

Hvordan påvirkes testpersoners hastighedsvalg af intelligent farttilpasning - en analyse af logdata



Jesper Runge Madsen
Sven Allan Jensen as



Trafikforskningsgruppen
AALBORG UNIVERSITET



INFATI - projektet

I januar 2000 startede Aalborg Universitet i samarbejde med en række partnere INFATI forskningsprojektet. Det primære formål med INFATI er at udvikle og afprøve systemer indenfor intelligent farttilpasning, som kan bidrage til et bæredygtigt transportsystem med speciel fokus på trafiksikkerhed.

I projektet er der blevet udviklet en on board computer (OBU), der gør det muligt at give realtime information om hastighedsgrænser og evt overskridelser i bilen, samt at logge informationer som tid, sted og hastighedsgrænser. Systemet fungerer vha. lyd og lys, dvs. at der ved en overskridelse af den gældende hastighedsgrænse på 5 km/t eller mere bliver aktiveret en kvindestemme. Denne oplyser om den gældende hastighedsgrænse samt at den overskrides, dette sker ved fortsat overskridelse hvert 6. sekund. Stemmen vil ved en overskridelse at en hastighedsgrænse 50 km/t vil sige »50, du kører for hurtigt«. Ved overskridelsen vil systemets display samt en rød lysdiode ved displayet begynde at blinke.

Analyserne

På baggrund af logdata er der gennemført en række analyser mht. f.eks. vejenes hastighedsprofiler før og efter INFATI-systemet blev aktiveret i forsøgspersonernes biler. Herudover er hastighedsoverskridelserne vurderet i sammenhæng med geografi og tid, dvs. det er undersøgt om forsøgspersonernes kørselsmønstre mht. hastighed er forskellige alt efter om der køres i eller uden for myldretid eller om konteksten som bilisten befinder sig i betyder noget. Varierer den gennemsnitlige hastighedsoverskridelse alt efter hvilken bebyggelses- eller landskabstype bilisten befinder sig i? Disse undersøgelser er foretaget i hhv. Excel, Matlab, ArcView og Access.

Datagrundlaget

Datagrundlaget for undersøgelseerne består af logdata fra to hold af 12 test familier der kørte i perioderne 6/12-00 til 29/1-01 og 5/2-01 til 26/3-01. De 24 test familier er udvalgt ud fra at de skulle køre minimum 100 km om ugen indenfor Aalborg Kommune. Testpersonerne meldte sig på baggrund af en annonce i Nordjyske, her meldte 120 familier sig. Disse familier blev bedt om af udfylde et spørgeskema med baggrundsdata om familierne (køn, alder, bopæl mm) på baggrund af disse data er testfamilierne udvalgt så de er spredt geografisk i hele kommunen.

Forsøget var opbygget så hvert hold først kørte i en førperiode på ca. to uger hvor systemet var installeret i testbilerne, men ikke aktiveret. Dvs. at testpersonernes normale kørselsmønster blev logget i denne periode, herefter fulgte en testperiode på ca. 6 uger hvor systemets lyd og lys var aktiveret. Førperiodens kørselsmønster vil dog sandsynligvis være påvirket i nogen grad af at systemet er blevet installeret og testpersonernes øgede fokus på trafiksikkerhed som følge af at de deltager i projektet.

I dette paper er de foreløbige resultater af analyserne afrapporteret. Nogle af illustrationerne kan være svære at se i konference rapportens sort/hvide format. Illustrationerne kan ses i farver i den elektroniske pdf-udgave der ligger på trafikdages website <http://www.trafikdage.dk>. På infati.dk er det muligt at finde yderligere information om INFATI-systemet samt at se illustrationer af systemet.



Konvertering og sammenkædning af filer

Efter testperioderne er logdata indsamlet fra testbilerne. Hvorefter blev de konverteret til en kom-masepererede tekstfil for hver tur med følgende indhold.

