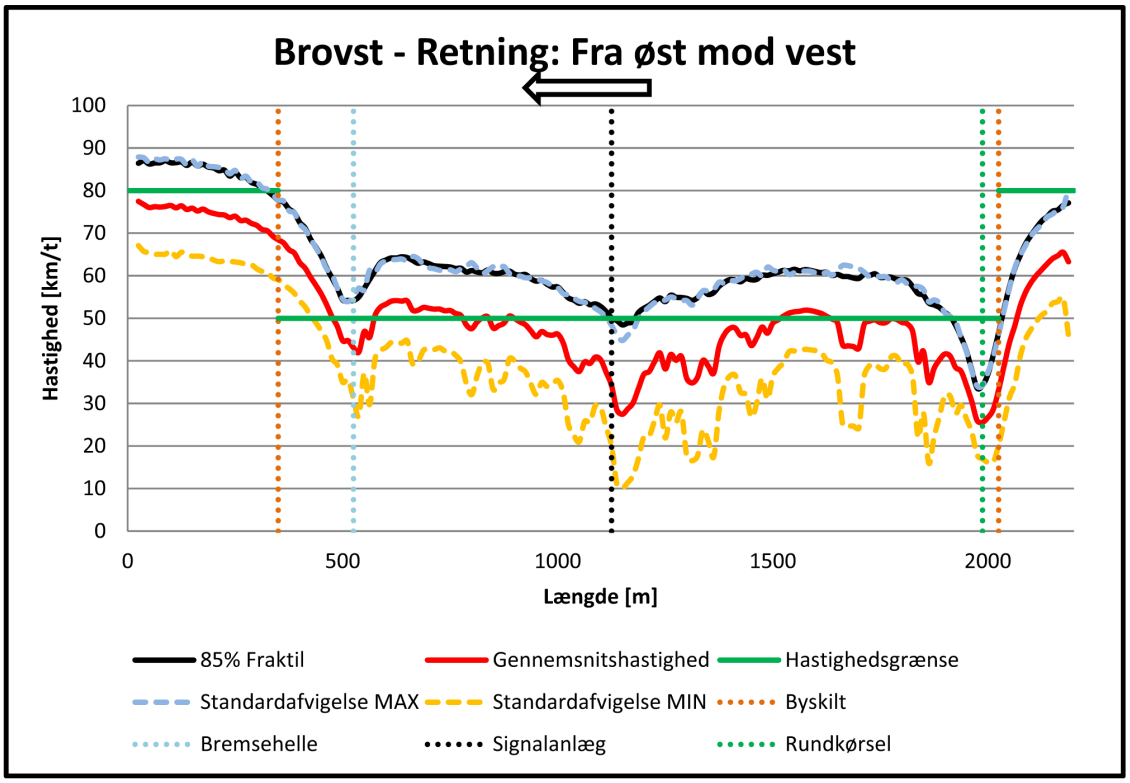
7.1 Brovst

Første by er Brovst. Hovedlandevej 11 mod Thisted går igennem Brovst, hvor bilisterne i vestlig retning forinden har passeret Halvrimmen. Fra vest har Brovst følgende hastighedsdæmpende elementer: Et bremsehelle, et signalreguleret kryds og en rundkørsel.



Figur 7.1. Hastighedsprofil for Brovst fra vest mod øst.

Som det fremgår af hastighedsprofilet ovenfor, sker der ikke nogen reduktion i hastighed før bremsehellet på trods af en hastighedgrænse på 50 km/t ved byskiltet. Ved bremsehellet kommer $V_{0,85}$ tæt på hastighedsgrænsen, mens bilisterne accelererer efter bremsehellet. Hastigheden falder i forbindelse med at bebyggelsen bliver mere tæt frem til det signalregulerede kryds i Brovst. Bebyggelsen bliver efterfølgende mere spredt, hvor hastigheden igen stiger frem til rundkørslen øst for Brovst. $V_{0,85}$ kommer under hastighedsgrænsen ved rundkørslen, mens det ved signalanlægget i bymidten er tæt på. V_{middel} ligger omkring hastighedsgrænsen, hvor væsentlige udsving mestendels skyldes svingende trafik mod stikvejene.



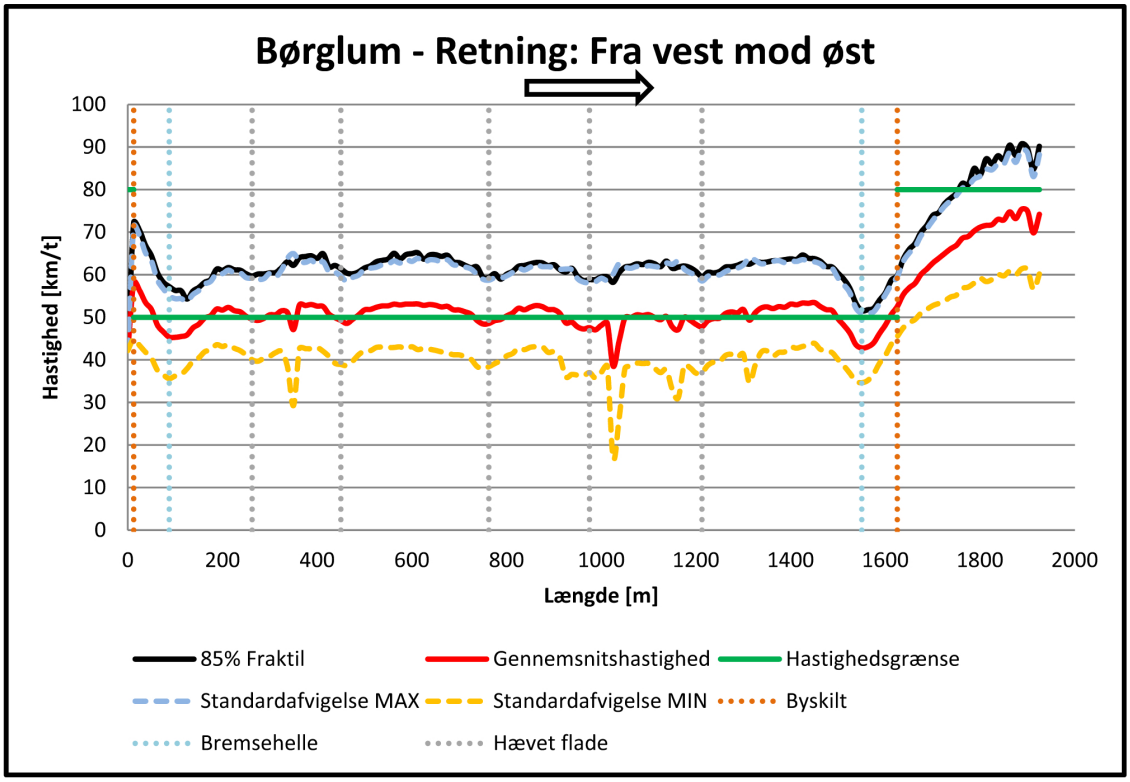
Figur 7.2. Hastighedsprofil for Brovst fra øst mod vest.

Fra den anden retning, øst mod vest, har rundkørslen en markant effekt i forhold til at sænke bilisternes hastighed ind mod byen. Efter rundkørlsen accelerer bilisterne op, hvorved de overskrider hastighedsgrænsen. Kun ved bymidten er $V_{0,85}$ under hastighedsgrænsen efter rundkørslen. I vestlig retning, baseret på $V_{0,85}$, kører bilisterne for hurtigt igennem Brovst, mens V_{middel} generelt ligger under hastighedsgrænsen.

Med fokus på $V_{0,85}$ har Brovst et problem med for høj hastighed ved bygennemfarterne. V_{middel} ligger omkring hastighedsgrænsen, men med et mål om at $V_{0,85}$ skal overholde hastighedsgrænsen, bør hastighedsdæmpende foranstaltninger overvejes, hvis hastighedsoverskridelserne skal reduceres.

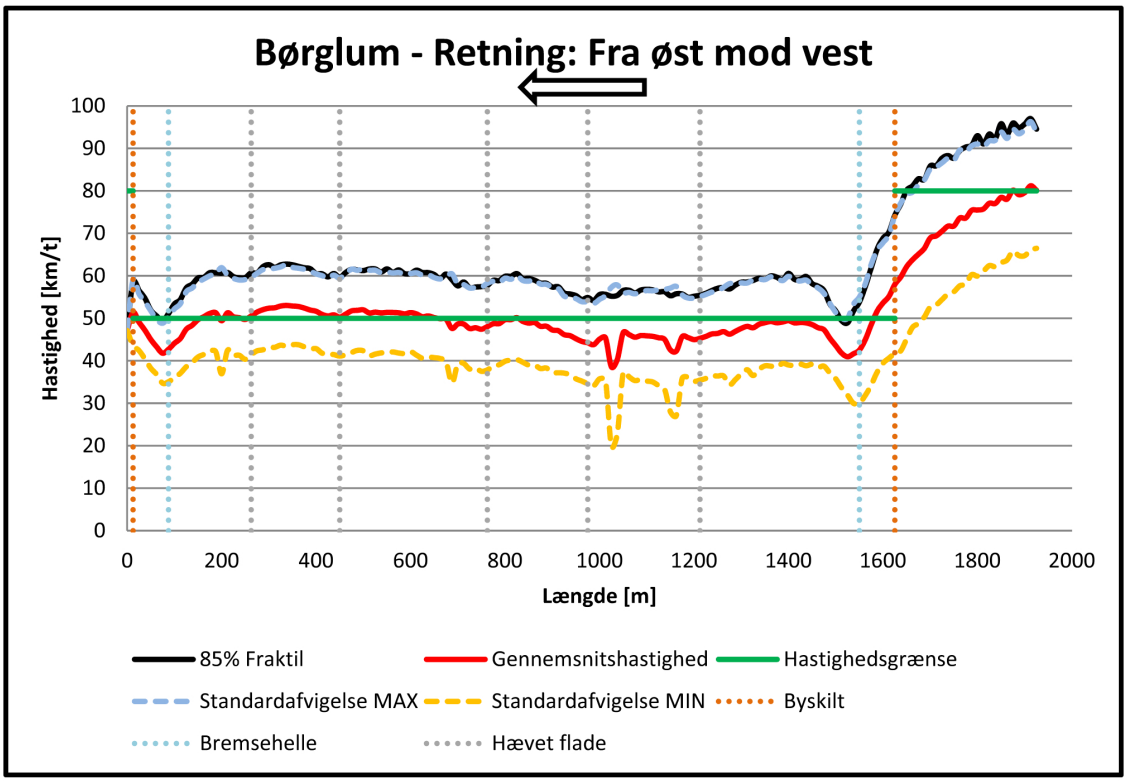
7.2 Børglum

Børglum ligger på landevej 563, mellem Vrå og Løkken. Gennemfartsvejen igennem Børglum har følgende hastighedsdæmpende elementer: Et bremsehelle i hver ende af byen og 5 hævede flader, hvoraf enkelte af de hævede flader er i forbindelse med en stikvej.



Figur 7.3. Hastighedsprofil for Børglum fra vest mod øst.

Fra vest findes et bremsehelle, hvor V_{middel} kommer under hastighedsgrænsen mens $V_{0,85}$ er på 55 km/t. De hævede flader kommer i et interval mellem 187,5 og 312,5 meter, hvor V_{middel} kommer under hastighedsgrænsen, for at overskride hastighedsgrænsen igen imellem de hævede flader. $V_{0,85}$ er nærmest hastighedsgrænsen ved bremsehellet ud af byen, men er i gennemsnit 61,8 km/t i Børglum.



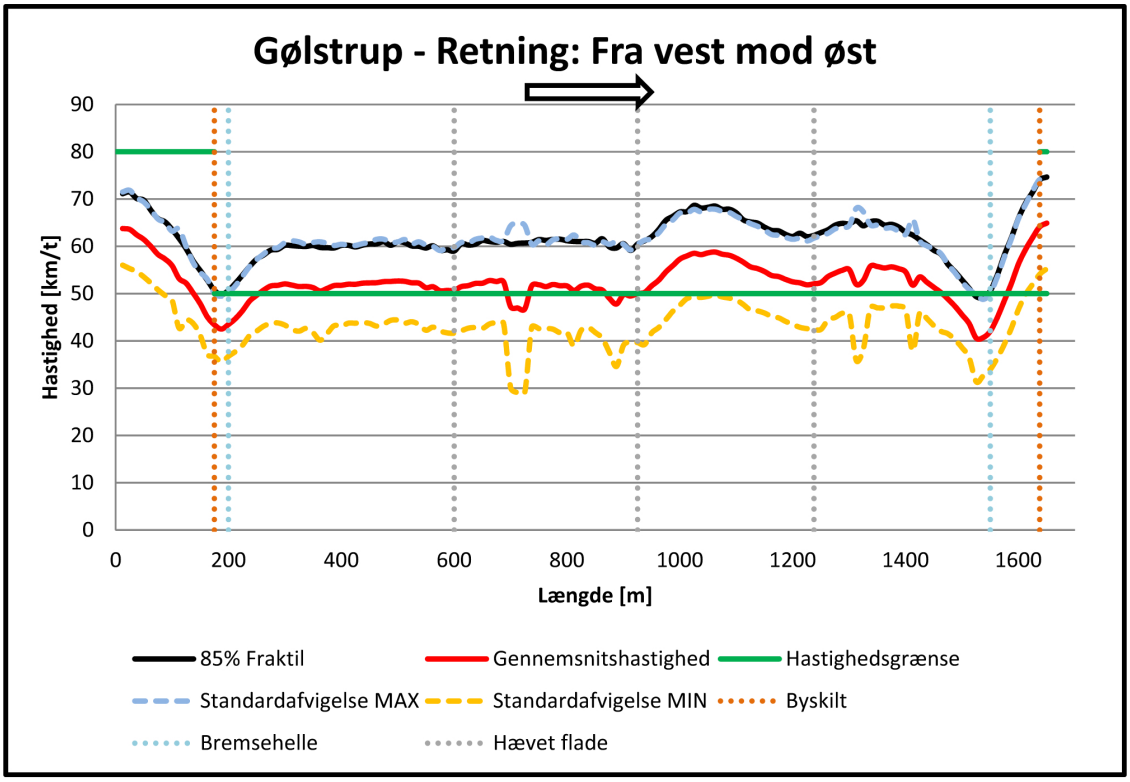
Figur 7.4. Hastighedsprofil for Børglum fra øst mod vest.

Fra øst har bremsehellerne en større effekt end fra vest, hvilket fremgår ved at $V_{0,85}$ kommer under hastighedsgrænsen ved indgangen til byen og ved udgangen af byen. Effekten ved de hævede flader er identisk i forhold til den anden retning. V_{middel} er mindre fra østlig retning, men overskrider hastighedsgrænsen ved udgangen af byen.

For Børglum har de hastighedsdæmpende elementer en effekt, hvilket fremgår ved at V_{middel} overstiger hastighedsgrænsen midt imellem de hævede flader, mens at V_{middel} holdes omkring hastighedsgrænsen ved de hævede flader. Bilisterne kører for stærkt i forhold til $V_{0,85}$ der for Børglum, afhængig af retning, ligger på hhv. 58,9 km/t og 61,6 km/t. Bremsehellet ved indgangen til byen fra østlig retning, vil grundet dennes hastighedsdæmpende effekt blive analyseret yderligere senere i projektet. Alle de hævede flader i Børglum vil også blive effektvurderet.

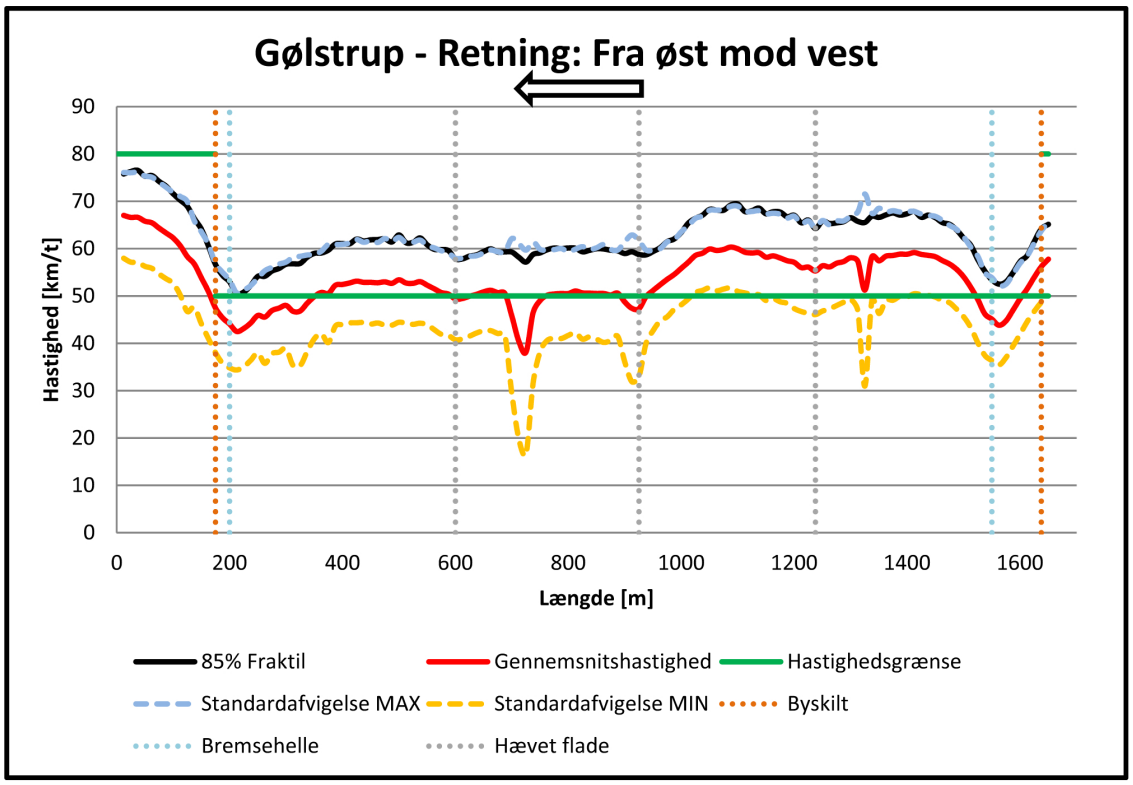
7.3 Gølstrup

Gølstrup er en landsby der ligger på hovedlandevej 55 mellem Løkken og Hjørring. Gølstrup ligger imellem landsbyerne Vittrup og Hundelev. Af hastighedsdæmpende elementer i byggennemfarten findes et bremsehelle ved hvert byskilt samt 3 hævede flader.



Figur 7.5. Hastighedsprofil for Gølstrup fra vest mod øst.

Hastighedsprofilet viser at bremsehellerne i Gølstrup har en markant effekt i forhold til at sænke bilisternes hastighed, mens de hævede flader holder V_{middel} omkring hastighedsgrænsen. Fra længde 1.000 m, findes der udelukkende spredt bebyggelse med gode oversigtsforhold, hvilket medfører at bilisterne kører for hurtigt. Den hævede flade der findes ved længde 1.260, er i forbindelse med et 4-benet kryds med to mindre landveje, og har en længde over 20 meter. Effekten heraf fremgår af hastighedsprofilet, men vurderes til at være begrænset.



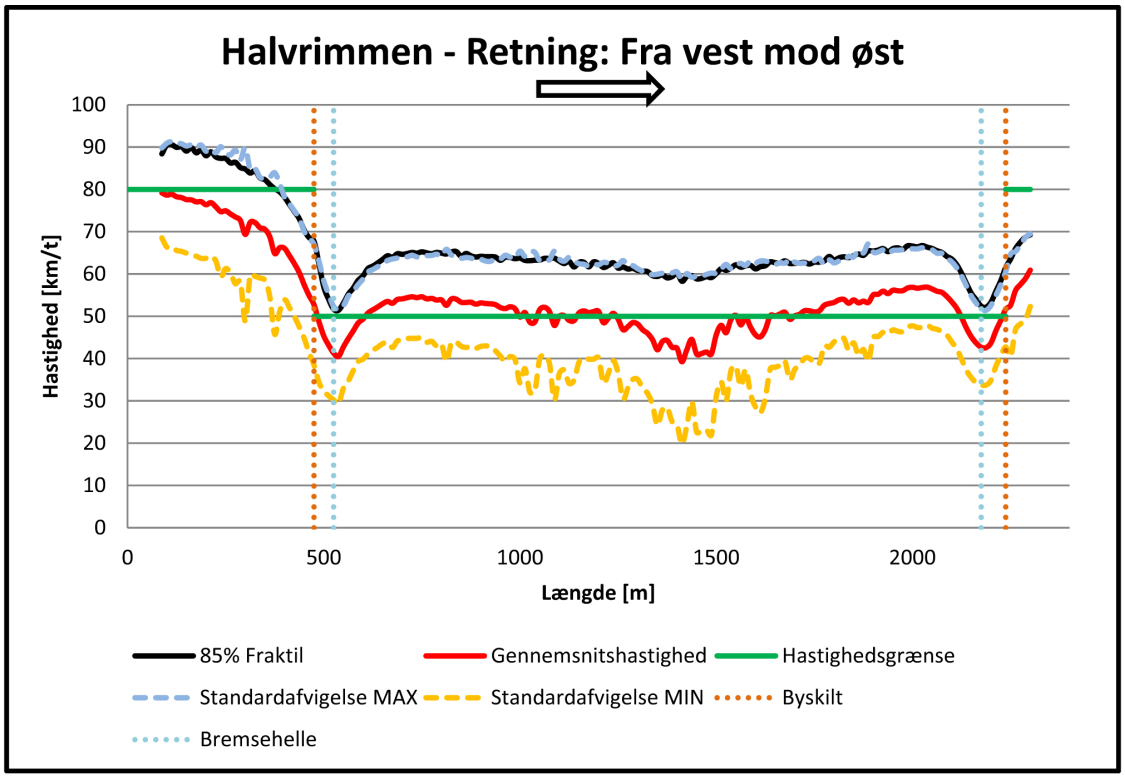
Figur 7.6. Hastighedsprofil for Gølstrup fra øst mod vest.

Fra østlig retning, medfører den spredte bebyggelse og de gode oversigtsforhold, at bilisterne også overskrider hastighedgrænsen. Fra nummer to hævet flade og fremefter er V_{middel} omkring hastighedsgrænsen, mens $V_{0,85}$ for hele bygennemfarten er over hastighedsgrænsen.

For Gølstrup har begge bremseheller en væsentlig effekt i at nedbringe bilisternes hastighed, mens at de hævede flader sikrer at V_{middel} holdes omkring hastighedsgrænsen i bykernen.