UNIQUE	Unik nøglekode
BilNr	Id for hver enkel bil
Driver	chauffør id
DATE	Dato for logging
TIME	Tid for logging
X	X koordinat returneret af GPS
Y	Y koordinat returneret af GPS
MPX	X koordinat returneret af mapmatching
MPY	Y koordinat returneret af mapmatching
SAT	Antallet satellitter GPS'en har brugt til positionsbestemmelsen
HDOP	Kvalitetsbeskrivelse af GPS signalet
LIMIT	Den aktuelle hastighedsgrænse
SPEED	Den aktuelle hastighed
VEJKODE	Den aktuelle vejkode
USERINPUT	Eventuelt indput fra brugeren (Ikke brugt i testbilerne)

Disse logfiler blev samlet til én fil for hver bil hvor der til hver enkel registrering blev knyttet en ekstra attribut "RuteID" der består af BilNr og et turnr der tæller en op for hver tur der påbegyndes. Til sammenkædning af filerne blev brugt et Matlab program. Herefter blev alle disse filer samlet i en stor tekstfil som blev importeret i en access database til videre bearbejdning. Den beskrevne procedure blev gennemført for hvert af de to hold.

Sorteringer i database

Da logfilerne var hentet ind i databasen, var det nødvendigt med en række sorteringer for at frasortere fejldata, der kan skyldes dårlig GPS-modtagelse, hard-/software problemer mm. I det følgende vil de forskellige sorteringer blive beskrevet.



Problembiler

På grund af forskellige, overvejende hardwaremæssige, problemer er i alt fem testkørere sorteret fra, da deres indtryk af systemet ikke har været rigtigt pga. at systemet i deres bil var ustabil.

Uden hastighedsgrænse

Efter at problembilerne var blevet fjernet, blev alle logninger, hvor der ikke var registreret nogen hastighedsgrænse sorteret fra. Det fjerner alle logninger, hvor det ikke har været muligt at mapmatche til det digitale kort. Det kan enten skyldes bilen har befundet sig uden for kortets dækningsområde eller en fejlagtig GPS-position.

Dårlige hastigheder

I nogle af testbilerne viste anlæggene sig at være ustabile, dette var årsag til nogle store spring i hastighederne og til tider meget høje hastigheder, over 200 km/t. For at luge disse fejlregistreringer ud blev der lavet et program i MatLab, der beregnede hastighederne vha. Pythagoras. Herefter blev alle logninger med forkerte hastigheder, sorteret fra med følgende kriterier.

- hastigheder, der var beregnet som uendelige, hvilket betyder at der ikke har været nogen tidsændring.
- alle data hvor programmet ikke kunne regne en hastighed
- Logdata hvor den registrerede hastighed var over 15 km/t. højere end den udregnede.

Denne fremgangsmåde betød, at der sandsynligvis er blevet sorteret for mange data fra, men det blev vurderet at det var vigtigere få alle de fejldata sorteret fra end at bevare en stor datamængde. Desuden var det forholdsvis få data der blev sorteret fra i forhold til den samlede datamængde ca. 10%.

Tilføjelse af Vejid

For senere at kunne vise de beregnede data på kort var det nødvendigt at tilføje en Vejid til hver enkel observation. Dette gøres i princippet med samme program som det der bruges til mapmatching i obu'en, her returneres blot en fil med en unik id og en vejid i en tekstfil. Denne tekstfil blev herefter sammenkædet med logdata som feltet Vejid. Dette gør det muligt efterfølgende at summere logdata op på vejid'er.

Speed minus limit

Da vi i dette projekt var interesseret i at analysere forsøgspersonernes overskridelser af hastighedsgrænserne, blev der til logdata tilføjet et felt ved navn »sp-lm« som er hastigheden minus hastighedsgrænsen.