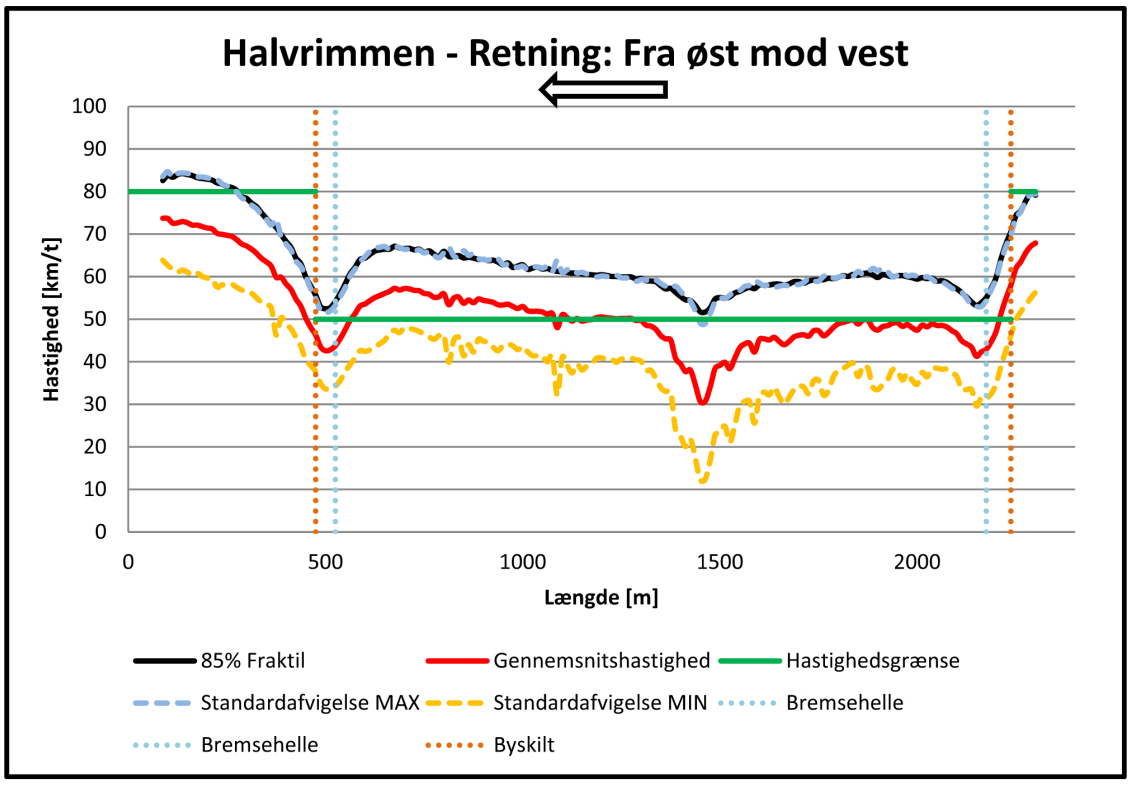
7.4 Halvrimmen

Halvrimmen ligger ligesom Brovst på hovedlandevej 55, som er landevejen imellem Nørresundby og Thisted. Halvrimmen er en tradtionel gennemfartsby, hvor byskiltene bliver fulgt op med bremseheller. Halvrimmen har ingen yderligere hastighedsdæmpende foranstaltninger.



Figur 7.7. Hastighedsprofil for Halvrimmen fra vest mod øst.

Halvrimmen har fra vest et effektivt bremsehelle, hvor $V_{0,85}$ er tæt på hastighedsgrænsen på 50 km/t, mens $V_{0,85}$ er på omkring 60 km/t igennem resten af byen. V_{middel} overskrider hastighedsgrænsen i starten og slutningen af byen, mens der i bymidten, hvor bebyggelsen ligger tæt op af hovedvejen, ikke findes nogle hastighedsoverskridelser.



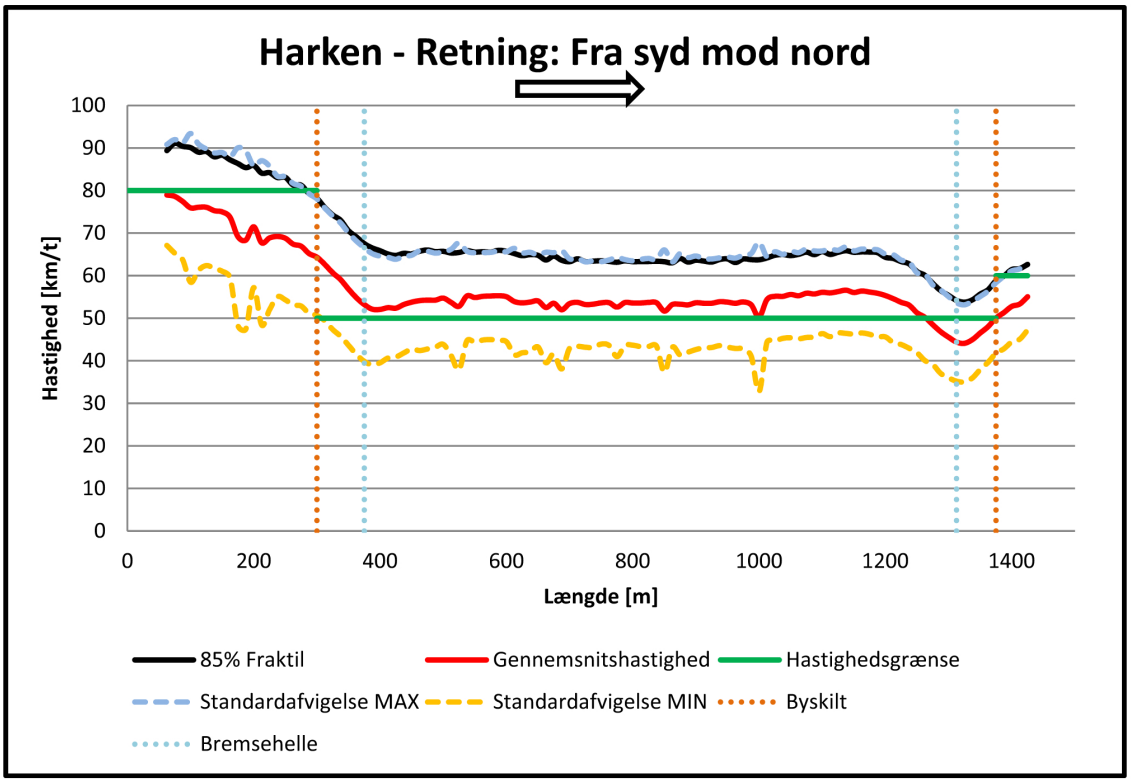
Figur 7.8. Hastighedsprofil for Halvrimmen fra øst mod vest.

Fra østlig retning er hastighederne generelt lavere end fra den vestlige retning. Dykket i hastighedsprofilet omkring længden 1.500 m skyldes en sidevej, hvor Halvrimmens skole findes. Sidevejen er ligeledes adgangsvej for størstedelen af Halvrimmens paracelhusbebyggelse.

Hastigheden stiger gradvist efter at have passeret bymidten. Hastigheden er størst 200 meter før bremsehellet, hvor V_{middel} er 57,2 km/t. $V_{0,85}$ er omkring 10 km/t højere end V_{middel} for Halvrimmen.

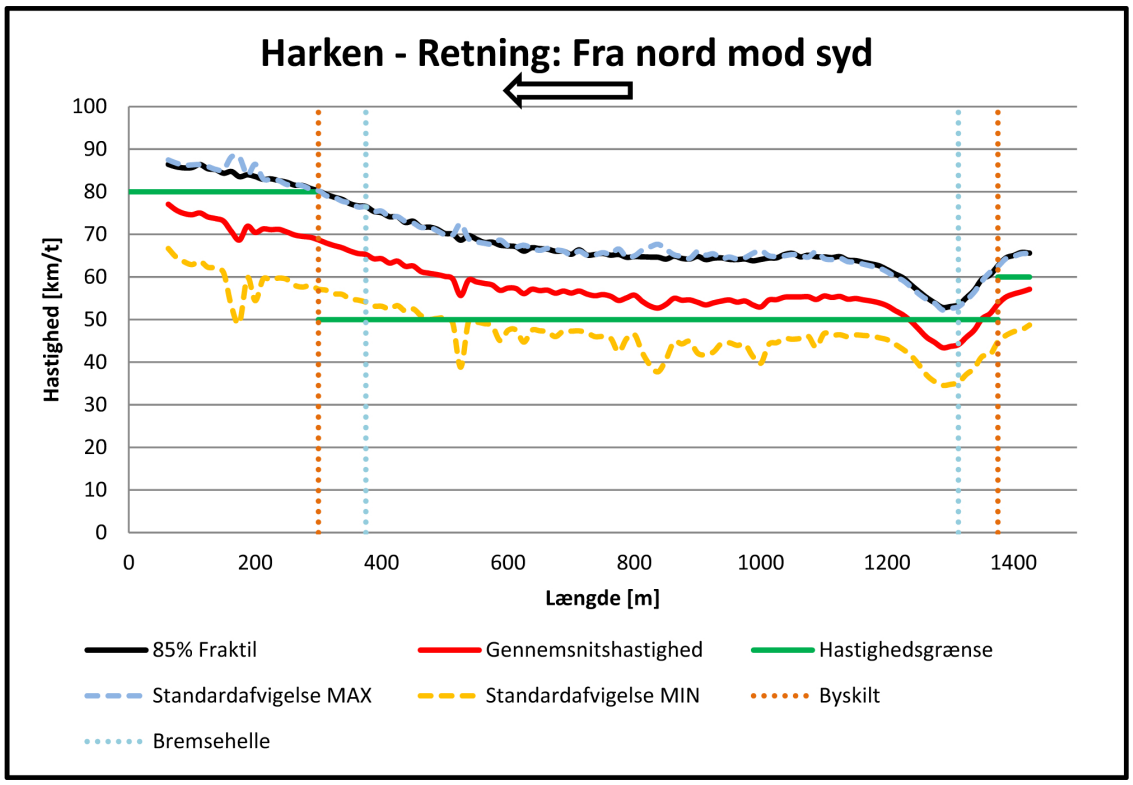
7.5 Harken

Harken er en landsby der ligger på landevej 190 imellem Vrå og Hjørring. Harken har ingen hastighedsdæmpende foranstaltninger andet end to bremseheller ved byskiltene. Harken har i forbindelse med et forsøg om at nedbringe antallet af mødeuheld en midteradskillelse på mindst en meters bredde, hvor asfalten er rød og køresporet er 3,25 meter bred.



Figur 7.9. Hastighedsprofil for Harken fra syd mod nord.

Fra syd, har Harken et bremsehelle der ikke har en væsentlig effekt i forhold til at nedbringe hastigheden tilstrækkeligt. V_{middel} når ikke under hastighedsgrænsen, før det nordlige bremsehelle, hvilket giver en V_{middel} for hele gennemfartsstrækningen på 53,6 km/t. $V_{0,85}$ er i gennemsnit 10 km/t højere end V_{middel} over hele bygennemfarten.



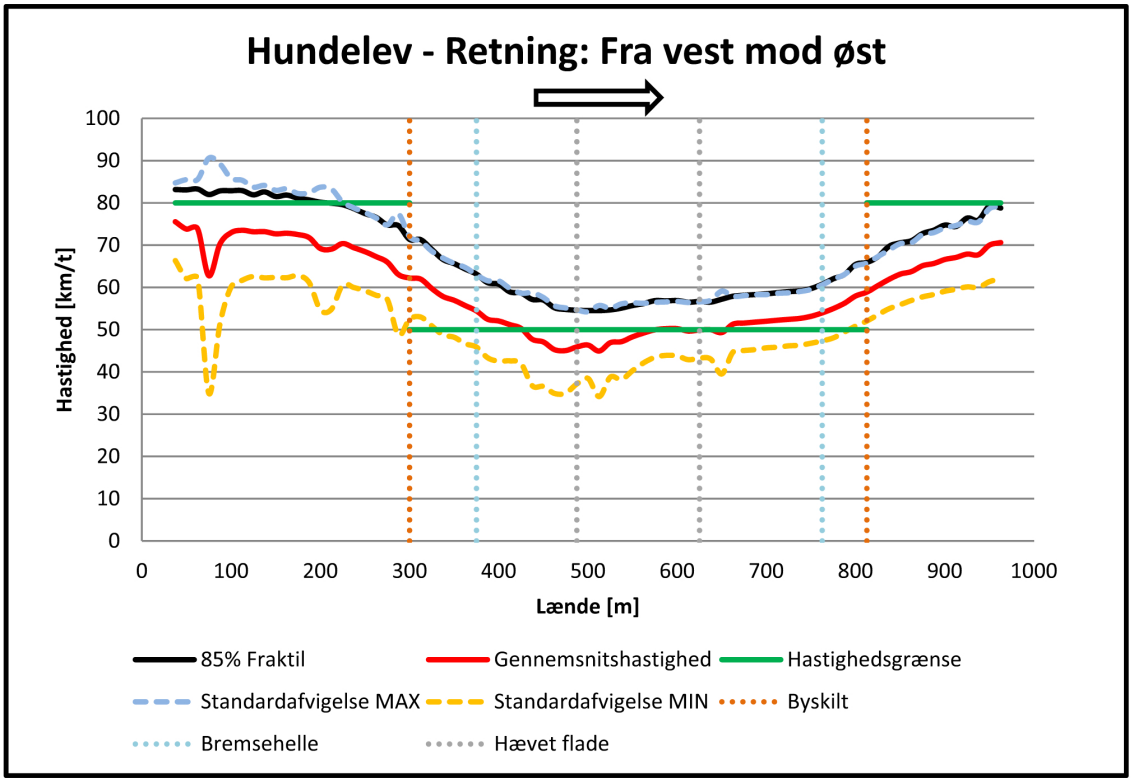
Figur 7.10. Hastighedsprofil for Harken fra nord mod syd.

Hastighedsprofilet fra nordlig retning har en højere V_{middel} end fra sydlig retning. V_{middel} for hele strækningen er 56,0 km/t, og det er kun ved det nordlige bremsehelle at V_{middel} kommer under hastighedsgrænsen. Ved bymidten er V_{middel} konstant, mens hastigheden stiger frem mod udkørslen fra Harken.

Harken har generelt en for høj gennemfartshastighed, hvilket blandt andet skyldtes at der er gode oversigtsforhold i Harken og at bebyggelsen er tilbagetrukket. Uden supplerende hastighedsdæmpende elementer udover bremsehellerne, vil bilisterne fortsat køre for hurtigt i Harken.

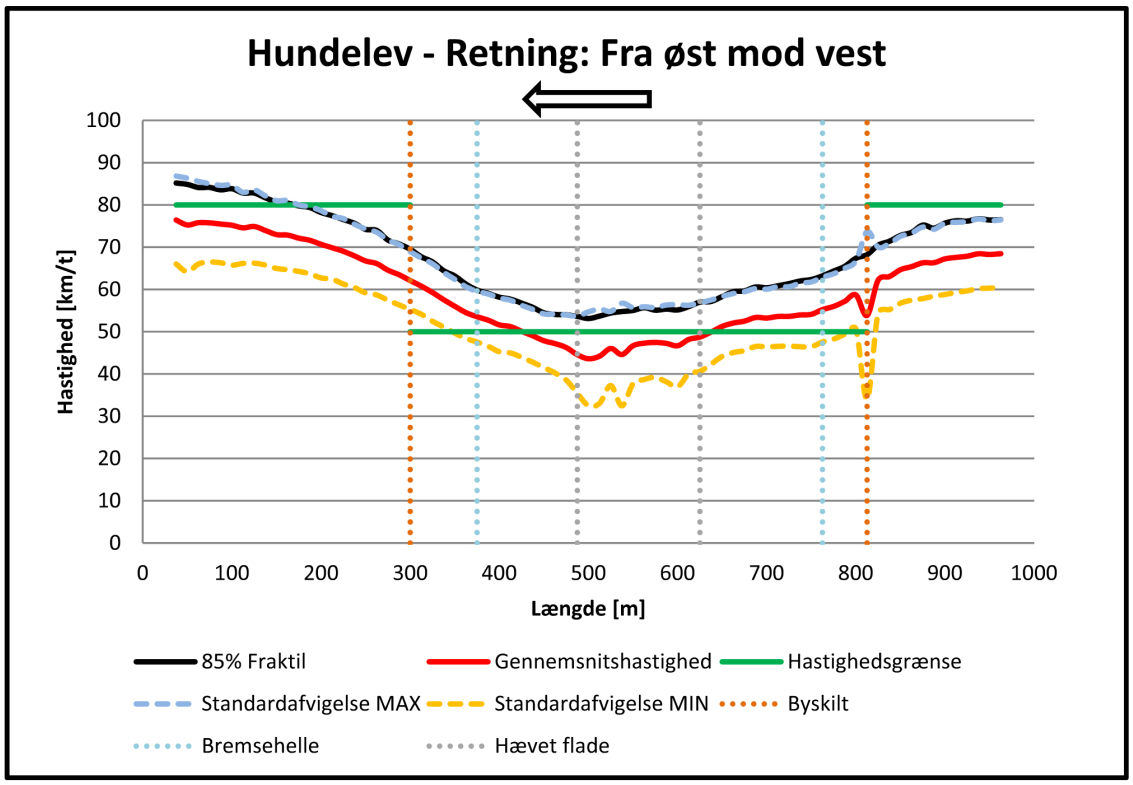
7.6 Hundelev

Hundelev ligger på hovedlandevej 55 mellem Løkken og Hjørring. Fra sydlig retning har bilisterne forind kørt igennem Vittrup og Gølstrup. Hundelev har et bremsehelle i hver ende af bygennemfarten og 2 hævede flader indenfor byzonen.



Figur 7.11. Hastighedsprofil for Hundelev fra vest mod øst.

Fra vest har bremsehellet ingen hastighedsdæmpende effekt, men hastigheden aftager gradvist frem til det første bremsehelle, hvor V_{middel} kommer under hastighedgrænsen. V_{middel} forbliver under hastighedsgrænsen indtil den anden hævede flade, hvorefter hastigheden stiger. $V_{0,85}$ kommer ikke under hastighedsgrænsen, og den laveste værdi er 54,5 km/t.



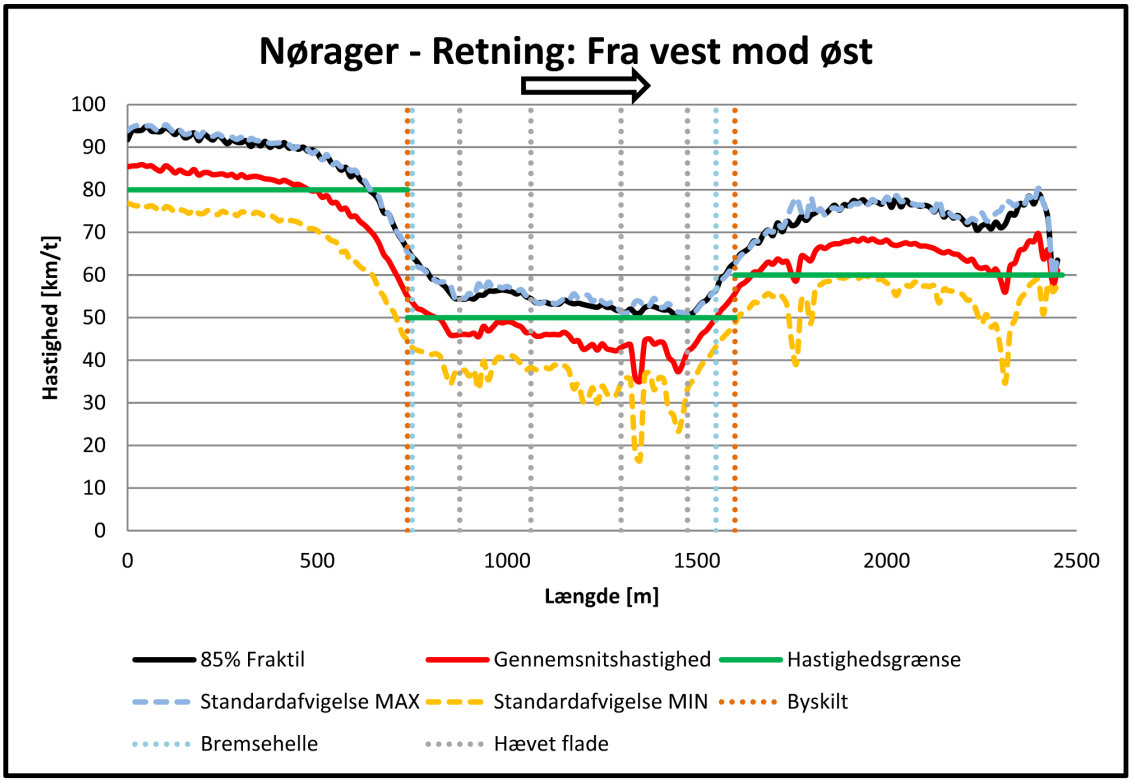
Figur 7.12. Hastighedsprofil for Hundelev fra øst mod vest.

Fra øst findes samme tendens som fra vest. V_{middel} og $V_{0,85}$ er lavest ved den hævede flade omkring længde 500 m. V_{middel} kommer under hastighedsgrænsen ved den første hævede flade, og bliver under denne frem til at den anden hævede flade er passeret. $V_{0,85}$ er lavest ved 500 m, hvor $V_{0,85}$ er 53,1 km/t.

Vurderes Hundelev ud fra $V_{0,85}$, er der problemer med at holde hastigheden nede. De hastighedsdæmpende foranstaltninger sikrer, at V_{middel} er under hastighedsgrænsen, mens $V_{0,85}$ er nærmest ved hævede flade nummer to fra østlig retning.

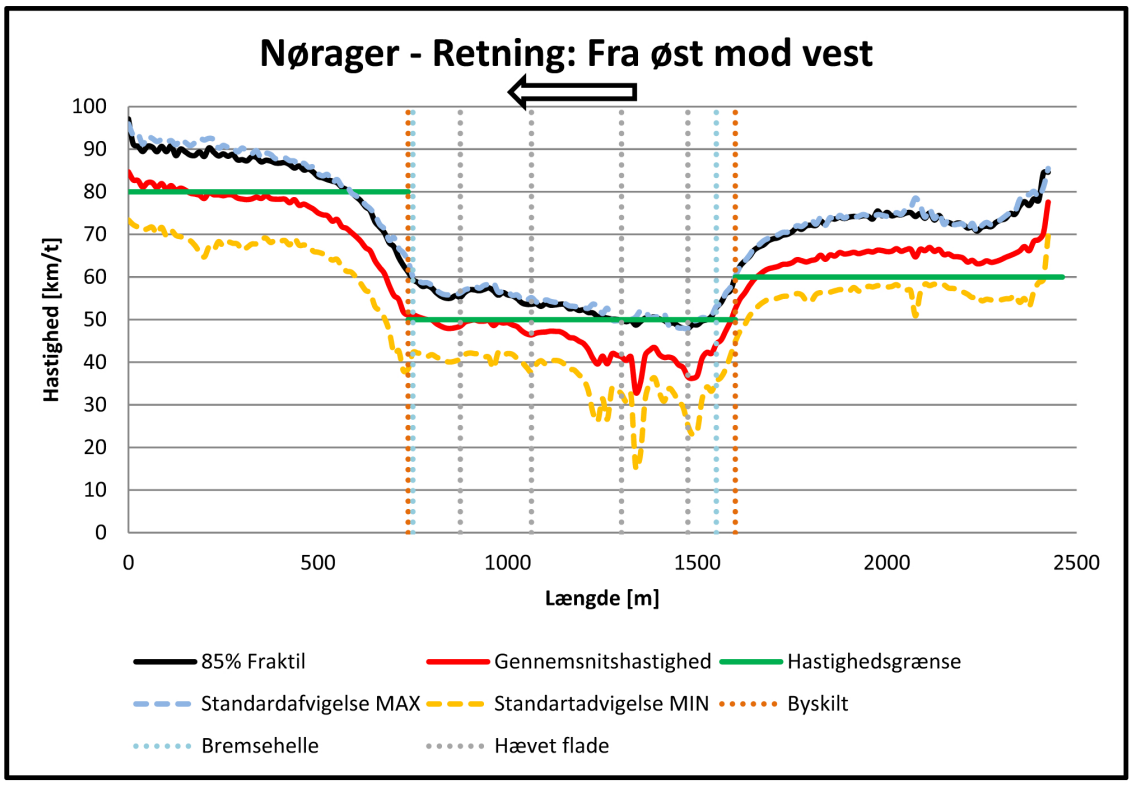
7.7 Nørager

Nørager ligger på hovedlandevej 29 mellem Hobro og Aars. Nørager har udover en hævet flade ved hvert byskilt 4 hævede flader til at holde hastigheden nede.



Figur 7.13. Hastighedsprofil for Nørager fra vest mod øst.

For hastighedsprofilet fra vest, ses at $V_{0,85}$ ikke kommer under hastighedsgrænsen igennem bygennemfarten, og kun ved den sidste hævede flade, 1450 m, kommer tæt på med en hastighed på 50,4 km/t. V_{middel} ligger under hastighedsgrænsen for hele bygennemfarten, og de hastighedsdæmpende foranstaltninger sikrer at hastigheden holdes under hastighedsgrænsen.



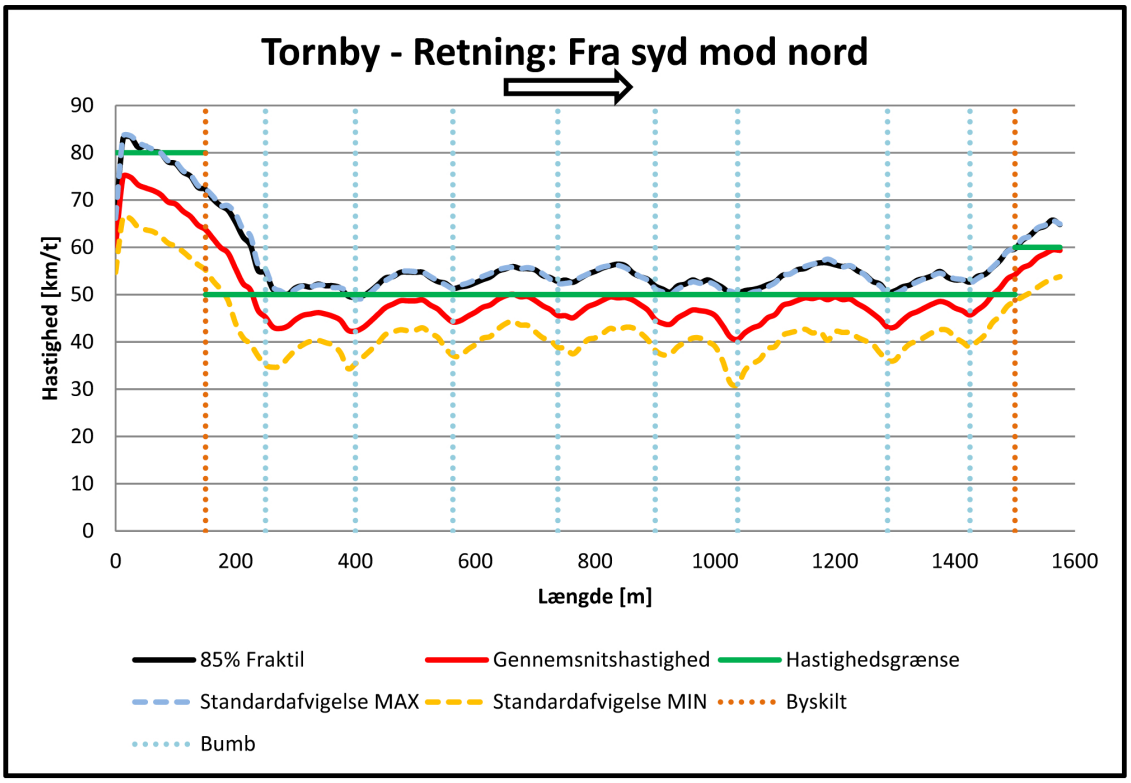
Figur 7.14. Hastighedsprofil for Nørager fra øst mod vest.

Fra øst, ses at hastighedsprofilet er nogenlunde identisk med mønstret fra vest. $V_{0,85}$ er lavest ved den første hævede flade, og stiger svagt indtil at byzonen ophører. $V_{0,85}$ overholder hastighedsgrænsen ved den første hævede flade frem til et større kryds, der giver udslag i hhv. standardafvigelsen MIN og V_{middel}. Samlet har hastighedsprofilet fra øst en lavere samlet hastighed end hastighedsprofilet fra vest, da V_{middel} er 44,7 km/t og 45,8 km/t respektivt og $V_{0,85}$ er 53,7 km/t og 55,0 km/t.

Nørager har nogle hævede flader der sikrer at $V_{0,85}$ er under hastighedsgrænsen, og samtidig nogle hævede flader, hvor bilisterne når at accerelere svagt imellem. Disse er interessante, og vil blive analyseret yderligere senere, for at effektevaluere disse.

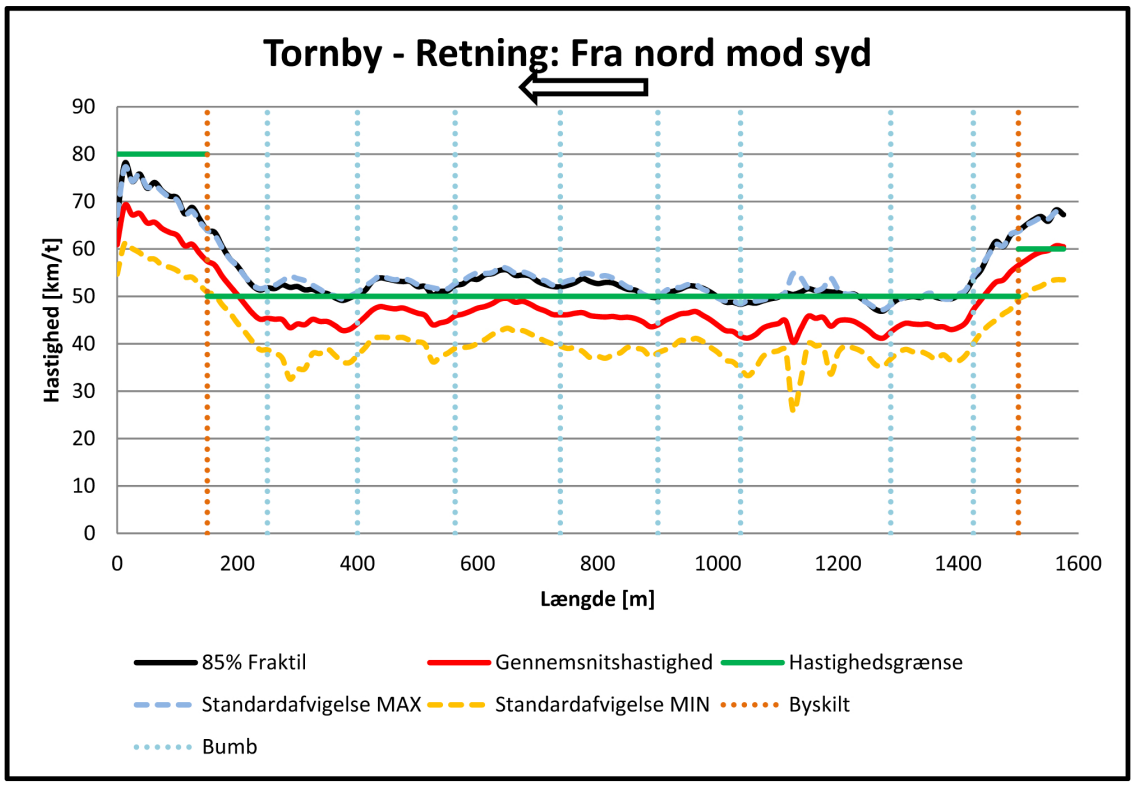
7.8 Tornby

Tronby er en landsby der ligger på hovedlandevej55 mellem Hjørring og Hirtshals. Tornby adskiller sig fra de andre gennemfartsbyer i undersøgelsen, ved at den ikke har bremseheller eller hævede flader. Til gengæld har Tornby 8 bump på gennemfartsstrækningen, der har en indbyrdes afstand mellem 112,5 meter og 250 meter.



Figur 7.15. Hastighedsprofil for Tornby fra syd mod nord.

Hastighedsprofilet for Tornby fra syd mod nord, viser at bumpene holder hastigheden nede i hele bygennemfarten. $V_{0,85}$ kommer under hastighedsgrænsen ved hvert bump, mens at V_{middel} lige når hastighedsgrænsen, før bilisterne skal bremse før næste bump. Hastigheden er højest ved strækningen med den største afstand mellem to bump, hvilket sker mellem punkterne 1037,5 meter og 1287,5 meter, hvor $V_{0,85}$ er 56,1 km/t.



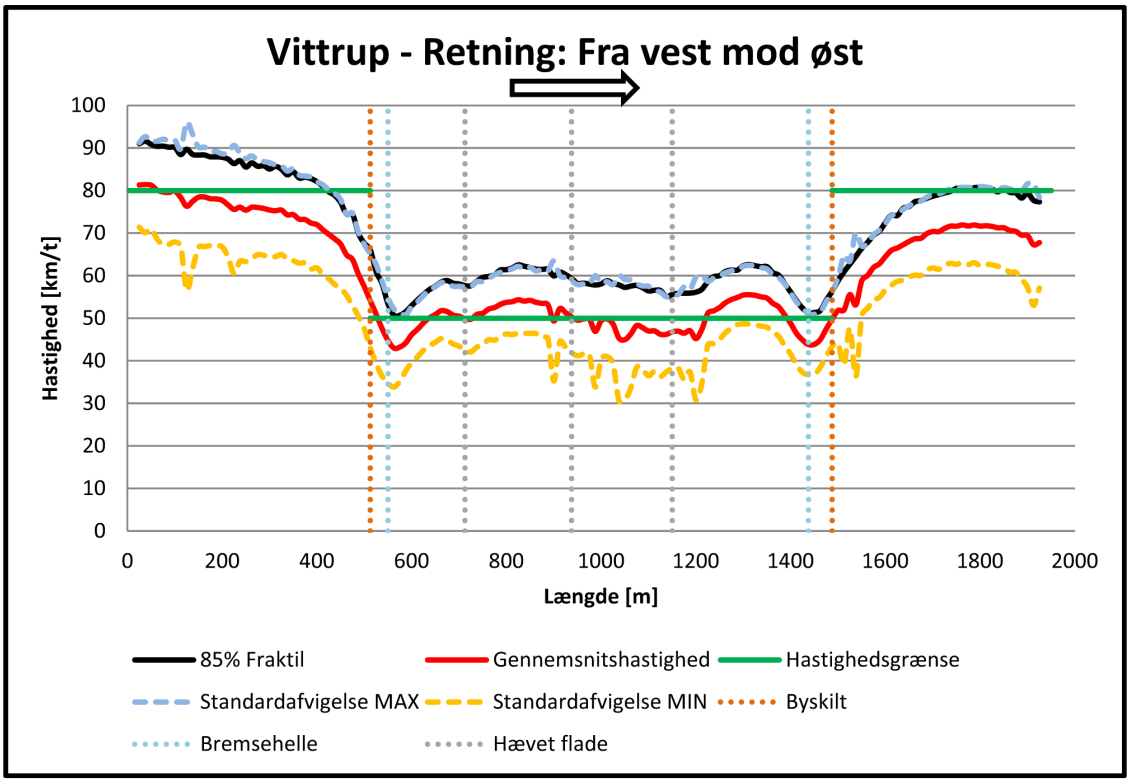
Figur 7.16. Hastighedsprofil for Tornby fra nord mod syd.

For hastighedsprofilet fra nord mod syd, findes samme mønster som fra forrige retning. Hastigheden er dog lavere og mere jævn. $V_{0,85}$ er lavere end forrige retning, og når ikke op på samme hastigheder, hvor toppene imellem bumpene er lavere. I starten af bygennemfarten ligger $V_{0,85}$ under hastighedsgrænsen over en længere strækning, mens at hastigheden for både retning syd og nord har samme mønster for strækningen mellem 200 m og 750 m.

For Tornby har bumpene en markant effekt i forhold til at holde hastigheden nede og sikre at bilisterne ikke kører for stærkt. $V_{0,85}$ ligger på 54,6 km/t i gennemsnit fra sydlig retning mens den er lavere fra nordlig retning med en hastighed på 52,7 km/t. V_{middel} ses ikke overskride hastighedsgrænsen indenfor byzonen, hvilket bekræfter at bumpene er en effektiv hastighedsdæmpende foranstaltning. Dette gør, at bumpene vil blive analyseret yderligere senere, for at finde en effekt af de enkelte bump, og se hvor langt effekten af et bump rækker.

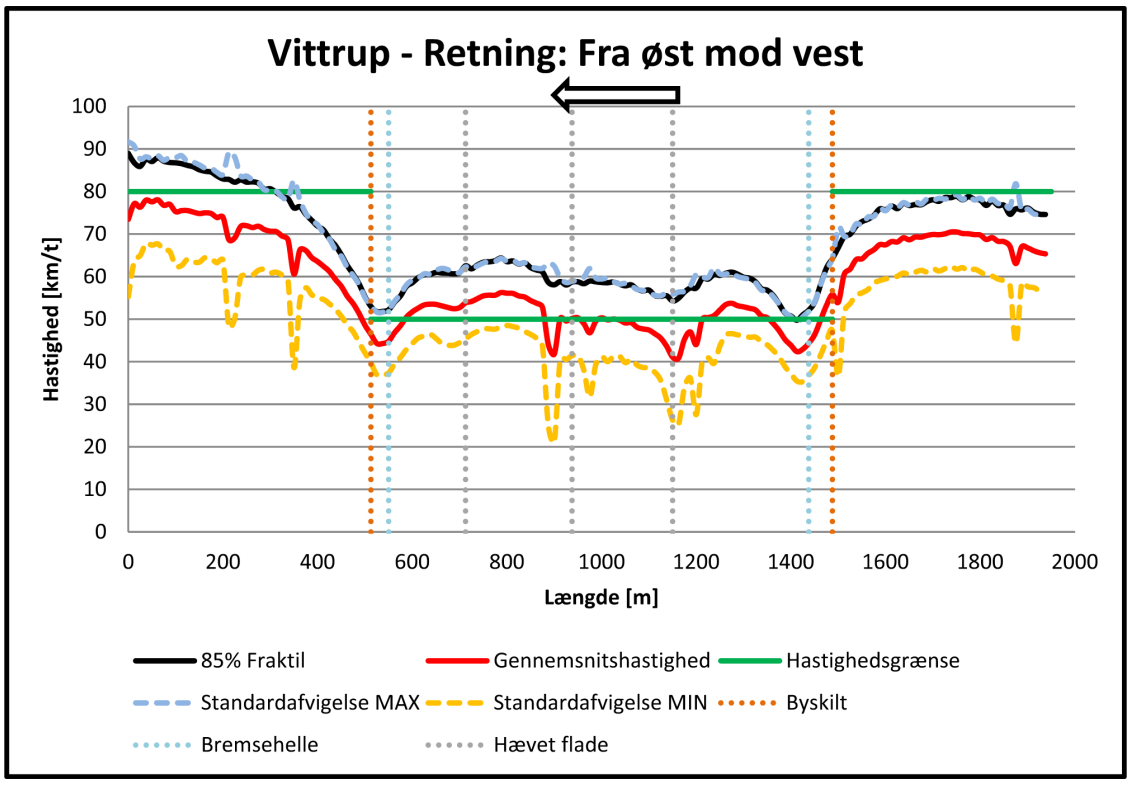
7.9 Vittrup

Vittrup er en gennemfartsby, der ligger på hovedlandevej 55 mellem Løkken og Hjørring. Vittrup er ligeledes den sydligste af de tre byer, Vittrup, Gølstrup og Hundelev, der ligger med kort indbyrdes afstand på hovedlandevej 55. Vittrup har et bremsehelle i hver ende af bygennemfarten og har derudover 3 hævede flader som hastighedsdæmpende foranstaltninger.



Figur 7.17. Hastighedsprofil for Vittrup fra vest mod øst.

Fra vest findes først et bremsehelle der får $V_{0,85}$ under hastighedsgrænsen, men $V_{0,85}$ stiger efterfølgende og er omkring 60 km/t frem til bremsehellet ud af byen, hvor hastigheden kommer tæt på hastighedsgrænsen. Den første hævede flade er den eneste, hvor der visuelt kan ses en effekt på V_{middel} for retningen med en hastighed på 49,6 km/t.



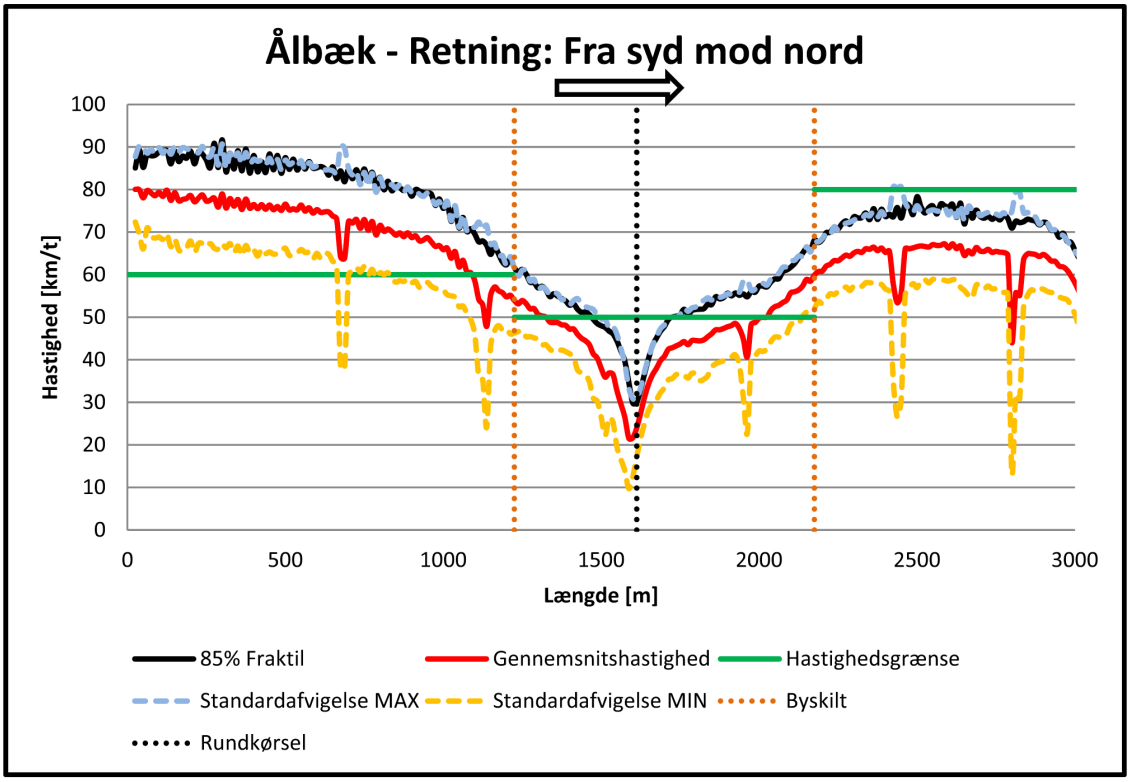
Figur 7.18. Hastighedsprofil for Vittrup fra øst mod vest.

Fra øst er det også kun bremsehellerne der er effektive nok, til at få $V_{0,85}$ nær hastighedsgrænsen. De hævede flader har en svag effekt, men som fra forrige retning, er $V_{0,85}$ omkring 60 km/t igennem bymidten.

For Vittrup har bremsehellerne en væsentlig effekt i forhold til at sænke hastigheden, hvilket gør det interessant at undersøge dem nærmere senere, hvor de enkelte hastighedsdæmpende foranstaltninger skal analyseres.