Mængden af data

I INFATI-forsøget blev der en gang i sekundet logget de i tabellen beskrevne parametre dette giver en betragtelig mængde af data som skal videre behandles. Logdata fra de to førperioder indeholder i alt efter de tidligere beskrevne sorteringer, ca. 400.000 logninger hvilket som en ukomprimeret tekstfil fylder ca. 50 mb. For testperioden løber det op i ca. 1.100.000 logninger eller en tekstfil på 135 mb. Dette antal logninger svarer til at testkørernes færd er blevet logget i ca. 110 timer i førperioden og 305 timer i testperioden. Denne mængde af data gør det meget tidskrævende at udføre de ønskede beregninger. Det er pga. datamængden heller ikke muligt at behandle dem i et regneark som fx. Microsoft Excell, der kun kan indeholde ca. 65.000 linier/poster i et ark. Derfor er det valgt at bruge MS Access til sorteringer mm, samt Matlab til selve beregningerne på datasættet.



Beregninger i Matlab

Programmerne i Matlab er bygget op, så de regner på en kommasepareret tekstfil.

Fremgangsmåden er følgende:

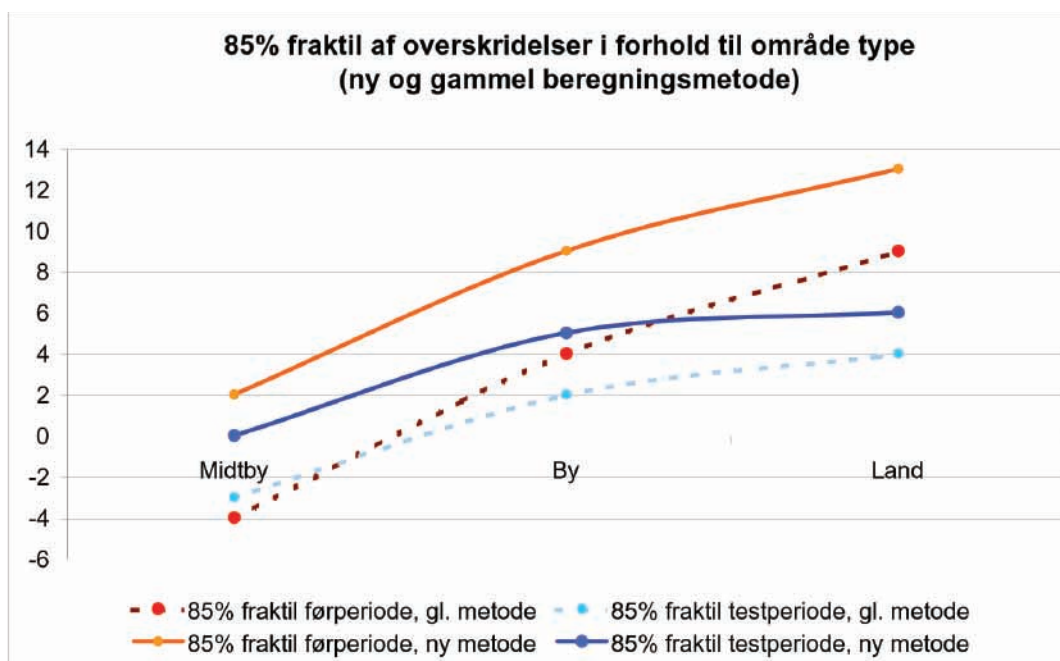
1. Der vælges en attribut, der skal summeres over f.eks. vejid eller vejtype.
2. Herefter vælges en attribut, der skal beregnes en fraktil for, i dette tilfælde hastighedsoverskridelsen.
3. Der vælges hvilken fraktil, der skal beregnes, i dette projekt er 85% fraktilen hastighedsoverskridelsen anvendt.
4. Desuden er det muligt, at vælge en eller flere, hvor der tælles unikke attributter, i de fleste tilfælde antallet af unikke biler og/eller unikke ruter. Herudover bliver antallet af observationer, der indgår i beregningen retuneret.

Der er desuden lavet et program der producerer en fil pr. unik attribut f.eks. en fil for hver bil.