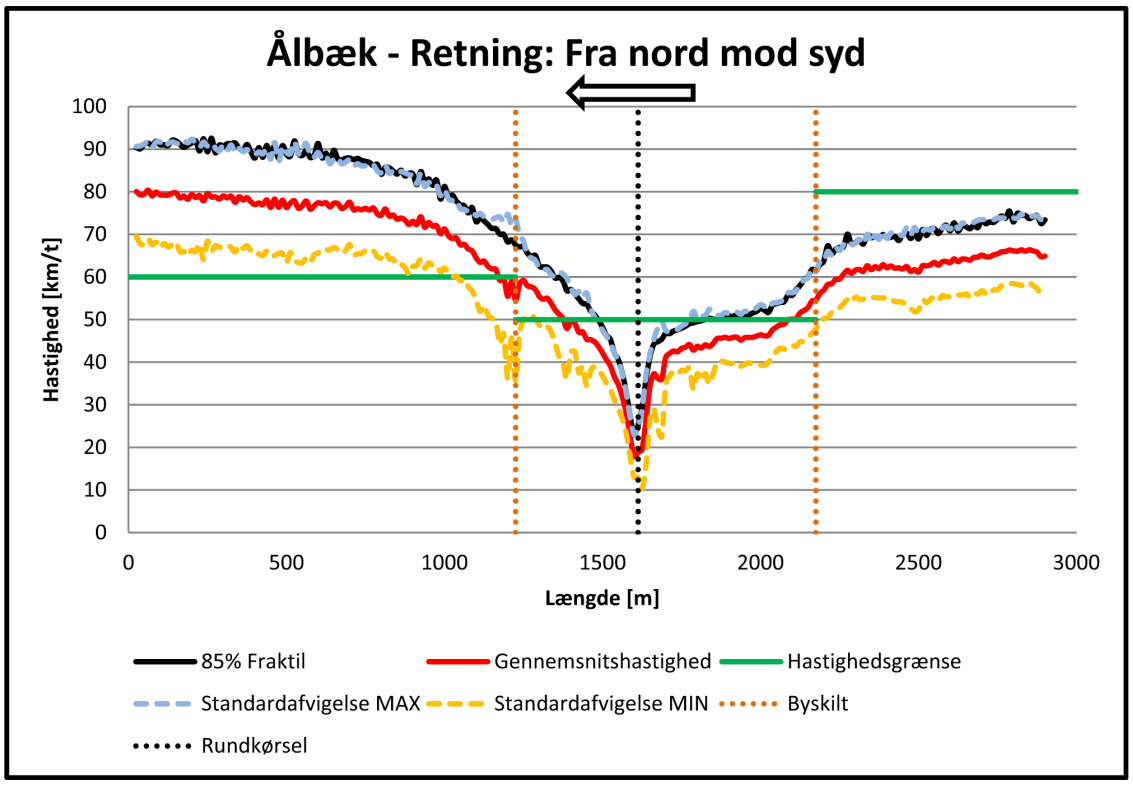
7.10 Ålbæk

Ålbæk er en mindre gennemfartsby der ligger på hovedlandevej 40 mellem Frederikshavn og Skagen. Ålbæk har ingen hastighedsdæmpende foranstaltninger ved indgangen til byen. Ålbæk har kun en rundkørsel, der er ligger midt i byen, og denne giver Ålbæk et anderledes tragteformet hastighedsprofil sammenlignet med de tidligere byer.



Figur 7.19. Hastighedsprofil for Ålbæk fra syd mod nord.

Interessant for Ålbæk kører bilisterne alt for stærkt før Ålbæk. Der er en lokal hastighedsbegrænsning på strækningen syd for Ålbæk, hvor den tilladte hastighed er 60 km/t. Indenfor byzonen, kører bilisterne også for stærkt, hvor $V_{0,85}$ først kommer under hastighedsgrænsen 137,5 meter før rundkørslen. 100 meter efter rundkørslen kører bilisterne igen for stærkt, og $V_{0,85}$ overstiger hastighedsgrænsen og stiger indtil udgangen af byzonen.



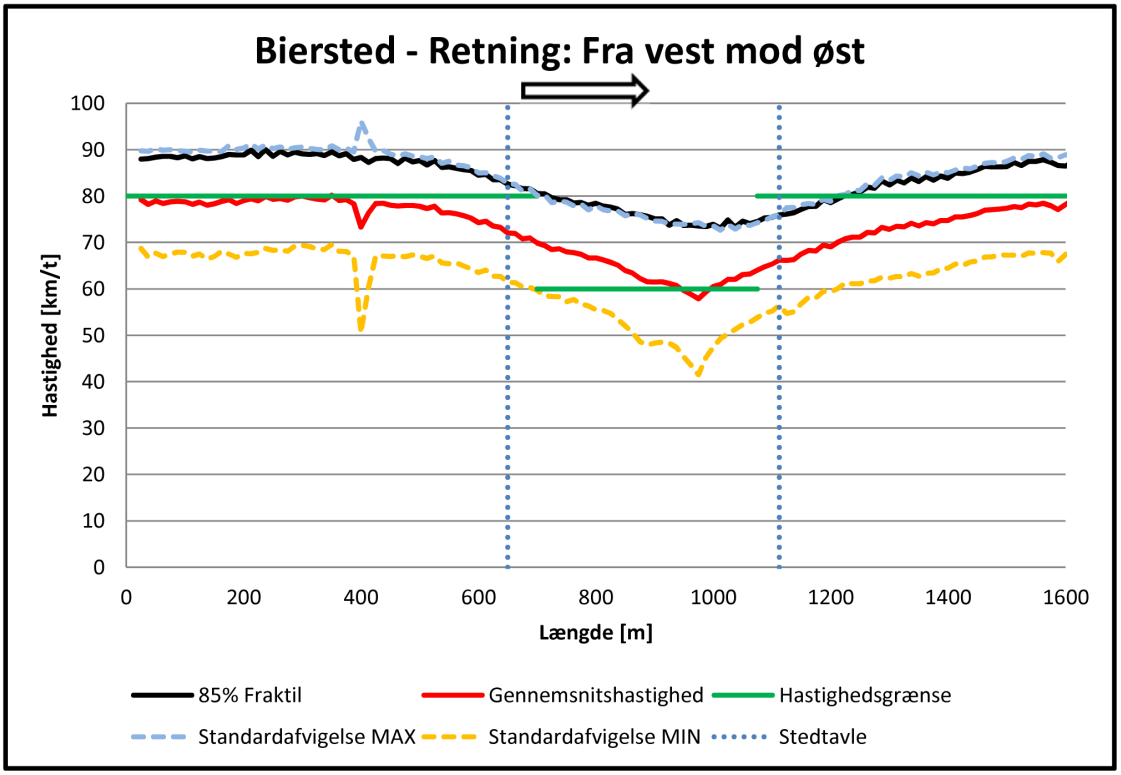
Figur 7.20. Hastighedsprofil for Ålbæk fra nord mod syd.

Hastigheden udenfor byzonen i sydlig retning er lavere end hastighedsgrænsen, og ved byskiltet falder bilisternes hastighed relativt hurtigt, hvilket medfører at $V_{0,85}$ ligger omkring hastighedsgrænsen 150 meter i inde bygennemfarten. Rundkørslen sænker hastigheden markant, hvor den laveste værdi for $V_{0,85}$ findes ved 23,0 km/t. Efter rundkørslen, kan det ses på hastighedsprofilet at bilisterne accelerer ud af Ålbæk, hvor det eneste udslag skyldes en tankstation. Bilisterne overskrider hastighedsgrænsen relativt hurtigt; 137,5 meter efter at have passeret rundkørslen.

Ålbæk har en rundkørsel, der giver Ålbæk de laveste hastigheder for hhv. $V_{0,85}$ og V_{middel} over hele bygennemfarten. Dette skyldes at rundkørslens udformning ikke tillader hastigheder højere end ca. 25 km/t, og derfor giver den ikke anledning til at undersøge den hastighedsdæmpende effekt af rundkørslen yderligere.

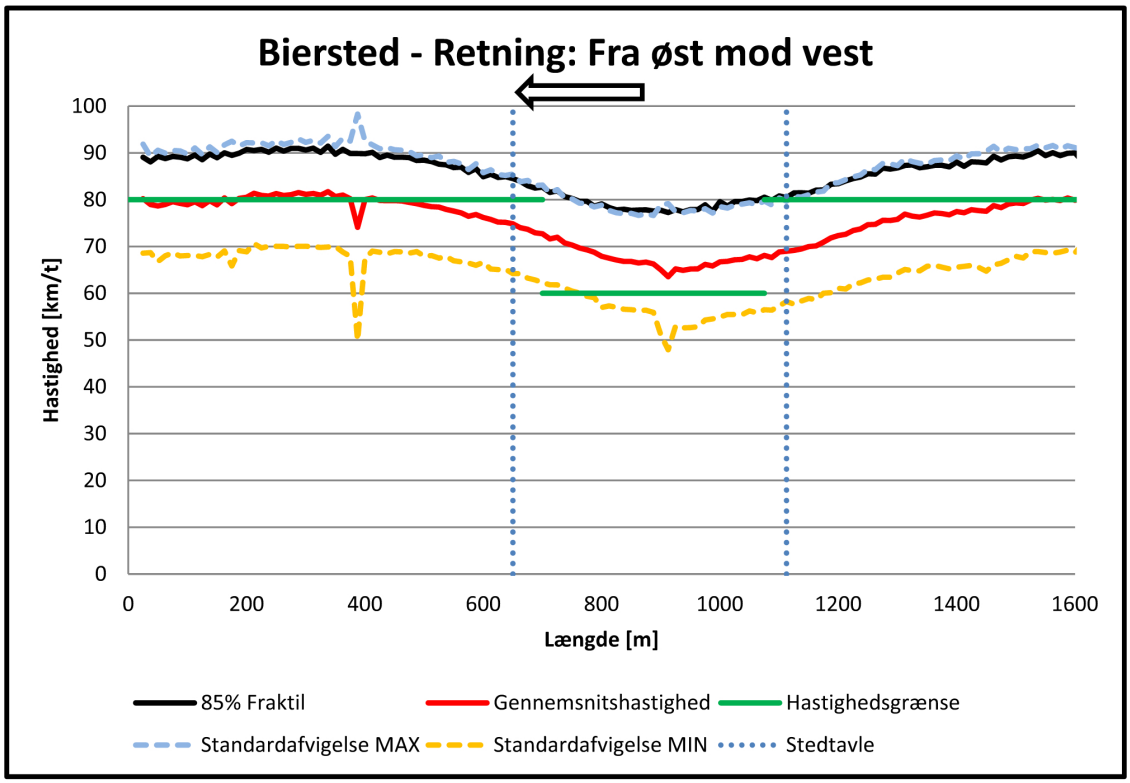
7.11 Biersted

Biersted er en første by fra gruppe 2, hvor hastighedsgrænsen er 60 km/t. Biersted ligger på landevej 549 3 km, øst for Aabybro. Som nævnt, har byerne fra gruppe 2 ingen hastighedsdæmpende foranstaltninger, der udelukkende skiltes med en lokal hastighedsbegrænsing på 60 km/t. De tre byer fra gruppe 2 har intet byskilt ved gennemfartsstrækningen, og byerne tilkendegives vha. et stedskilt.



Figur 7.21. Hastighedsprofil for Biersted fra vest mod øst.

Fra vest kører bilisterne for stærkt igennem bygennemfarten, hvor den laveste værdi for $V_{0,85}$ er 73,0 km/t. V_{middel} når under hastighedsgrænsen ved sidevejen ind til Biersted by, men ellers er denne også højere end hastighedsgrænsen.

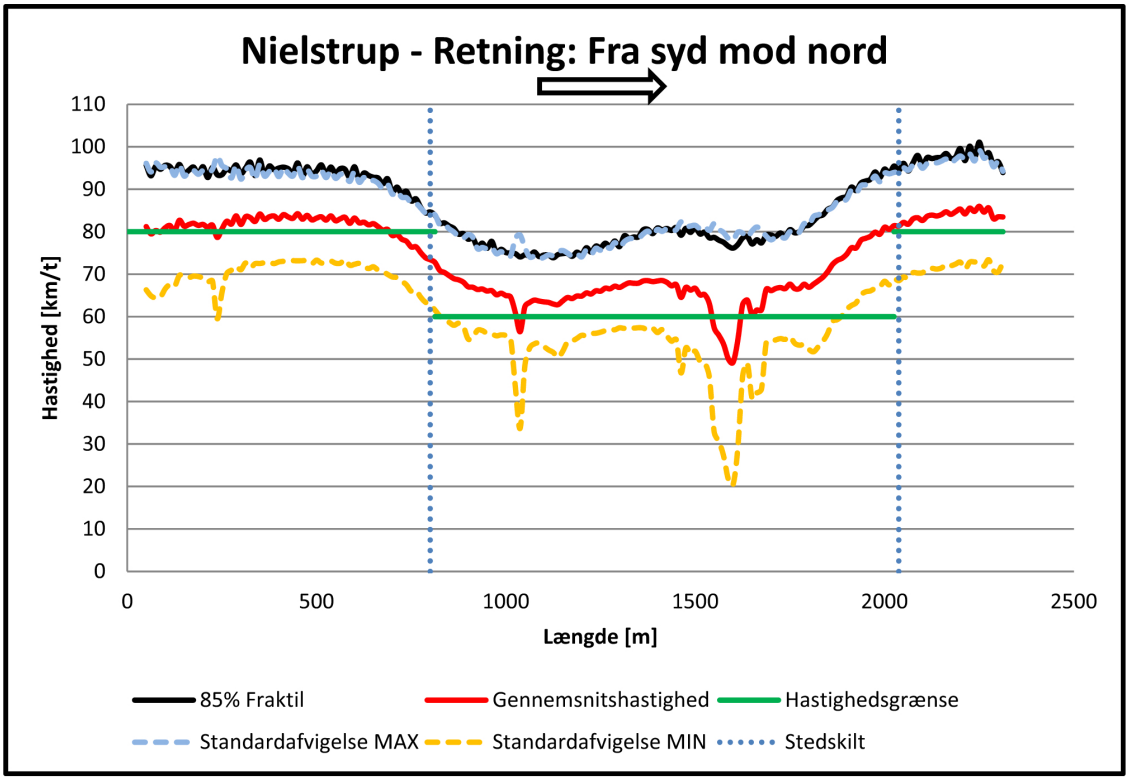


Figur 7.22. Hastighedsprofil for Biersted fra øst mod vest.

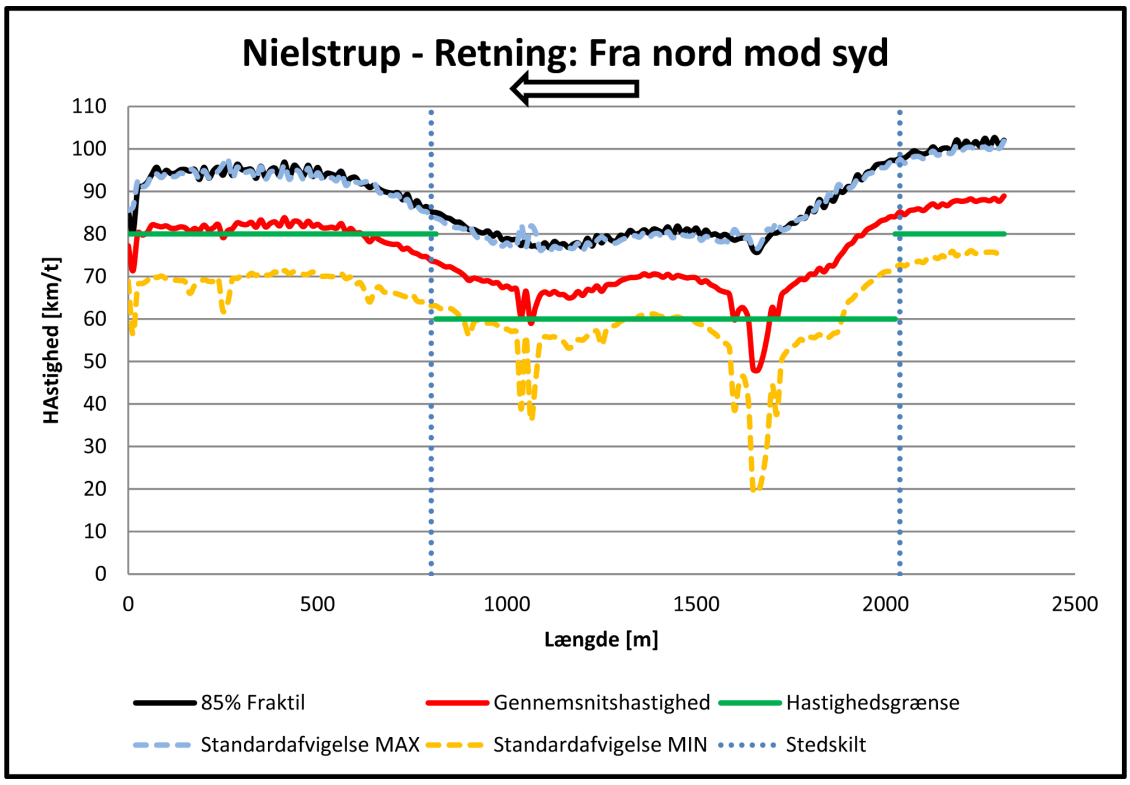
Hastighedsprofilet fra øst er nogenlunde identisk med profilet fra vest. Der er ikke nogen variation eller udsving som ikke findes fra modsatte retning. Hastigheden er generelt højere, hvilket blandt andet fremgår ved at V_{middel} ikke kommer under hastighedsgrænsen.

7.12 Nielstrup

Nielstrup er en mindre gennemfartsby der ligger på hovedlandevej 40 mellem Frederikshavn og Skagen. Den ligger mere sydlig end Ålbæk og ca. 8 km. nord for Frederikshavn.



Figur 7.23. Hastighedsprofil for Nielstrup fra syd mod nord.

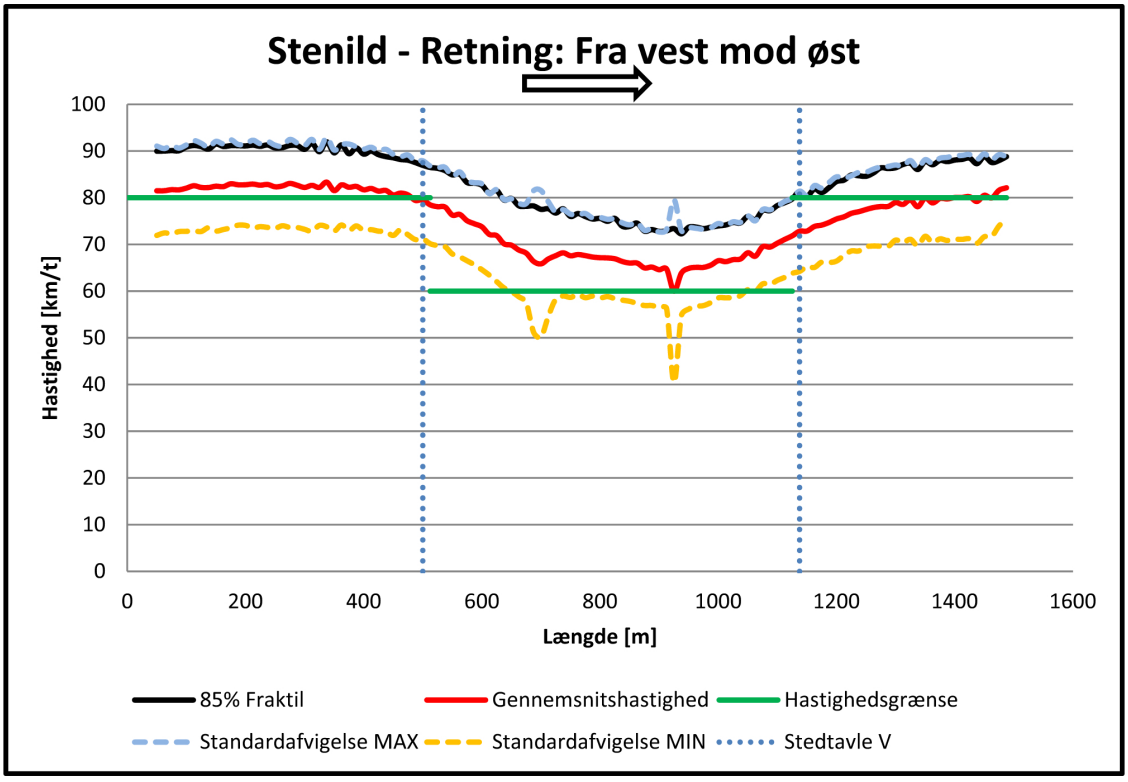


Figur 7.24. Hastighedsprofil for Nielstrup fra nord mod syd.

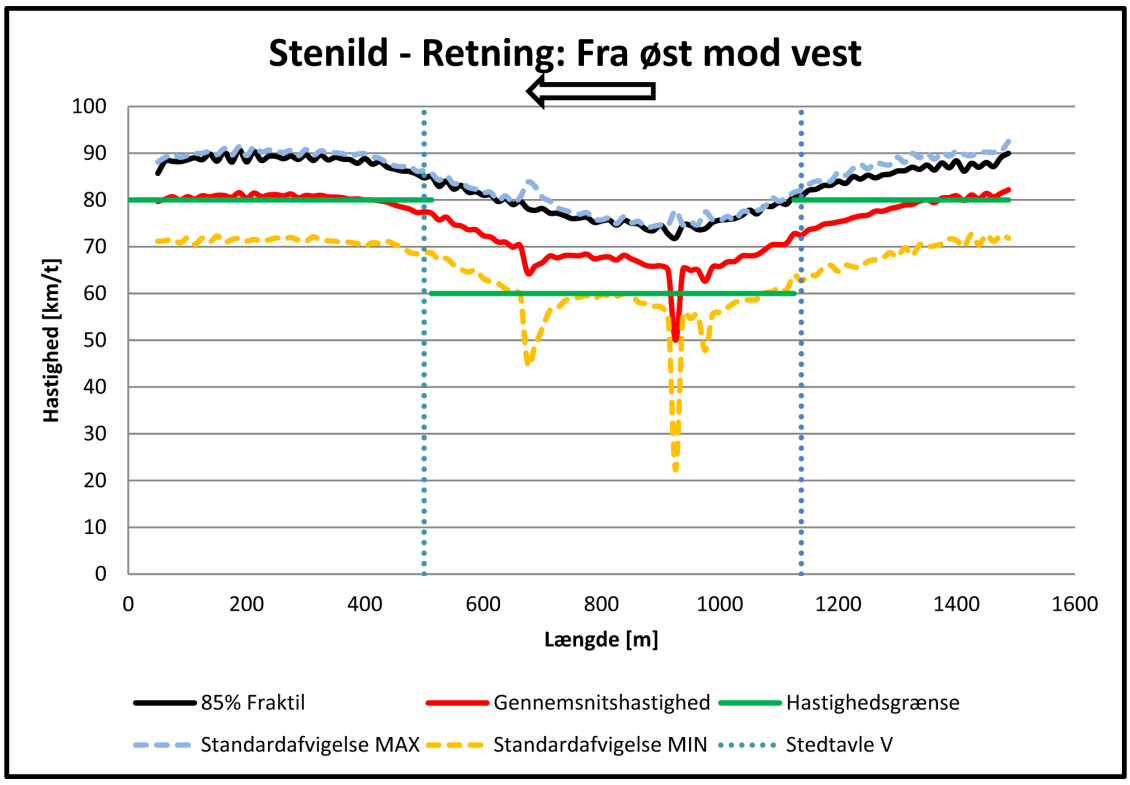
Hastighedprofilet for Nielstrup i hver retning, viser at hastighedsgrænsen ikke bliver respekteret. V_{middel} er under hastighedsgrænsen enkelte gange, mens $V_{0,85}$ er næsten 20 km/t højere end hastighedsgrænsen i bygennemfarterne.

7.13 Stenild

Stenild er den sidste by fra gruppe 2. Stenild er den sydligste by i projektet, og er på hovedlandevej 29 mellem Hobro og Aars. Stenild ligger ca. 4 km sydøst for Nørager der også indgår i projektet.



Figur 7.25. Hastighedsprofil for Stenild fra vest mod øst.

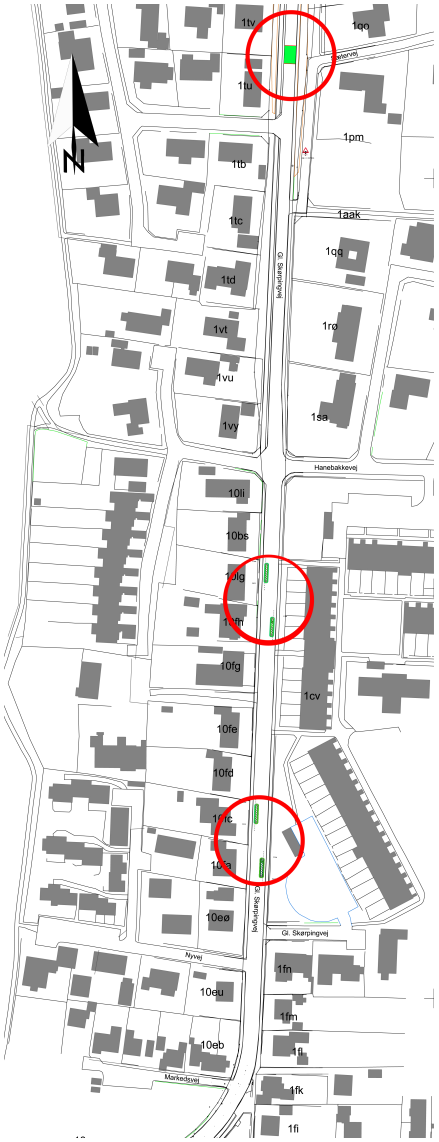


Figur 7.26. Hastighedsprofil for Stenild fra øst mod vest.

Bilisterne kører for hurtigt igennem Stenild, ligesom for de forrige byer fra gruppe 2. $V_{0,85}$ er ca. 15 km/t over hastighedsgrænsen igennem Stenild, og V_{middel} er under hastighedsgrænsen få gange. Dette sker i forbindelse med en sidevej, hvor der sker en tilbagestuvning. Det fremgår også ved at standardafvigelsen er høj, da nogle er stillestående mens andre kører igennem med konstant hastighed.

7.14 Skørping

Skørping er sidste by i undersøgelsen. Skørping er ikke med som en gennemfartsby, men udelukkende for at kunne effektevaluere forsætninger. Den udvalgte strækning har en tilladt hastighed på 50 km/t, og har tidligere haft problemer med for høj hastighed. Strækningen har, i løbet af forsøgsperioden for ITS Platform, gennemgået en trafiksanering, for at sænke hastigheden. Dette giver mulighed for at evaluere hastigheden på strækningen før og efter trafiksaneringen, der er sket i perioden 26. juni til 9. september 2013. Strækningen har efter saneringen fået tre bump og tre forsætninger.



Figur 7.27. Overblik over strækningen i Skørping der er blevet trafiksaneret. Til analysen benyttes en del af strækningem med to forsætninger og et bump. [MOE, 2013]

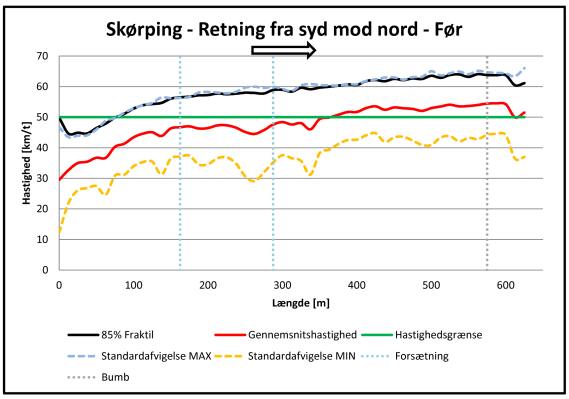
Som figur 7.27 viser, findes der både bump og forsætninger på strækningen. Ved færdsel i nordlig retning passeres først tre forsætninger, for så at passere tre bump inden udgangen af byzonen. Udtrækket til analysen inkluderer kun to forsætninger og et bump. Den første forsætning, som ikke er medtaget, er i nær tilknytning med et sving, hvorved denne er

uegnet. De resterende to bump er ikke medtaget, da gruppen sent blev opmærksomme på at strækningen var blevet saneret med bump, hvorved data var færdigbehandlet.

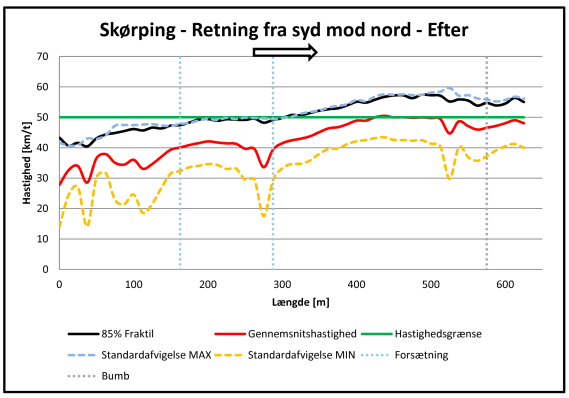
Figur 7.28. Et plot af GPS-punkter for strækningen i Skørping med hastighedsdæmpende foranstaltninger. De sorte punkter er de enkelte geolokaliserede GPS-registreringer, og den røde streg er strækningen hvorfra hastighedsprofilet er udarbejdet.

Det bearbejdede data for Skørping ligger indenfor de sorte prikker samt den røde streg. De to ting er forskudte, men det er kun de data, der ligger indenfor begge markeringer, der er med i hastighedprofilet. Segmentinddelingen gennem delstrækninger er inddelt efter breddegraderne (y-retningen), hvorved at registreringerne er uafhængige af længdegraderne.

Det er besluttet, at der for hastighedsprofilerne fra før strækningen blev trafiksaneret, at anføre samme markeringer som for efter-perioden. Med dette forstås, at de hastighedsdæmpende foranstaltninger også vises på hastighedsprofilerne fra før-perioden, og disse er medtaget for at gøre hastighedsprofilerne mere sammenlignlige og nemmere at fortolke.



Figur 7.29. Hastighedsprofil for Skørping fra syd mod nord *før* trafiksaneringen.



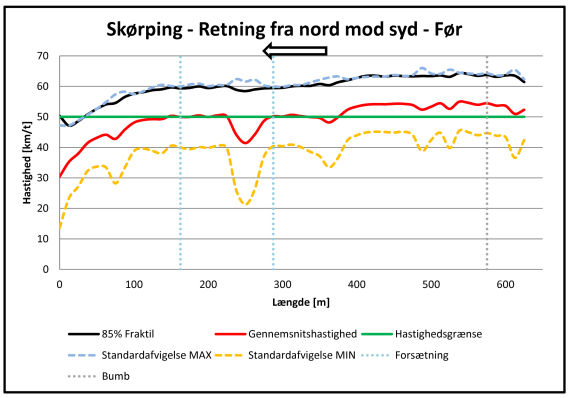
Figur 7.30. Hastighedsprofil for Skørping fra syd mod nord *efter* trafiksaneringen.

Som det fremgår af hastighedsprofilet for både før og efter saneringen, vil den første forsætning være uegnet af inddrage i analysen, da spredningen er for stor. Den store spredning vil betyde at resultatet vil være usikkert.

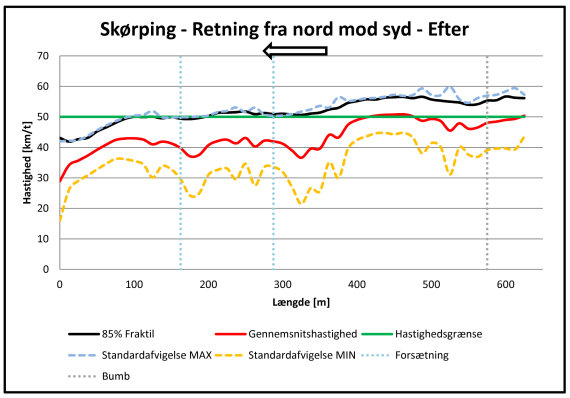
Pga. den sene trafiksanering af strækningen i Støvring, er datamængden for efter-perioden forholdsvis begrænset. Der er 15 unikke køretøjer der har kørt på strækningen efter saneringen, hvoraf det er blevet til 238 ture. Det er markant færre unikke køretøjer og ture end før trafiksaneringen, hvor der var 34 unikke køretøjer fordelt over 1.689 ture. Vurderet udfra hastighedprofilerne, ses en mere kompakt datamængde for efter-saneringsperioden, hvor spredningen generelt er mindre.

Hastighedsmæssigt har de hastighedsdæmpende foranstaltninger haft en markant effekt, hvor $V_{0,85}$ er faldet med næsten 10 km/t. Fra den sidste forsætning og frem overskrider $V_{0,85}$ hastighedsgrænsen, mens $V_{0,85}$ fra før trafiksaneringen viser at bilisterne kører for stærkt efter 100 meter indenfor strækningen.

Forsætningerne vurderes umiddelbart mest effektive, da $V_{0,85}$ holdes under hastighedsgrænsen ved disse. Standardafvigelsen er større ved forsætningerne, hvilket skyldtes at der er en stor variation i hastighederne. Enkelte køretøj er stillestående, mens andre passerer forsætningerne med uændret hastighed. Beregnes effekten af de hastighedsdæmpende foranstaltninger, findes en hastighedsreducerende effekt imellem 14,2 % og 16,5 % for $V_{0,85}$, hvor forsætningerne har en effekt på hhv. 16,0 % og 16,5 %.



Figur 7.31. Hastighedsprofil for Skørping fra nord mod syd *før* trafiksaneringen.



Figur 7.32. Hastighedsprofil for Skørping fra nord mod syd *efter* trafiksaneringen.

Fra nord ses det, at de hastighedsdæmpende foranstaltinger har en effekt i forhold til at nedbringe hastigheden. $V_{0,85}$ er omtrent 10 km/t lavere efter at strækningen er blevet ombygget. Den hastighedsreducerende effekt er beregnet til at være imellem 13,2 % og 16,8 %, hvor forsætningernes effekt er 14,4 % og 16,8 % i sydlig retning.

Forsætningernes længdemæssige effekt vi blive undersøgt yderligere senere, ved af finde punktet, hvorved forsætningernes effekt ophører. Derved er det muligt at vurdere den optimale afstand imellem forsætningerne, for at få den mest optimale fordeling.

7.15 Udsnit

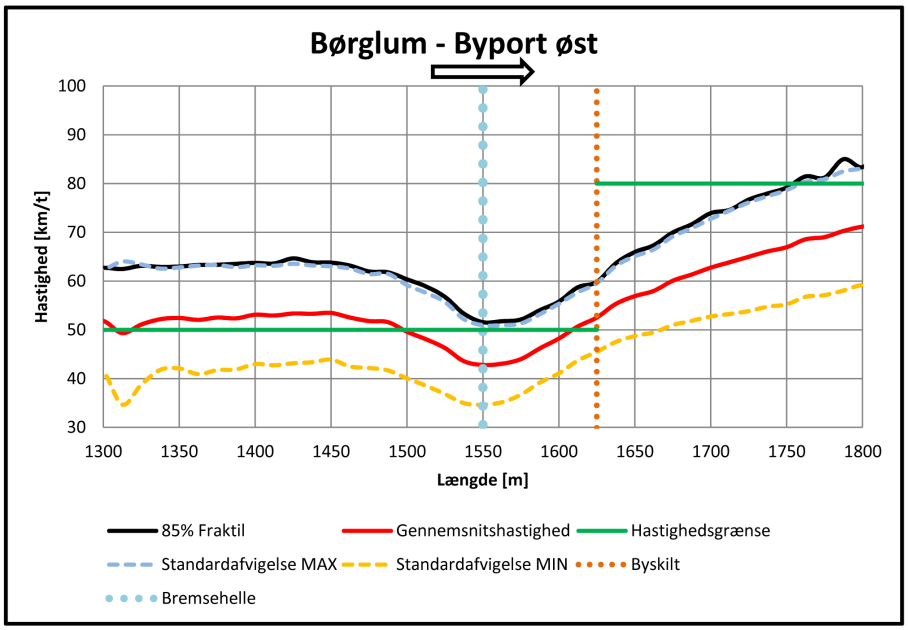
I forrige kapitel er alle gennemfartsbyernes hastighedprofiler gennemgået, og der er enkelte byer, hvor der har været nogle hastighedsdæmpende foranstaltninger, som har været interessante at undersøge yderligere. Hastighedsprofilerne bliver delt op i små brudstykker, for at få et mere præcist billede af hvert hastighedsdæmpende element, med det mål at kunne vurdere den strækningensmæssige effekt for hver elementtype. Nogle byer er fravalgt pga. lokale forhold der ikke gør det muligt at kunne konkludere noget enstemmigt ud fra. De lokale forhold har været; sideveje og skifte fra tæt til spredt randbebyggelse og omvedt.

7.15.1 Bremseheller

For 8 af 10 byer i gruppe 1 findes der bremseheller ved indgangen til byzonen. Dette på trods, er der kun fundet to byer der har bremseheller, hvor der har været en visuel ændring i hastighedsprofilet fra før bremsehellet og efter bremsehellet. Disse to byer er Børglum og Vittrup.

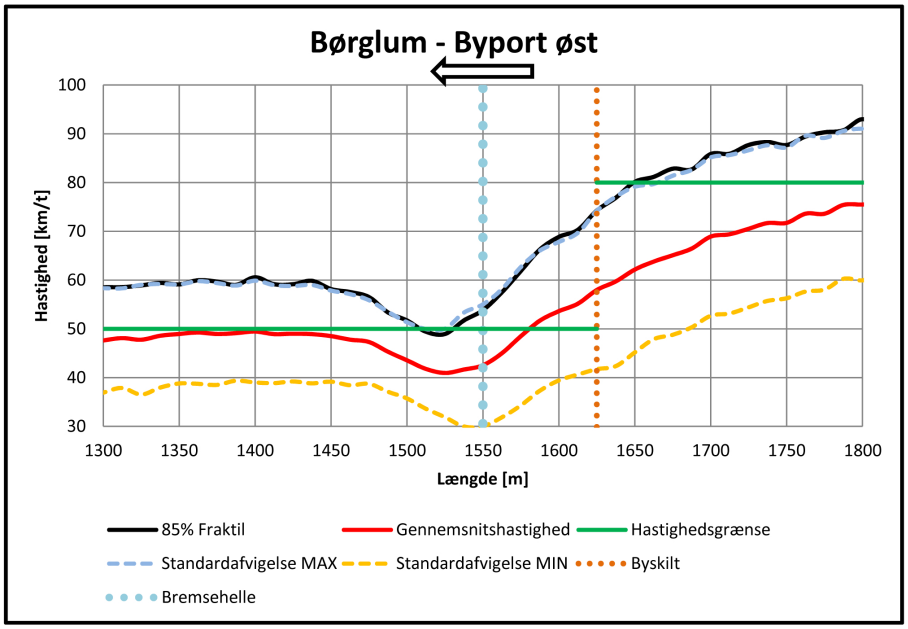
Børglum
Børglum er den første by med et bremsehelle, som bliver undersøgt. I Børglum er det det østlige bremsehelle, der er interessant at arbejde videre med.

For Børglum undersøges retningen fra vest mod øst først, hvor bilisterne dermed er på vej ud af byen. Interessant er bremsehellet udformet så, at bilisterne er nødt til at bremse ned ved udgangen af byzonen.



Figur 7.33. Udsnit fra hastighedsprofilet i Børglum ved det østlige bremsehelle ved færdsel i østlig retning.

Toppunktet frem mod bremsehellet kommer i punktet 1.425 m med en hastighed på 64,7 km/t, derfra er hastigheden faldende frem til bremsehellet, hvor den laveste hastighed på 51,6 km/t findes i punktet 1.550 m.



Figur 7.34. Udsnit fra hastighedsprofilet i Børglum ved det østlige bremsehelle ved færdsel i vestlig retning.

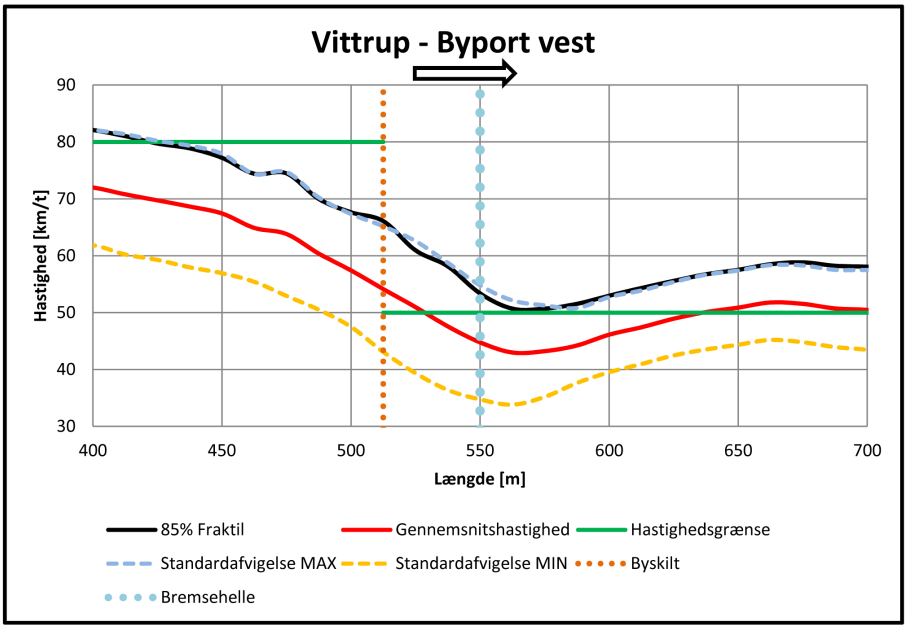
For bilisterne udenfor byen med retning ind mod Børglum, kan der ikke uddrages noget konkret, da hastighederne falder 300 meter før bremsehellet. Derimod kan denne retning

fortælle, hvor længe effekten for bremsehellet vare.

Som udsnittet på figur 7.34 viser, findes den laveste hastighed for $V_{0,85}$ i punktet 1.525 m med en hastighed på 49,0 km/t. Første toppunkt efter bremsehellet findes i punktet 1.437,5 m med en hastighed på 59,9 km/t. Hvis der fokuseres på V_{middel}, reduceres bilisterne acceleration i punktet 1.475 m, hvor V_{middel} stiger svagt frem mod toppunktet 1.400 m.

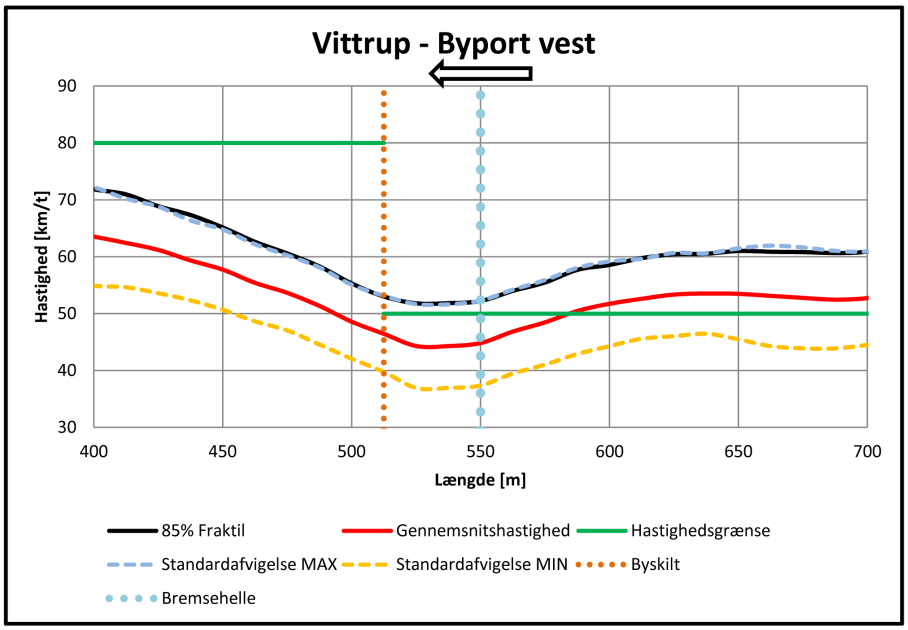
Vittrup

I Vittrup findes der et bremsehelle i hver ende af byen, og bremsehellerne er begge interessante, da de sænker hastigheden for indkørende og udkørende bilister. Markeringen for bremsehellet er placeret i midten af bremsehellet, hvilket medfører at hastigheden er lavest efter markeringen. Afstanden bliver som udgangspunkt taget fra den laveste hastighed.



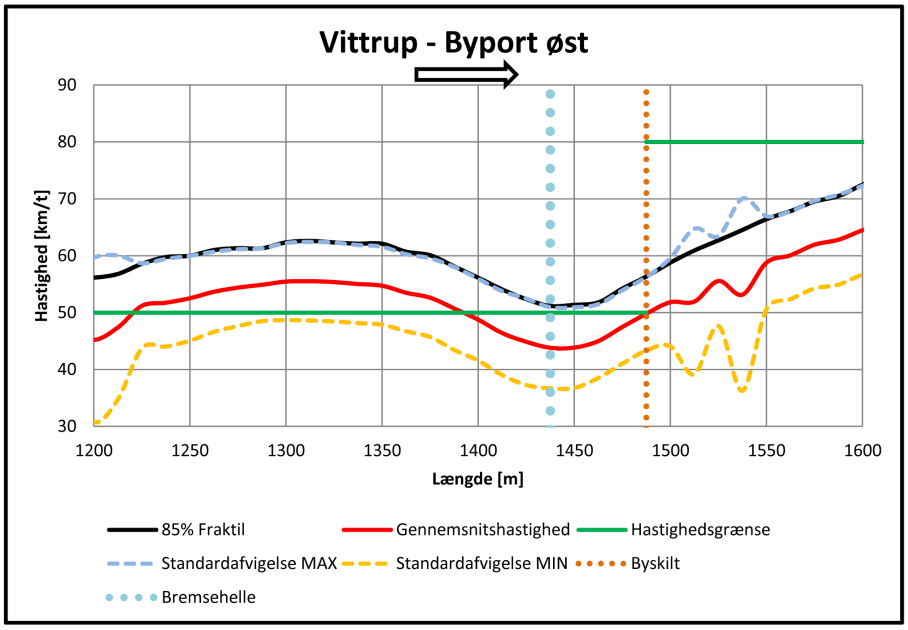
Figur 7.35. Udsnit fra hastighedsprofilet i Vittrup ved det vestlige bremsehelle ved færdsel i østlig retning.