Vægtning af logdata

Programmerne er opbygget så de laver en sumkurve over overskridelserne (speed-limit) for hver enkel unik attribut, fx VejID. Denne metode har umiddelbart det problem, at de lave hastigheder vægtes højere en de høje hastigheder. Problemet opstår fordi logdata fra OBU'erne er registreret pr. tidsenhed (en logning pr sek.) og ikke pr. længdeenhed (fx. en logning pr. meter).

Problemet kan beskrives ved følgende betragtning. Hvis to af testbilerne tilbagelægger en strækning på 2.8 km med hhv. 100 km/t. og 50 km/t. vil den bilen med hastigheden på 100 km/t. blive logget 100 gange hvorimod bilen med en hastighed på 50 km/t. vil blive logget 200 gange. Dvs. hhv. en logning pr. 28 m og en logning pr. 14 m. Derfor blev MatLab programmet i projektforsøget ændret så det i stedet regnede data på følgende måde. For hver logning beregnes hastigheden i m/s. Dette tal bruges til at indføre en række fiktive logninger der svarer til at der var blevet logget for hver meter. Dvs. at der ved en hastighed på 100 km/t. tilføjes 27 fiktive logninger, eller med andre ord at den aktuelle logning gentages 27 gange i beregningerne. Herved vægtes logninger ved alle hastigheder ens i beregningerne.





Ovenstående graf viser forskellen på resultaterne af de to beregningsmetoder.

Som det ses giver den nye metode i dette tilfælde som forventet, en højere overskridelse i alle tilfælde, men det kan princippet også opleves at resultatet bliver det samme. Dette sker hvis fordelingskurven efter omregningen bliver den samme, eller der fx. er så få lave målinger at 85% fraktilen stadig vil ligge det samme sted. Den nye metode betyder at alle hastigheder vægtes ens i beregningerne og derfor må resultaterne betragtes som mere sande.

Alle beregningerne i denne rapport er regnet med den nye vægtede metode. Men de kort, der i interview situationen ved den kvalitative undersøgelse, er vist til testpersonerne, er regnet efter den gamle metode.

Billedet som kortene vil vise beregnet efter de to forskellige metoder vil i højgrad være det samme. Dog vil kort beregnet med den nye metode vise et mere udtalt billede i det overskridelserne mange steder vil blive større, hvorimod mange af de strækninger, hvor der ikke har været overskridelser ikke vil ændre sig.

Hvorfor 85% fraktilen?

Alle analyserne i det følgende baserer sig som nævnt på udregning af 85% fraktil af hastighedsoverskridelsen, for forskellige attributter tilknyttet logdata, det være sig områdetyper, hastighedsgrænser eller vejstrækninger.

85% fraktilen er valgt, da målet med systemet er, at alle biler, hvor det er installeret, skal overholde hastighedsgrænserne, men da der er tale om et lyd/lys system og ikke en form for aktiv speeder eller fartspærre, kan vi ikke regne med at hastighedsgrænserne bliver overholdt 100% af tiden.

Gennemsnitshastigheden på eller uden den gældende hastighedsgrænse er derimod ikke et succes kriterie, da det vil betyde at hastighedsgrænserne bliver overholdt i 50% af tiden. Ved at bruge 85% fraktilen er kriteriet derimod, at hastigheden bliver overholdt hovedparten af tiden (85%), men at det accepteres, at en lille del af logningerne er over hastighedsgrænsen (15%).