Første udsnit for Vittrup er det vestlige bremsehelle for færdselsretningen ind mod byen. Her findes den laveste værdi i punktet 575 m, med en $V_{0,85}$ på 50,7 km/t. Toppunktet efter bremsehellet findes i punktet 675 m med en $V_{0,85}$ på 58,8 km/t.



Figur 7.36. Udsnit fra hastighedsprofilet i Vittrup ved det vestlige bremsehelle ved færdsel i vestlig retning.

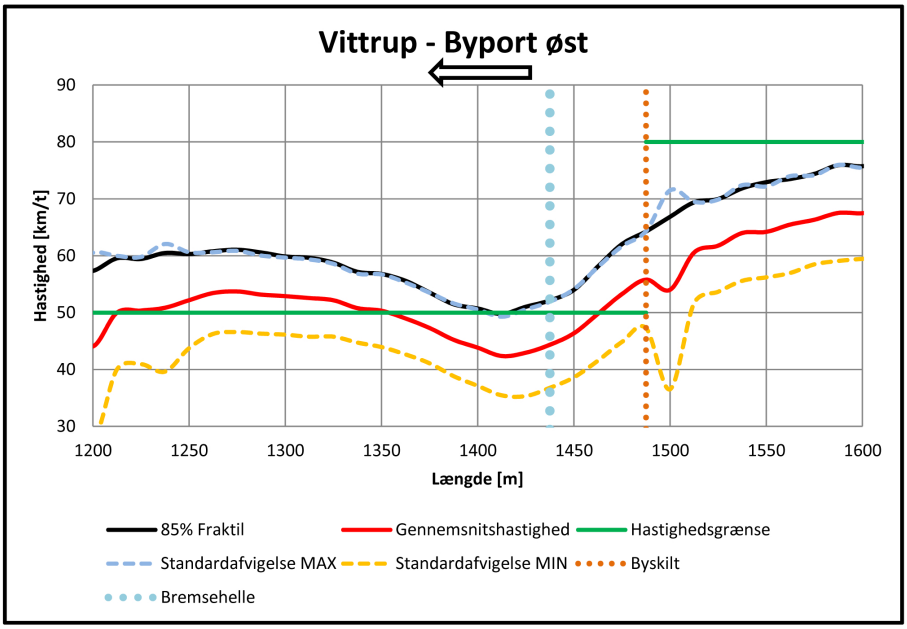
Andet udsnit for Vittrup er stadig det vestlige bremsehelle, men med modsat færdselsretning, så bilisterne kører ud af byen. Her findes den laveste hastighed i punktet 525 m med en $V_{0,85}$ på 51,8 km/t og toppunktet inden bremsehellet findes i afstanden 650 m, hvor $V_{0,85}$ er 61,0 km/t.



Figur 7.37. Udsnit fra hastighedsprofilet i Vittrup ved det østlige bremsehelle ved færdsel i østlig retning.

I den anden ende af byen findes det andet bremsehelle. Her undersøges først for færdselsretningen mod øst, hvilket er de bilister der kører ud af byen.

For dette udsnit ses toppunktet i punkt 1.350 m med en $V_{0,85}$ på 62,1 km/t. Dette er 75 m fra bremsehellet hvor den laveste $V_{0,85}$ findes i punktet 1.425 m med en $V_{0,85}$ på 51,2 km/t.



Figur 7.38. Udsnit fra hastighedsprofilet i Vittrup ved det østlige bremsehelle ved færdsel i vestlig retning.

For det østlige bremsehelle i modsatte retning findes den laveste hastighed i forbindelse med bremsehellet i punktet 1.412,5 m med en $V_{0,85}$ på 49,8 km/t. Det første punkt efter bremsehellet hvor bilisternes acceleration stagnerer, sker 62,5 meter efter bremsehellet. Bilisterne fortsætter dog med at accelere frem til punktet 1.225 m, 187,5 meter væk.

Retning	By	Bremsehelle [m]	Toppunkt [m]	Afstand [m]
Ind mod byen	Børglum	1.525,0	1.437,5	87,5
	Vittrup	575,0	675,0	100,0
		1.412,5	1.350,0	62,5
	Gennemsnit			**83,3**
Ud af byen	Børglum	1.550,0	1.425,0	125,0
	Vittrup	525,0	650,0	125,0
		1425,0	1.350,0	75,0
	Gennemsnit			**108,3**

Tabel 7.1. Tabellen viser afstandene fra bremsehellet og frem til toppunktet afhængig af om det er væk fra bremsehellet (Ind mod byen) eller hen mod bremsehellet (Ud af byen). Gennemsnittet er den gennemsnitlige afstand mellem toppunkt og minimumspunkt.

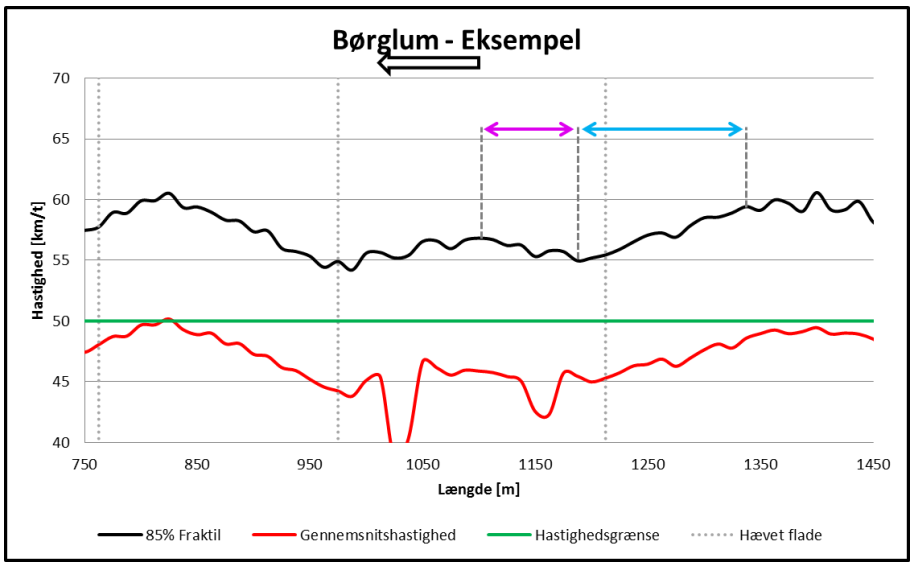
I tabellen fremgår det, at den effekt som bremsehellet har, igennemsnit varer 83,3 m, mens at bilisterne i gennemsnit begynder at tilpasse hastigheden 108,3 m før bremsehellet.

7.15.2 Hævede flader

Til at undersøge effekten af hævede flader er der udvalgt tre gennemfartsbyer. De tre gennemfartsbyer er Børglum, Nørager og Vittrup, hvor de har hhv. 5, 4 og 3 hævede flader igennem gennemfartsstrækningen.

Samtlige udsnit for de tre byer med hævede flader er vist i bilag C.1 på side 105.

Fremgangsmåden, til at finde effekten af de hævede flader, sker ved at undersøge afstanden mellem toppunkter og minimumspunkter i hastighedsprofilerne. Afstanden fra et lokalt maksimumspunkt i hastighedsprofilet og frem til det næste minimumspunkt er den afstand, hvorfra bilisten reagerer på den kommende foranstaltning. Afstanden fra det lokale minimumspunkt og frem til det næste lokale maksimumsspunkt, er den afstand som effekten varer. Et eksempel herpå kan ses på figur 7.39. Den blå pil illustrerer afstanden hvorfra bilisten reagerer på den kommende hastighedsdæmpende foranstaltning, og den pink pil er den afstand, hvortil den hastighedsdæmpende foranstalning har en effekt.



Figur 7.39. Eksempel på opmåling af effekt ved hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Med udgangspunkt i metoden fra forrige figur, kan følgende tabeller opstilles.

By	Hævet flade	Toppunkt før	Afstand	Min.punkt	Afstand	Toppunkt efter
Børglum	1	212,5	50,0	262,5	125,0	387,5
	2	412,0	62,5	475,0	87,5	562,5
	3	675,0	75,0	750,0	112,5	862,5
	4	875,0	87,5	962,5	112,5	1075,5
	5	1137,5	75,0	1212,5	87,5	1300,0
Nørager	1			887,5	62,5	950,0
	2	1000,0	75,0	1075,0	25,0	1100,0
	3	1250,0	37,5	1287,5	75,0	1362,5
	4	1375,0	75,0	1450,0		
Vittrup	1	675,0	50,0	725,0	100,0	825,0
	2	887,5	62,5	950,0	62,5	1012,5
	3	1075,0	62,5	1137,5	75,0	1212,5
Gennemsnit			**64,8**		**84,1**	

Tabel 7.2. Reaktionsafstande i forhold til hævede flader. Retningen er ved færdsel i østlig retning.

'Toppunkt før', er afstanden hvorfra en bilist begynder at tilpasse hastigheden frem til den hævede flade. 'Min. punkt' er det lokale minimumspunkt, hvor den hævede flade har størst effekt. 'Toppunkt efter', er den afstand hvor bilistens hastighed topper eller udjævnes efter at have passeret den hævede flade. Gennemsnittet for afstandene bliver derefter beregnet, og som det fremgår af tabel 7.2 reagerer bilisterne i gennemsnit 64,8 m før en hævet flade, og effekten af den hævede flade er helt aftaget 84,1 m efter.

By	Hævet flade	Toppunkt før	Afstand	Min.punkt	Afstand	Toppunkt efter
Børglum	5	1337,5	137,5	1200,0	100,0	1100,0
	4	1062,5	75,0	987,5	162,5	825,0
	3	825,0	75,0	750,0	100,0	650,0
	2	500	50,0	450,0	112,5	337,5
	1	337,5	87,5	250,0	37,5	212,5
Nørager	4	1525,0	50,0	1475,0	87,5	1387,5
	3	1362,5	62,5	1300,0	25,0	975,0
	2	1100,0	50,0	1050,0	75,0	975,0
	1	900,0	25,0	875,0		
Vittrup	3	1212,5	62,5	1150,0	87,5	1062,5
	2	975,0	50,0	925,0	50,0	875,0
	1	787,5	87,5	700,0	50,0	650,0
Gennemsnit			**67,7**		**80,7**	

Tabel 7.3. Reaktionsafstande i forhold til hævede flader. Retningen er ved færdsel i vestlig retning. De hævede flader kommer i modsat rækkefølge.

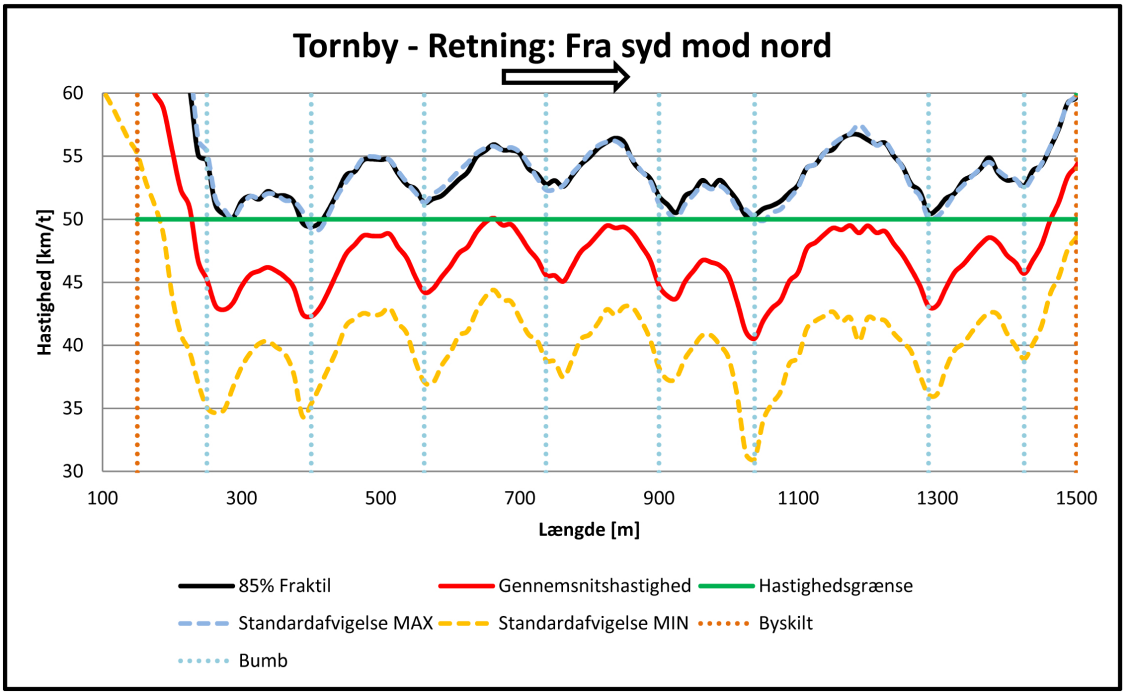
Fra den anden retning kan det ses at bilisterne i gennemsnit reagerer 67,7 m før den hævede flade, og at effekten af den hævede flade er aftaget efter 80,7 m.

For begge tabeller er den gennemsnitlige afstand, hvorfra bilisterne begynder at tilpasse hastigheden frem mod den hævede flade, fundet ved 66,3 m. Effektens gennemsnitlige

varighed efter bilisterne har passeret den hævede flade er fundet ved 82,4 m, hvor hastigheden topper eller udjævnes.

7.15.3 Bump

Tornby
Tornby er den eneste gennemfartsby i undersøgelsen, som er trafiksaneret med bump. I alt findes der 8 bump på gennemfartsvejen.



Figur 7.40. Udsnit fra hastighedsprofilet i Tornby i kørselsretning fra syd mod nord.

Figur 7.40 viser det første udsnit for Tornby, som er i retning fra syd mod nord. Den laveste værdi, og derved minimumspunktet for $V_{0,85}$ findes ved bump 2 på 49,2 km/t. Toppunktet findes imellem bump 6 og 7, som har en $V_{0,85}$ på 56,7 km/t. Afstanden imellem bumpene varierer, hvilket giver udslag på virkningen af bumpene. Tabel 7.4 viser afstanden imellem bumpene.

Bump nr.	Afstand [m]
1 - 2	125
2 - 3	162,5
3 - 4	175
4 - 5	187,5
5 - 6	112,5
6 - 7	250
7 - 8	137,5

Tabel 7.4. Tabellen viser afstanden imellem hver bump i Tornby.

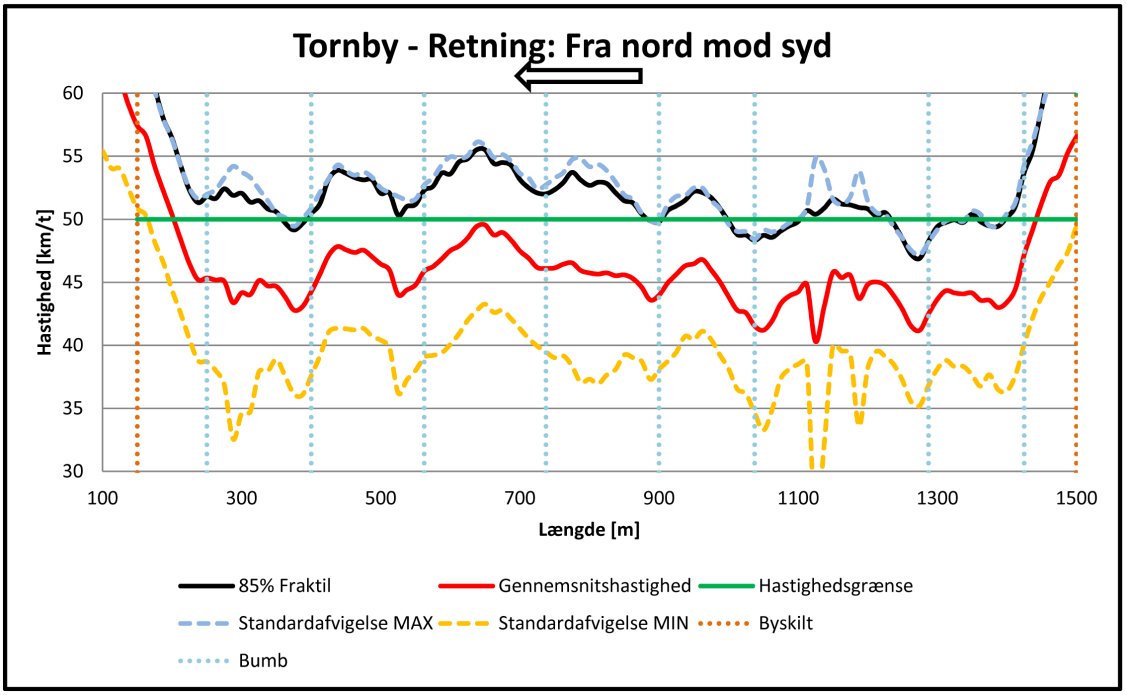
Afstanden imellem bumpene overholder vejreglernes anbefalinger. Men som figur 7.40 viser, er $V_{0,85}$ stadig over hastighedsgrænsen. Figuren illustrerer ligeledes, at der er en sammenhæng mellem bumpenes afstand og bilisternes hastighed. Jo mindre afstanden er imellem bumpene, desto bedre er virkning af at bibeholde en lav hastighed i nordlig retning.

Tabel 7.5 viser afstanden mellem hver top- og minimumspunkt imellem hvert bump. Gennemsnittet viser den gennemsnitlige afstand mellem top- og minimumspunkt. 'Afstand før' indikerer hvor tidligt bilisterne reagerer på et bump, og reducerer hastigheden. Gennemsnittet for 'afstand før' er 48,3 m, hvilket betyder at bumpene har en effekt ca. 50 m før. 'Afstand efter' indikerer hvor mange meter den gennemsnitlige effekt af bumpene vare. Her er gennemsnittet 89,4 m, hvilket betyder at effekten af bumpene er størst aftagende efter 90 m.

Bump	Toppunkt før	Afstand før	Min. punkt	Afstand efter	Toppunkt efter
1			287,5	50,0	337,5
2	362,5	37,5	400,0	87,5	487,5
3	512,5	50	562,5	100,0	662,5
4	700,0	37,5	737,5	100,0	837,5
5	850,0	75	925,0	37,5	962,5
6	987,5	37,5	1025,0	162,5	1187,5
7	1125,0	62,5	1287,5	88,0	1375,5
8	1387,5	38	1425,5		
Gennemsnit		**48,3**		**89,4**	

Tabel 7.5. Tabellen viser afstanden imellem top- og minimumspunktet for hver bump. Gennemsnittet er den gennemsnitlige afstand mellem top- og minimumspunkt.

Figur 7.41 viser hastighedsprofilet for den modsatte kørselsretning, dvs. fra nord mod syd. Her er effekten af bumpene relativ anderledes i forhold til den modsatte kørselsretning. I den modsatte kørselsretning registreres toppunktet imellem bump 6 og 7. Men når bilisterne kommer fra nord og kører mod syd, kan minimumspunktet registreres ved imellem bump 6 og 7. Dette skyldes, at der på højresiden af vejen er en skole, som giver udfaldet. Yderligere kan det vurderes at bilisterne er på vej ind mod byen, hvilket medvirker til at en lavere hastighed.



Figur 7.41. Udsnit fra hastighedsprofilet i Tornby i kørselsretning fra nord mod syd.

Tabel 7.6 viser tilsvarende før- og efter effekten af bumpene i den modsatte kørselsretning. Her er effekten af bumpene anderledes i forhold til den sydelig retning mod nord. 'Afstand før' er 64,6 m, hvilket betyder at bilisterne reducerer hastigheden ca. 65 m før et bump, hvorimod dette tal er lavere i den modsatte kørselsretning. 'Afstand efter' er 66,1 m, hvilket betyder at bumpene i denne kørselsretning har en mindre effekt på at bibeholde en lavere hastighed end den modsatte kørselsretning.

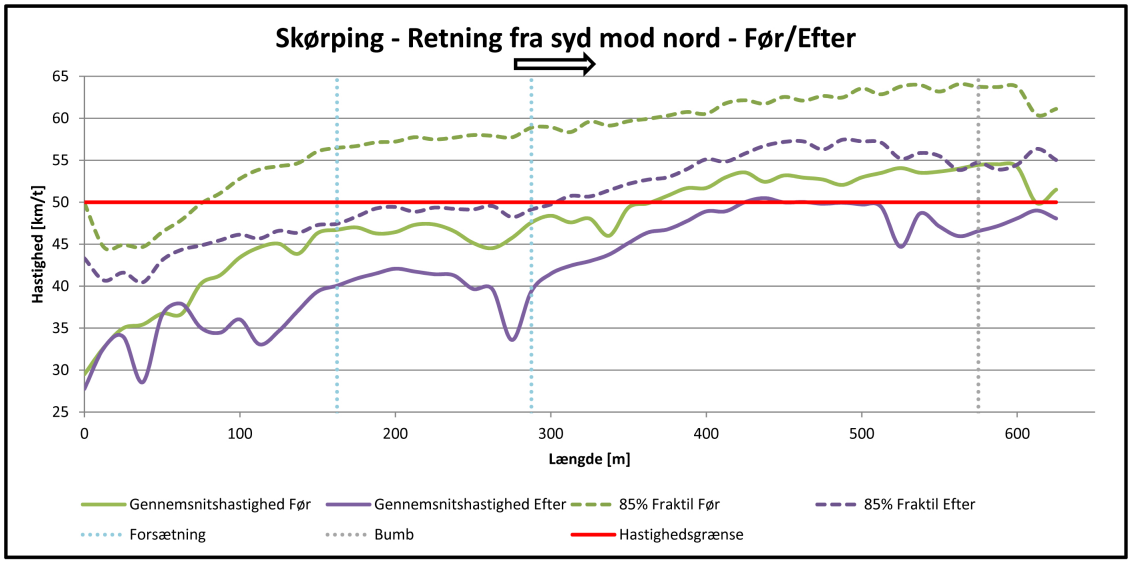
Bump	Toppunkt før	Afstand før	Min. punkt	Afstand efter	Toppunkt efter
8	1362,5	25,0	1387,5		
7	1150,0	125,0	1275	75,0	1350,0
6	975,0	62,5	1037,5	75,0	1112,5
5	825,0	75,0	900,0	50,0	950,0
4	687,5	37,5	725,0	50,0	775,0
3	487,5	37,5	525,0	112,5	637,5
2	325,0	50,0	375,0	62,5	437,5
1			237,5	38,0	275,5
Gennemsnit		**64,6**		**66,1**	

Tabel 7.6. Tabellen viser afstanden imellem toppunktet og minimumspunktet for hver bump.

Samlet set kan det vurderes at bumpene har en effekt på at reducere hastigheden. For sydlig retning er $V_{0,85}$ 54,6 km/t og for nordlig retning 52,7 km/t. Bilisterne overskriver hastighedsgrænsen, men få steder på strækningen reducerer bumpene hastigheden til under hastighedsgrænsen, hvilket gør, at bumpene virker efter hensigten. Den indbyrdes afstand mellem bumpene varierer fra 112,5-250 m, og her ses en tends til at, kortere afstand imellem bumpene, giver en større hastighedsreducerende effekt igennem gennemfartsbyen.

7.15.4 Forsætninger

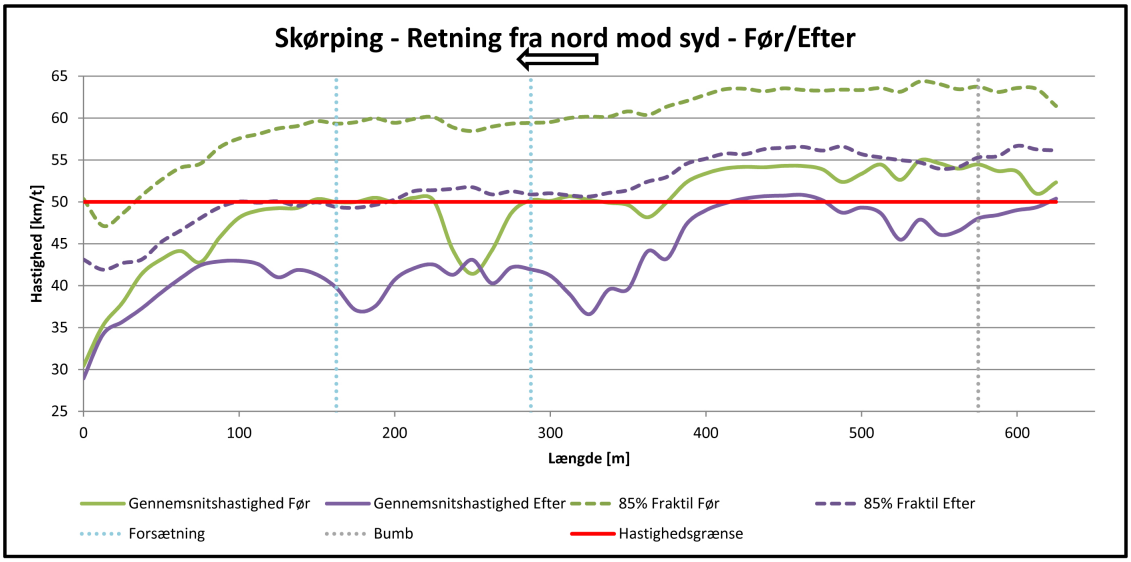
Skørping
Fremgangsmåden til at analysere de hastighedsdæmpende foranstaltninger i Skørping er anderledes end for de andre byer. Hvor det, for de tidligere byer, har været muligt at udvælge de bedste byer, og arbejde med de hastighedsdæmpende foranstaltninger, findes der intet alternativ til Skørping med forsætninger. Modsat har Skørping den fordel, at strækningen er blevet trafiksaneret i løbet at projektperioden for ITS Platform. Dette giver mulighed for at analysere effekten af de hastighedssæmpende foranstaltninger i forhold til perioden uden.



Figur 7.42. Hastighedsprofil med før- og efterregistreringer med $V_{0,85}$ og V_{middel} for Skørping fra syd mod nord med.

Figur 7.42 viser hastighedsprofilet for strækningen i Skørping, hvor det kun er $V_{0,85}$ og V_{middel} fra før trafiksaneringen og efter trafiksaneringen. Hastigheden over hele strækningen er faldet som følge af ombygningen, og specielt omkring forsætningerne findes en markant reducering i hastigheden. Effekten udhviskes imellem den sidste forsætning og bumpet, hvor afstanden imellem er for stor.

Interessant og overraskende har forsætningerne en effekt i forhold til at sænke $V_{0,85}$ hen over forsætningerne, så at hastigheden kommer under hastighedsgrænsen. Spredningen er ikke med, men det var forventet at de 15 % hurtigste bilister ville passere forsætningerne uden at ændre hastighed. Hastighedprofilet viser at dette ikke var tilfældet. Det er værd at bemærke, at hastigheden mellem de to forsætninger ikke overskrider hastighedsgrænsen.



Figur 7.43. Hastighedsprofil for Skørping fra nord mod syd.

For hastighedsprofilet i den anden retning, findes der også en effekt efter at strækningen er blevet ombygget. Bumpet i starten har reduceret hastigheden med ca. 10 km/t for både $V_{0,85}$ og V_{middel}, men bumpet har ikke fået $V_{0,85}$ under hastighedsgrænsen. Forsætningerne har samme effekt i den sydlige retning som i nordlig retning. Dette er interessant, da forløbet i nordlig retning sker efter en venstrekurve, hvor der forinden findes en forsætning. Dermed har bilisterne forskellige forudsætninger ved indgangen til forsætningerne. Forsætningerne reducerer $V_{0,85}$ så at hastighedsgrænsen næsten overholdes.

Vurderet ud fra de to figuerer er den indbyrdes afstand imellem forsætningerne tilstrækkelig lang. Ud fra den sydlige færdselsretning sker der en lille hastighedsoverskridelse imellem de to forsætninger, mens $V_{0,85}$ ved færdselsretningen mod nord holdes under hastighedsgrænsen. Dette betyder at den nærved optimale afstand mellem to forsætninger er 120 m.

Holdes resultatet fra forsætningerne op imod håndbogen om fartdæmpere, findes det, at en anbefalet indbyrdes afstand på 150 m imellem hastighedsdæmpende foranstaltninger er i orden. Som begrundelse for 150 m indbyrdes afstand, skrives det, at udformningen skal medføre en hastighed 5 km/t lavere end planlægningshastigheden, og at den maksimale hastighedsovertrædelse imellem de hastighedsdæmpende foranstaltninger vil være 5 km/t for den gennemsnitlig bilist. [Vejdirektoratet, 2013a]

7.15.5 Opsamling af resultater fra udsnittene

I dette afsnit samles resultaterne for de valgte udsnit der er behandlet tidligere.

Bremsehellerne havde en markant hastighedsreducerende effekt for bilisterne i bygennemfarterne. Bilisterne reagerede i gennemsnit 108,3 m fra bremsehellet og effekten efter bremsehellet ophørte i en afstand af 83,3 m. Resultatet skal ses i lyset af, at de undersøgte bremseheller var de mest egnede, samt at de havde den største hastighedsreducerende effekt. Dette betyder at resultaterne er et best case resultat, hvor bremsehellerne har den størst mulige hastighedsreducerende effekt.

Effekten af de hævede flader havde ikke samme udstrækning som bremsehellerne havde. Ved

de hævede flader blev det fundet, at bilisterne i gennemsnit reagerede 66,3 m før en hævet flade samt at effekten af en hævet flade ophørte efter 82,4 m.

Ved bump blev det fundet at bilisterne i gennemsnit begyndte at tilpasse hastigheden mod de kommende bump 53,6 m før bumpet og at effekten af at bump aftog efter 77,8 m.

Type	Reaktionsafstand [m]	Effektens udstrækning [m]	Totale strækningseffekt
Bremsehelle	108,3	83,3	191,6
Hævet flade	66,3	82,4	148,7
Bump	53,6	77,8	131,4

Tabel 7.7. Strækningsmæssig effekt at hastighedsdæmpende foranstaltninger

For Skørping blev det fundet at den indbyrdes afstand på 120 m imellem forsætningerne sikrede at $V_{0,85}$ ikke medførte hastighedsoverskridelser. Hvis afstanden imellem forsætningerne blev øget, kunne der findes tendenser til at $V_{0,85}$ ville overskride hastighedsgrænsen.

KAPITEL

8 Diskussion

Forskel mellem hastighedsprofiler for dette projekt og Jørgensen
Projektet har taget udgangspunkt i et tidligere afgangsprojekt af Jørgensen, der undersøgte 'Byggenfarters effekt på privatbilisters hastighedsvalg'. Ud fra det, har dette projekt arbejdet mod at fremvise nye resultater, med det formål at kunne bestemme effekterne forbundet med hastighedsdæmpende foranstaltninger i gennemfartsbyer. Data har været markant større end det Jørgensen havde til rådighed, og enkelte byer er taget med i projektet, med udgangspunkt i at kunne verificere, begge veje, det der er lavet. De byer der er medtaget er de 3 gruppe 2-byer med en hastighedsgrænse på 60 km/t, da Jørgensen havde flest gennemkørsler i disse. Sammenholdes hastighedsprofilerne mellem Jørgensens og dette projekt, findes en tendens mellem hastighedsprofilerne. For enkelte af byerne passer hastighederne for V_{middel} og $V_{0,85}$, mens der for Nielstrup ikke er nogen sammenhæng mellem dette projekt og Jørgensen. Hastighederne for $V_{0,85}$ er markant højere med forskelle op til 15 km/t, og hastighesprofilerne i Nielstrup er anderledes mht. hastighedsændringer undervejs i bygennemfarten. Testgruppen for Jørgensens undersøgelse har sandsynligvis bestået af en gruppe testpersoner, der har kørt forholdsvis forsigtigt. Det har formentligt også været for tidligt i projekt Spar på Farten, at deres kørselsadfærd er blevet undersøgt.

Repræsentativt datagrundlag
Antallet af gennemkørsler er forholdsvist højt for samtlige byer, hvor det laveste antal gennemkørsler findes ved Ålbæk i nordlig retning med 170 gennemfarter. Ålbæk i sydlig retning følger lige efter med 201 gennemfarter som det næstlaveste. Disse ture er fordelt over 84 og 94 unikke køretøjer, hvilket formentligt giver en bred variation af køremønsteret igennem Ålbæk. Desværre har det ikke været muligt at kunne behandle spredningen af ture fordelt på køretøjer, for at undersøge om enkelte køretøjer har lavet markant flere gennemfarter igennem Ålbæk end resten, og derved påvirker hastighedsprofilet.

Det laveste antal unikke køretøjer findes i Skørping for tiden efter ombygningen af den analyserede strækning. Hhv. 14 og 15 unikke køretøjer kørte igennem strækningen under dataindsamlingsperioden, og disse køretøjer fordeles over 236 og 238 ture.

Det gennemsnitlige antal ture fordelt ud over bygennemfarterne for gruppe 1 er 1.080 ture, og de er i gennemsnit blevet gennemkørt af 103 unikke køretøjer. Det giver en nogenlunde troværdighed. For gruppe 2, er det gennemsnitlige antal bygennemfarter 928 fordelt ud over et gennemsnitlig antal unikke køretøjer på 83.

Metodesvagheder
Projektet har fra begyndelsen haft en masse tilgængelige data, som fra starten har skulle sorteres og behandles i skridt, for at kunne ende op med et hastighedsprofil. Udtrækket fra ITS Platforms server har ikke givet anledning til fejl, og det er kun i den efterfølgende behandling af data der kan være sket mindre fejl. Sorteringen har i nogle tilfælde været rimelig grov, hvor nogle betingelser skulle opfyldes for udtrækket, hvis data da ikke skulle kasseres. Dette er

bl.a. sket i forbindelse med retningsinddeling af ture og i forbindelse med at undersøge om turene udelukkende har været bygennemfarter. Denne proces betød at en lille del af materialet er skåret væk. Med en datamængde på omkring 10 mio. rækker for byerne, betyder nogle få hundrede tusinde slettede rækker ikke meget.

Den mest afgørende proces i forbindelse med databehandlingen er sket i forbindelse med segmentinddelingen, hvor hver tur har skulle segmentinddeles i længder af 12,5 m for at få én hastighed pr. segment pr. tur. Denne proces betød at hver enkelt registrering blev grupperet afhængig af UTM-koordinat. Hele datasættet blev dermed simplificeret, hvorved en masse oplysninger gik tabt. Dette er utænkeligt en fejlkilde, men da det er en metode, som bliver anvendt konsekvent igennem projektet, vil fejlkilden derved forblive konstant for samtlige resultater.

Trafikantadfærd
Trafikantadfærden har også en betydning i forhold resultaterne, og der kan stilles spørgsmålstegn ved, hvorvidt testpersonerne til projektet ITS Platform har været en repræsentativ gruppe for den almindelige befolkning. Testpersonerne til projektet har alle skulle opfylde et krav om et højt årligt kørslesbehov. Dette skulle sikre at det var bilister der ville bidrage med meget data, samt at kørslesadfærden ikke påvirkes af at bilen blev monteret med en GPS-modtager.

Det findes sandsynligt at testpersonerne har haft en konservativ/forsigtig kørselsadfærd, da testpersoner som bevidst kører for stærkt ikke vil melde sig til et frivilligt forsøg. Omvendt medfører det, at hvis der findes hastighedsovertrædelser, vil det være meget sandsynligt at dette også er tilfældet i på vejene blandt samtlige trafikanter.

KAPITEL

9 Konklusion

Formålet med undersøgelsen i dette projekt har været, at undersøge effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger i mindre byer. Tidligere projekter af lignende undersøgelser viser, at gennemfartsbyerne er præget af høje hastigheder og andre trafikrelaterede problemer. De anlagte hastighedsdæmpende foranstaltninger har i flere af tilfældene ikke den tiltænkte effekt. Dermed har de tidligere undersøgelser dannet baggrunden for dette projekt. Det er valgt at undersøge effekten af hastighedsdæmpende foranstaltninger, med fokus på, hvor længe effekten af de enkelte foranstaltninger varer.

14 byer er valgt til undersøgelsen og byerne er opdelt i to grupper, gruppe 1 for byer med hastighedsdæmpende foranstaltninger og 50 km/t hastighedsgrænse, og gruppe 2 for byer uden hastighedsdæmpende foranstaltninger og med 60 km/t hastighedsgrænse. Undersøgelsen af byerne bekræfter at flere af byerne er præget af store hastighedsovertrædelser. Bilisterne kører hurtigere igennem gennemfartsbyerne end det tilladte. I gruppe 1, hvor 10 gennemfartsbyer er repræsenteret, er gennemsnittet af $V_{0,85}$ på 59,2 km/t. Dermed kører 85 % af bilisterne 18,4 % hurtigere igennem bygennemfarterne end det tilladte på 50 km/t. Risikoen for ulykker er beregnet ved brug af potens-modellen. For gruppe 1, stiger risikoen for personskadeuheld med 40,1 % og dødsulykker med 96,2 %.

Tilsvarende for gruppe 2, sker der en overtrædelse af hastighederne. Her er gennemsnittet for $V_{0,85}$ 80,7 km/t. Dermed kører 85 % af bilisterne 34,5 % hurtigere end det tilladte. Uheldsrisikoen for gruppe 2 stiger ligeledes. Risikoen for personskadeuheld stiger med 80,7 % og dødsulykker med 226,4 %. I forhold til gruppe 1 og 2, kan det konkluderes at de manglende fartdæmpere i gruppe 2 medvirker til at bilisterne kan køre hurtigere end det tilladte.

Det unikke ved Skørping er, at der for denne strækning er data for før og efter etableringen af forsætninger. Derved er der foretaget en før- og eftervurdering af effekten af forsætningerne. Her viser resultaterne, at forsætningerne har medvirket til at reducere hastigheden. Her opnås en reduktion på 23,8 % for personskadeuheld og 41,9 % for dødsulykker. Dermed har forsætningerne haft den tiltænkte effekt, og både reduceret hastigheden og risikoen for ulykker.

Yderligere er effekten af udvalgte hastighedsdæmpende foranstaltninger undersøgt, så problemstilling som undersøges, kan besvares: *"Hvilke af de hastighedsdæmpende foranstaltninger er mest effektive til at reducere hastigheden, og giver derved de bedste forudsætninger til at holde en vedvarende hastighedsdæmpning efterfølgende?"*

Der er i undersøgelsen arbejdet med 4 forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger. Disse er bremseheller, hævede flader, bump og forsætninger. I to af byerne findes der også andre anlæg som reducerer hastigheden. Dette er en rundkørsel og et signalreguleret kryds, men da disse ikke indgår i kategorien for hastighedsdæmpende foranstaltninger, medtages disse ikke i vurderingen. Forsætningerne findes i Skørping, og idet Skørping ikke er en gennemfartsby, vurderes effekten af forsætninger særskilt. I forhold til bremseheller, hævede flader og bump,

har bump den største effekt på at reducere hastigheden. Dette kan konkluderes ud fra den gennemsnitlige $V_{0,85}$. Den gennemsnitlige $V_{0,85}$, for begge retninger i Tornby, hvor bumpene er etableret er på 53,7 km/t.

Forsætningerne som findes i Skørping, har dog en bedre effekt på at reducere hastigheden end et bump. Her er den gennemsnitlige $V_{0,85}$ på 52,0 km/t. Men da Skørping ikke er en gennemfartsby, og forsætningerne findes i et beboelseskvarter, vurderes det at hastigheden omtrent er lavere, og dermed ikke har den tilsvarende effekt som bumpene i Tornby.

Yderligere kan det konkluderes at bremseheller, som oftest er placeret ved byporten, har en bedre effekt på at reducere 'før-hastigheden' mere end hævede flader og bump. Dette skyldes at bremseheller i deres fysiske udformning er større og dermed kan bilisten opdage bremsehellerne tidligere. I gennemsnit begynder bilisterne at reducere hastigheden 108,3 m før bremseheller. Den efterfølgende effekt af bremseheller er dog ikke tilsvarende gode som effekten op til et bremsehelle. I gennemsnit har bremsehellerne en 'efterfølgende' effekt på 83,3 m, se tabel 7.1 for beregninger.

Hævede flader har en 'før' effekt på 67,7 m inden bilisten passerer fladen. Dog er den 'efterfølgende'-effekten bedre end 'før'-effekten. Her har hævede flader en vedvarende effekt på 80,7 m efterfølgende, se tabel 7.2 for beregninger. Bump har den dårligste 'før' effekt på 48,3 m. Dette skyldes, at bump har en mindre fysisk udformning, og bilisterne først opdager bumpene når de er relativt tæt på. Til gengæld viser det sig, at bump har den bedste 'efterfølgende' effekt. I gennemsnit har bumpene en vedvarende effekt på 89,4 m, se tabel 7.5 for beregninger.

Samlet set kan det konkluders, at de bedst virkende hastighedsdæmpende foranstaltninger i gennemfartsbyerne er bump. Dog skal disse opføres med erkendelsesafstande, som jævnfør vejreglerne. Effekten af bump er ligeledes bedre, jo kortere indbyrdes afstande de er etableret med. Yderligere har bump også de bedste egenskaber til at have en god 'efterfølgende' effekt, og dermed har udformningen til at kunne bibeholde en lavere hastighed.

Litteratur

Andersson og Lund, **2002**. Puk Kristine Andersson og Belinda la Cour Lund. *Den trafiksikkhedsmæssige effekt af omfartsveje*, 2002.

Danmarks Statistik, **2010**. Danmarks Statistik. *Befolkning og valg 2010*. URL: `http://www.dst.dk/efterretninger`, 2010. Downloadet: 12-03-2014.

Danmarks Statistik, **2012**. Danmarks Statistik. *Tilskadekomne og dræbte i færdselsuheld*. URL: `http://www.dst.dk/da/`, 2012. Downloadet: 12-03-2014.

Elvik, **2004**. Rune Elvik. *Fart og trafikulykker: Evaluering af potensmodellen*, 2004.

ETSC, **2009**. ETSC. *How far from Zero?*, 2009. Modtaget: 07-06-2014.

Greibe, **2005**. Poul Greibe. *Hastighedens betydning for trafiksikkerheden - danske og udenlanske studier*, 2005. Downloadet: 14-04-2014.

Harms, Klarborg, Lahrmann, Agerholm, Jensen, og Tradisauskas, **2008**. Lisbeth Harms, Brith Klarborg, Harry Lahrmann, Niels Agerholm, Erik Jensen, og Nerius Tradisauskas. *Controlled study of ISA effects*. IET Intelligent Transport Systems, 2(2), 154–160, 2008. ISSN 1751-956X. doi: 10.1049/iet-its:20070043.

Havarikommissionen, **2011**. Havarikommissionen. *Ulykker på landeveje*, 2011. Modtaget: 07-06-2014.

ITS International, **2013**. ITS International. *Bluetooth and Wi-Fi offer new options for travel time measurements*. URL: `http://www.itsinternational.com/categories/detection-monitoring-machine-vision/features/bluetooth-and-wi-fi-offer-new-options-for-travel-time-measurements/`, 2013. Downloadet: 01-06-2014.

ITS Platform, **2010**. ITS Platform. *Om ITS Platform*. URL: `http://www.itsplatform.dk/index.php/da/om-its-platformen.html`, 2010. Downloadet: 13-05-2014.

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

Jørgensen, Bolet, og Agerholm, **2014**. Morten Jørgensen, Lars Bolet, og Niels Agerholm. *Bilisters hastighed på gennemfartsveje i mindre danske byer.*, 2014.

Kjemtrup, **2004**. Kenneth Kjemtrup. *Hatighedstilpasning i åbent land, et idékatalog*. URL: `http://asp.vejtid.dk/Artikler/2004/01%5C3895.pdf`, 2004. Downloadet: 10-03-2014.

Lahrmann, Sørensen, Madsen, og Madsen, **2005**. Harry Lahrmann, Michael Sørensen, Jens Christian Overgaard Madsen, og Jesper Runge Madsen. *Midteradskillelse på landevej 447, Vestbjerg - Hjørring, Evaluvering af demonstrationsprojekt*, 2005.

Lahrmann, Pedersen, og Christensen, **2010**. Harry Lahrmann, Kristian Pedersen, og Lars Christensen. *Bluetooth detektorer som ny cost - effektiv sensor i vejtrafikken*, 2010.

MAV systems Ltd, **2014**. MAV systems Ltd. *Automatic Number Plate Recognition*. URL: `http://www.anprcameras.com/`, 2014. Downloadet: 05-06-2014.

MOE, **2013**. MOE. *Udbudsbrev – 3 trafikprojekter i Rebild Kommune, Entreprise 1: SKØRPING*. URL: `http://kortlink.dk/MOE/ef6x`, 2013. Downloadet: 03-06-2014.

Moreno og García, **2012**. Ana Moreno og Alfrede García. *Use of speed profile as surrogate measure: Effect of traffic calming devices on crosstown road safety perfomance*, 2012.

OpenStreetMap, **2014**. *OpenStreetMap*. 2014.