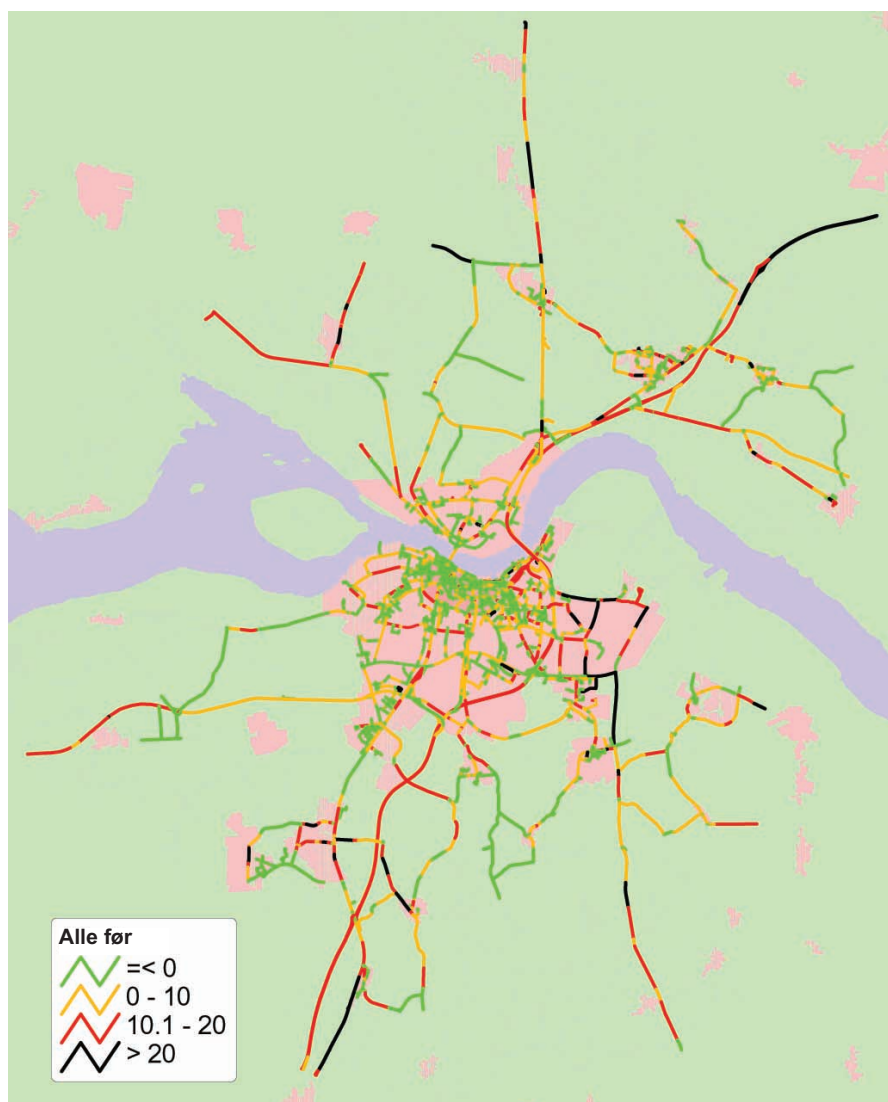
Resultater

I det følgende beskrives de resultater, der er fremkommet af beregningerne på logdata. Det vil endvidere blive diskuteret, om det er muligt at vise en adfærdsændring ud fra logdata.

Hastighedskort

De følgende to kort er lavet ved at regne 85% fraktilen for hastighedsoverskridelsen for hver enkelt liniestykke i kortet. Dvs vha. den linieID der er blevet knyttet til logdata vha. mapmatching programmet.

Den gennemførte mapmatching vil give en række fejlmatcher især i Aalborg midby, hvor modtage forholdene for GPS-signalet er dårligt og vejene ligger forholdsvis tæt. Disse fejl vil betyde, at der er vil optræde nogle veje hvor testkørene ikke har kørt, og der kan være veje der viser en for høj