Rådet for Sikker Trafik, **2014**. Rådet for Sikker Trafik. *Fartens betydning for ulykker*. URL: `http://www.sikkertrafik.dk/`, 2014. Downloadet: 13-03-2014.

Roads and Maritime Services, **2014**. Roads and Maritime Services. *The Physics of Car Crashes*. URL: `http://users.tpg.com.au/users/mpaine/speed.html`, 2014. Downloadet: 06-06-2014.

Rosbach og Jørgensen, **1997**. Ole Rosbach og Leif Jørgensen. *Miljøprioriterede gennemfarter - effekter i 21 byer*, 1997.

Rosén, Stigson, og Sander, **2009**. Erik Rosén, Helena Stigson, og Ulrich Sander. *Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed*, 2009. Modtaget: 07-06-2014.

Vejdirektoratet, **1984**. Vejdirektoratet. *Miljøprioriteret gennemfart i Skærbæk, Vinderup og Ugerløse*, 1984.

Vejdirektoratet, **2014a**. Vejdirektoratet. *Mastra - Udtræk*. URL: `http://vejdirektoratet.dk`, 2014. Downloadet: 21-05-2014.

Vejdirektoratet, **2014b**. Vejdirektoratet. *Årsrapport, Dødsulykker 2012*, 2014. Downloadet: 10-03-2014.

Vejdirektoratet, **2013a**. Vejdirektoratet. *Håndbog, fartdæmpere - anlæg og planlægning*, 2013. Downloadet: 20-03-2014.

Vejdirektoratet, **2006**. Vejdirektoratet. *Trafiktællinger - Planlægning, udførelse og efterbehandling*, 2006.

Vejdirektoratet, **2013b**. Vejdirektoratet. *Offentlig udgifter ved trafikulykker*, 2013. Downloadet: 10-03-2014.

Vejdirektoratet, **2014c**. Vejdirektoratet. *Vejtrafikkens udvikling*, 2014. Downloadet: 30-03-2014.

BILAG

A Problemanalyse

A.1 Eksempel på anvendelse af potens-modellen

$$Materielskadeuheld_{efter} = Materielskadeuheld_{før} \cdot \frac{hastighed_{efter}}{hastighed_{før}} \tag{A.1}$$

$$\left(\frac{60km/t}{50km/t}\right) = 1{,}20 = 20\% \tag{A.2}$$

$$Personskadeuheld_{efter} = Personskadeuheld_{før} \cdot \frac{hastighed_{efter}{}^{2}}{hastighed_{før}} \tag{A.3}$$

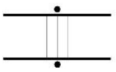
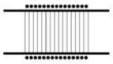
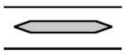
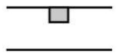
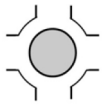
$$\left(\frac{60km/t}{50km/t}\right)^{2} = 1{,}44 = 44\% \tag{A.4}$$

$$Dødsulykke_{efter} = Dødsulykke_{før} \cdot \frac{hastighed_{efter}{}^{4}}{hastighed_{før}} \tag{A.5}$$

$$\left(\frac{60km/t}{50km/t}\right)^{4} = 2{,}0736 = 107{,}36\% \tag{A.6}$$

A.2 Oversigt over 21 miljøprioriterede gennemfarter

A.3 Fartdæmperes anvendelsesmuligheder

	Type		Vejklasse		Planlægningshas-tighed (km/h)			Spidstimetrafik (biler pr. time)	
			Trafikvej	Lokalvej	60	50	<40	>300	≤300
1		Forvarslinger	X	X	X	X	X	X	X
2		Porte	X	X	X	X	X	X	X
3		2-sporede bump	X	X		X	X	X	X
4		2-sporede hævede flader	X	X		X	X	X	X
5		Forsætninger	X	X	X	X	X	X	X
6		2-sporede indsnævringer fra vejmidte	X	X		X	X	X	X
7		2-sporede indsnævringer fra vejkant	X	X		X	X	X	X
8		Indsnævring til ét spor	(X)	X			X		X
9		Indsnævring til ét spor med bump	(X)	X			X		X
10		Indsnævring til ét spor med hævet flade	(X)	X			X		X
11		Forsætninger med indsnævring til ét spor	(X)	X			X		X
12		Forsætninger med indsnævring til ét spor og bump	(X)	X			X		X
13		Forsætninger med indsnævring til ét spor og hævet flade	(X)	X			X		X
14		Rundkørsler	X	X	X	X	X	X	X
(x): Anvendes kun i særlige tilfælde									

B Metode

B.1 Beskrivelse af rådatamaterialet fra ITS Platform

Kolonne fra ITS Platform	Beskrivelse af kolonnenavne
Id	Hver eneste registrering får et id nr. såkaldt primærnølge
TypeId	Angiver rapport typen
BoksId	BoksId angiver id nr. på boksen installeret i bilen
TurID	Unik id nr. på hver tur
UTCDato	Server datoformat
UTCTid	Server tidsformat
LokalDato	Lokal dato
LokalTid	Lokal tid
URMzone	Tidszonen GPS'en befinder sig i
GPSPosUTM	GPS-position i UTM koordinater
GPSVPos	GPS vertikal position
MMPosUTM	Postion i UTM koordinater
MMVejId	Angiver vejid
MMVejkode	Angiver vejkode
MMkvalitet	Kvalitet af MM
Hastighed	Angiver hastigheden i meter pr. sekund
Retning	Kørselsretning i grader
Distance	Tilbagelagt distance i meter fra start
Hacc	Horisontal nøjagtighed
Vacc	Vertikal nøjagtighed
Eco	Om det er økonomisk kørsel
Risc	Risiko indeks
AxMax	Største acceleration i x-retning
AxMin	Mindste acceleration i x-retning
AyMax	Største acceleration i y-retning
AyMin	Mindste acceleration i y-retning
AzMax	Største acceleration i z-retning
AzMin	Mindste acceleration i z-retning
RxMax	Største ryk. i x-retning
RxMin	Mindste ryk. i x-retning
RyMax	Største ryk. i y-retning
RyMin	Mindste ryk. i y-retning
RzMax	Største ryk. i z-retning
RzMin	Mindste ryk. i z-retning
ZoneId	Id for geozonen

B.2 Kort beskrivelse af de anvendte programmer

B.2.1 pgAdmin

pgAdmin er en open source platform for PostgreSQL, som er en form for database. Igennem databasen er det muligt at oprette forbindelse til ITS Platform serveren, som giver mulighed for at indhente rådatamaterialet. Til at indhente datamaterialet, samt til grundig sortering af disse er pgAdmin anvendt.

B.2.2 Microsoft Excel

Microsoft Excel er benyttet til at behandle data. Excel er blandt andet blevet benyttet til at lave segmentinddelingen som vist på figur 4.8 på side 33. Derudover er Excel benyttet til at lave hastighedsprofilerne via programmets diagramværktøjer.

B.2.3 LibreOffice

LibreOffice er en programpakke, som gratis kan benyttes. LibreOffice indeholder i alt 6 programmer, heriblandt en excel-version som kan integreres med pgAdmin, hvilket gav muligheden for at sortere datamaterialet hurtigere og nemmere.

B.2.4 Quantum GIS

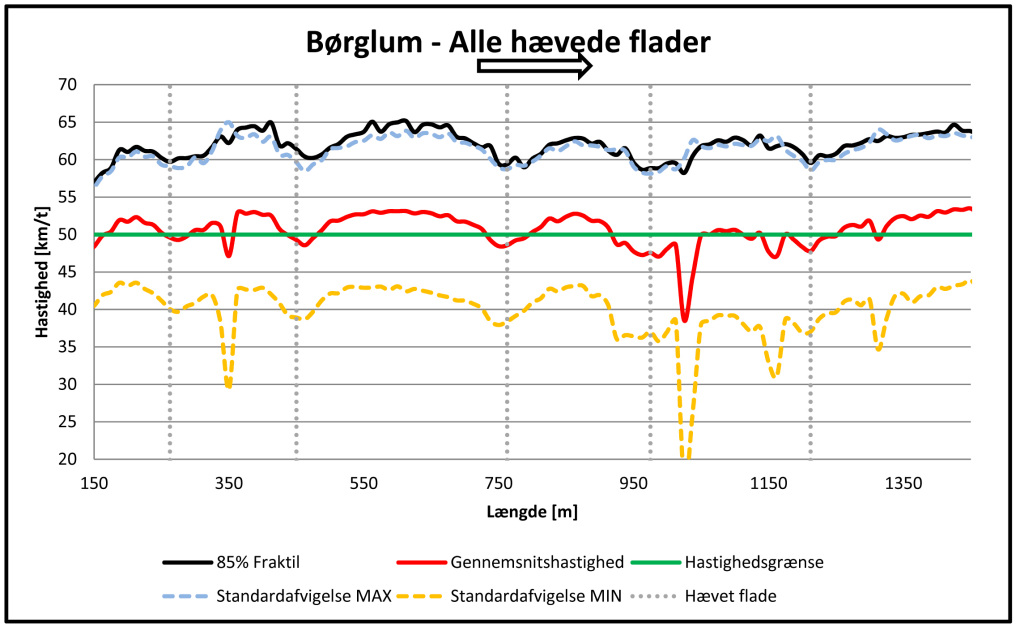
Quantum GIS (QGIS) er et GIs-program som giver mulighed for at oprette kort ved brug af forskellige lag. Da QGIS og pgAdmin har mulighed for at integrere med hinanden, giver det mulighed for en visuel sortering af data. QGIS er for eksempel anvendt til frasortering af bilister som ikke er gennemkørende, samt til vurdering af evt. fejlregistreringer af GPS positioner som ikke passer ind i udtrækket.

B.2.5 AutoCad

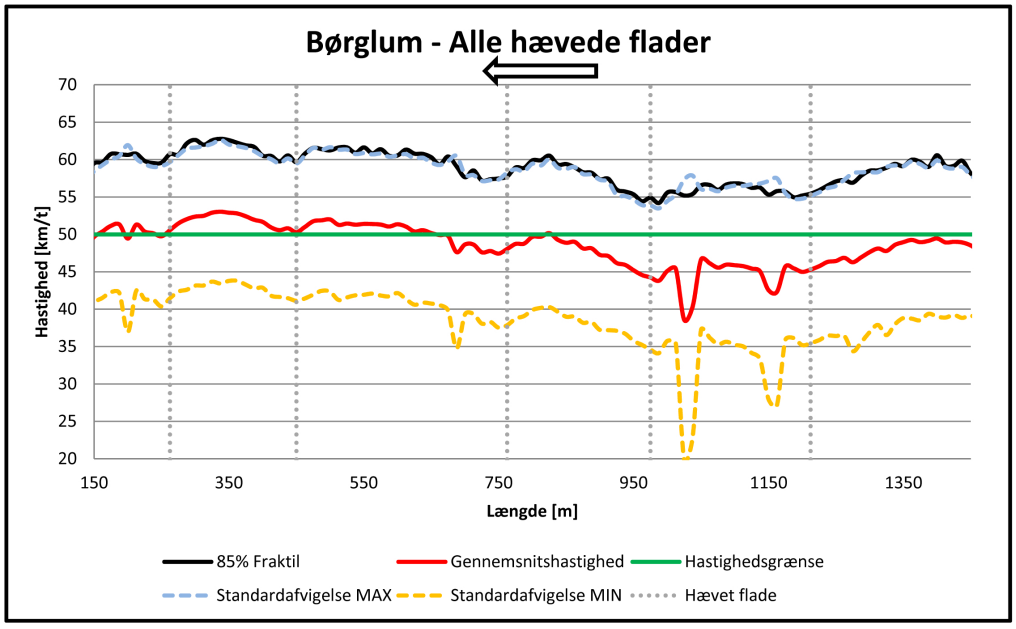
AutoCad er et modelleringsprogram som både kan arbejde 2 og 3 dimensionalt. Da AutoCad arbejder i fast målestoksforhold er programmet anvendt til at segment inddeling på 12,5 meter, som er punktet før opstilling af hastighedsprofilet.

C Hastighedsprofiler

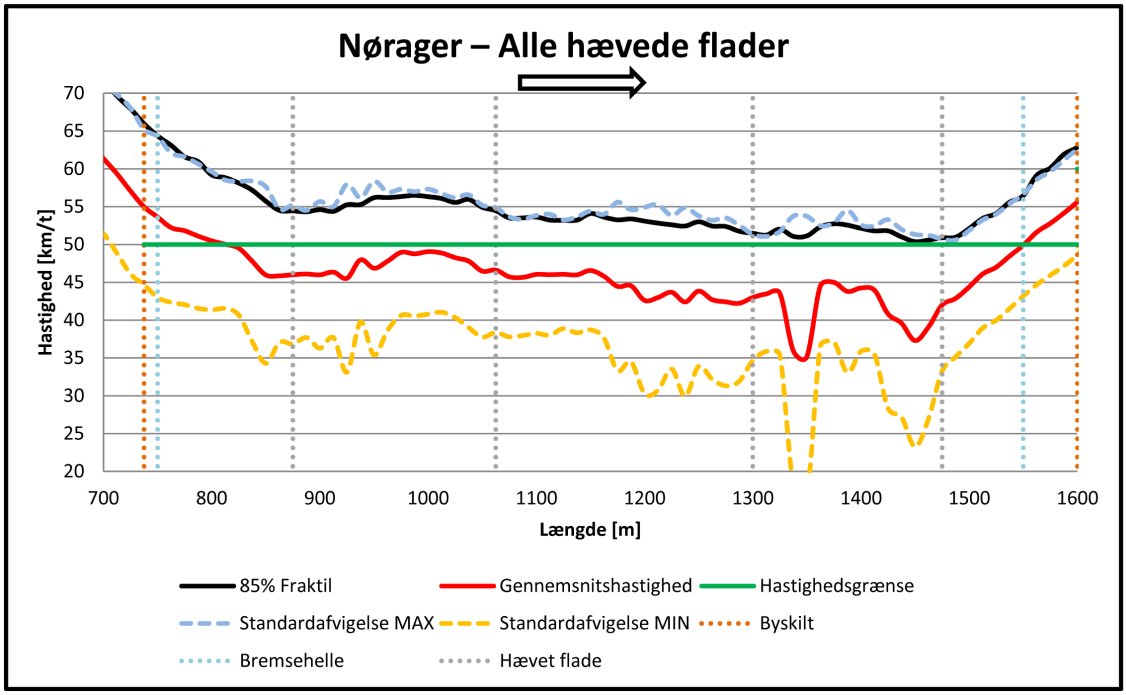
C.1 Udsnit af hastighedsprofiler for hævede flader



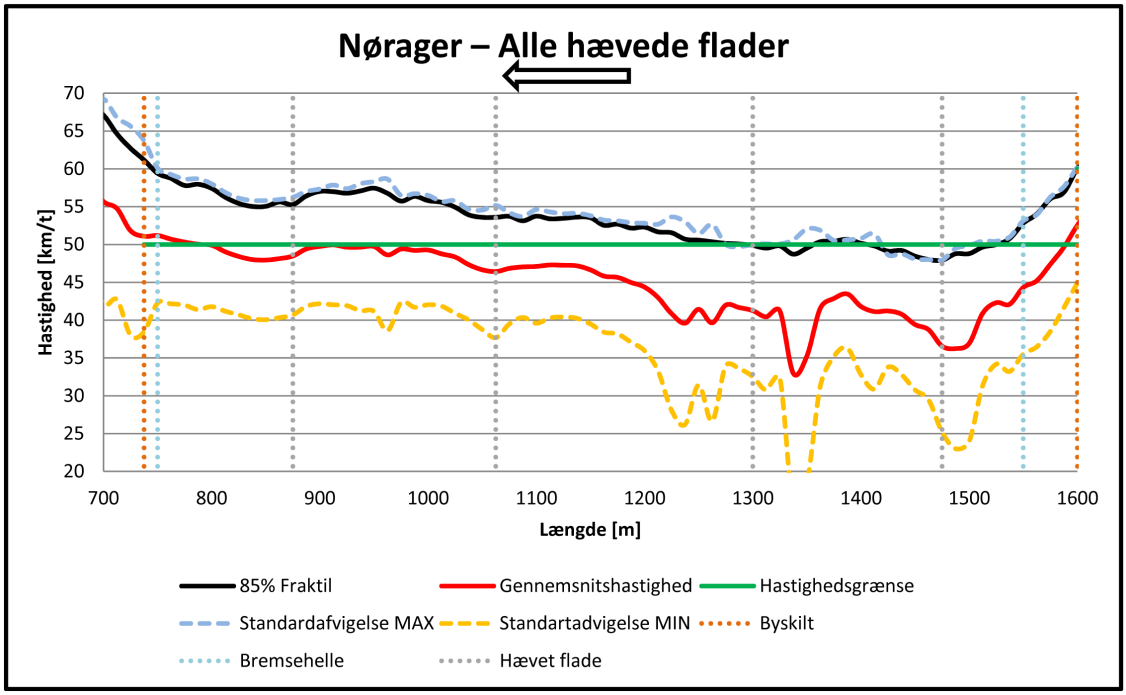
Figur C.1. Udsnit af Børglums hastighedprofil der dækker alle 5 hævede flader. Færdselsretningen er mod øst.



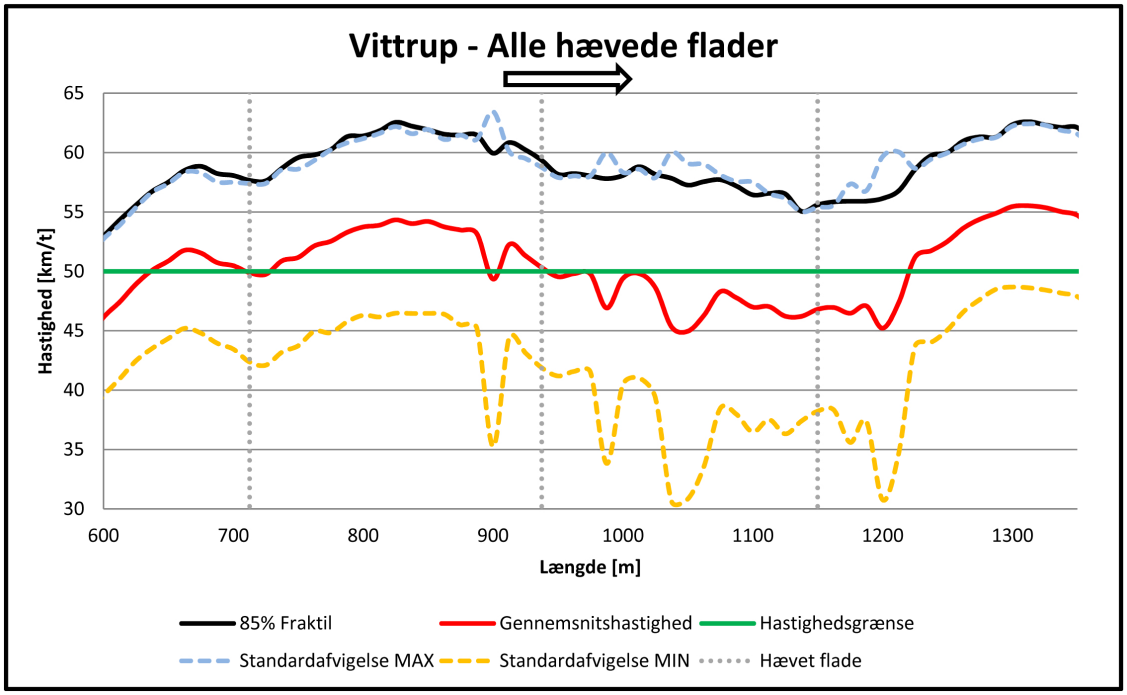
Figur C.2. Udsnit af Børglums hastighedprofil der dækker alle 5 hævede flader. Færdselsretningen er mod vest.



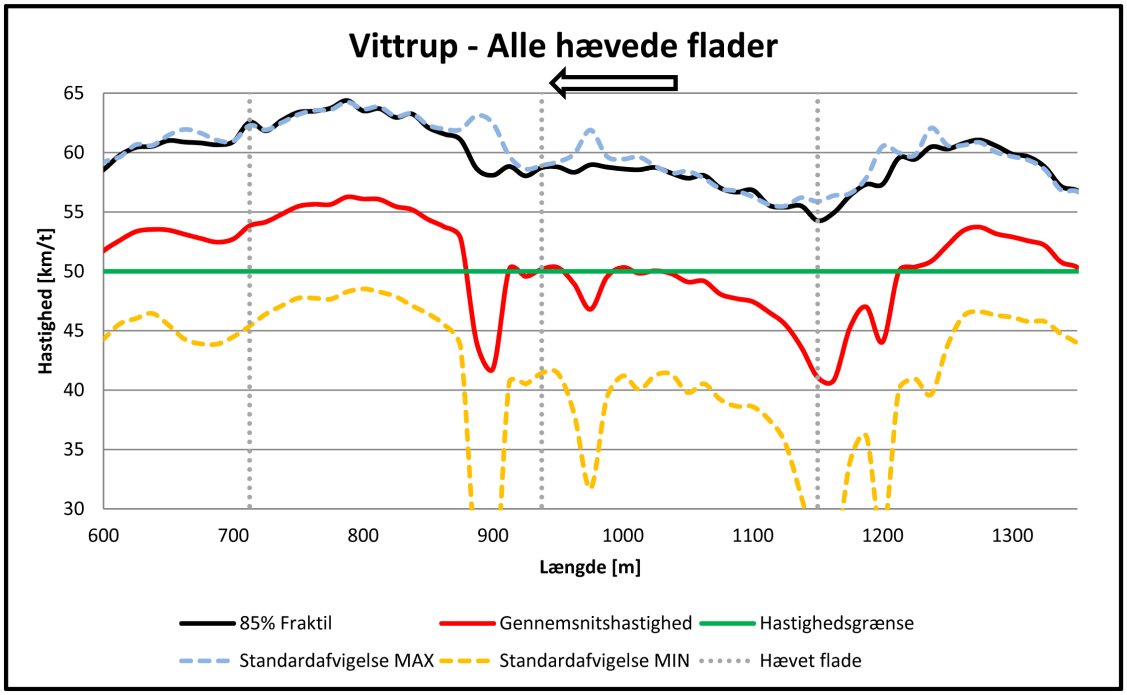
Figur C.3. Udsnit af Nøragers hastighedprofil der dækker alle 5 hævede flader. Færdselsretningen er mod øst.



Figur C.4. Udsnit af Nøragers hastighedprofil der dækker alle 5 hævede flader. Færdselsretningen er mod vest.



Figur C.5. Udsnit af Vittrups hastighedprofil der dækker alle 5 hævede flader. Færdselsretningen er mod øst.



Figur C.6. Udsnit af Vittrups hastighedprofil der dækker alle 5 hævede flader. Færdselsretningen er mod vest.