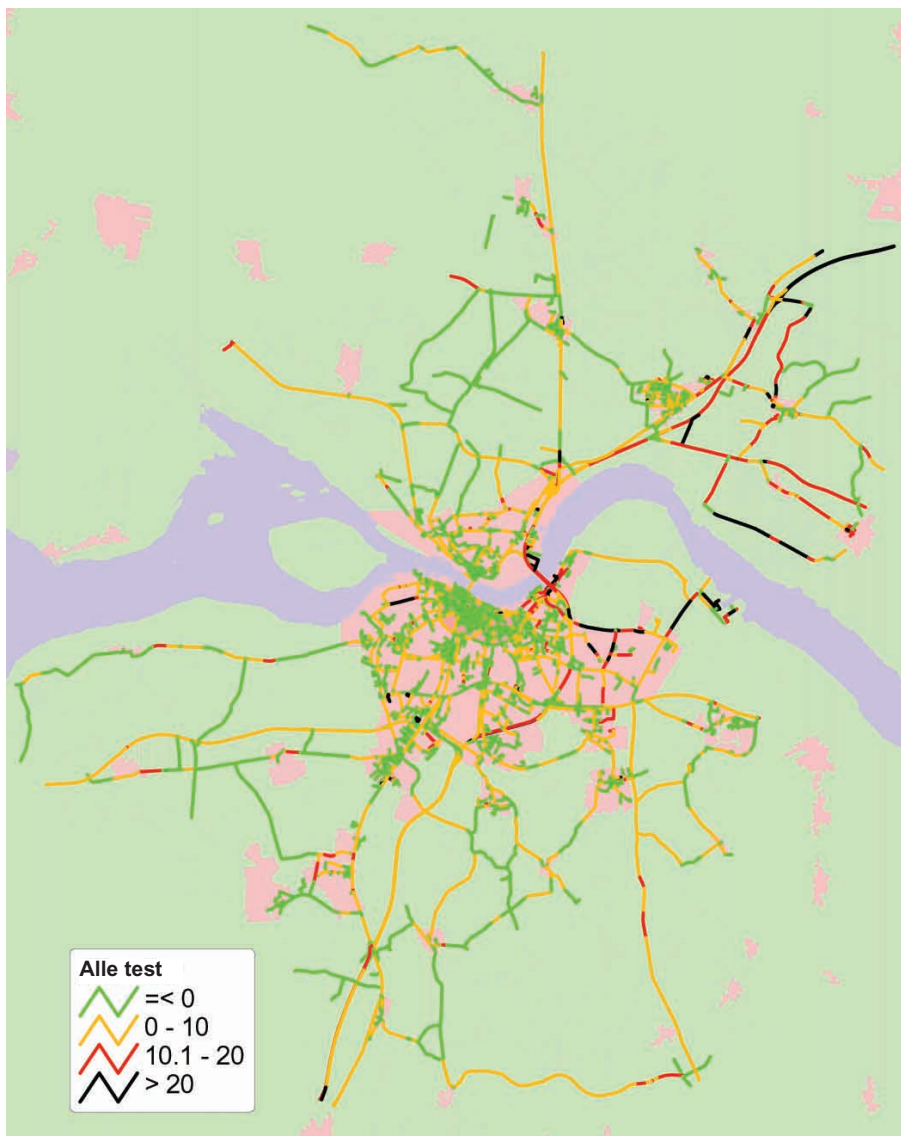




overskridelse. Det kan fx. ske når en testkører køre på en 60 km/t vej, men systemet er kommet frem til at bilen befinder sig på en parallel 50 eller 30 km/t vej. Hvis disse fejl skal »luges ud« af datasættet kræver det en manuel gennemgang af alle ruter og dette vil være en for stor opgave. Derfor er alle data, bortset fra de tidligere beskrevne sorteringer, medtaget i disse og senere beregninger.

Systemet virker

Kortene viser overordnet, at der er sket en hastighedsnedsættelse i førperioden i fht. til testperioden. Samtidigt ses det, at der er færrest hastighedsoverskridelser i Byområder i fht. landområder, det modsatte er dog tilfældet i gennemfartsbyer. De ses bla. på Nibevej hvor vejen gennem byen ses som et kort rødt eller gult linestykke på en ellers grøn vej. I fht. konklusionerne på kortene skal det dog siges at datagrundlaget for kortene er lille og derfor kan et liniestykke i nogle tilfælde alene repræsentere en testkører og måske kun en tur. Det skal dog siges at de mere betydende veje oftest er dækket af mere end en testkører.





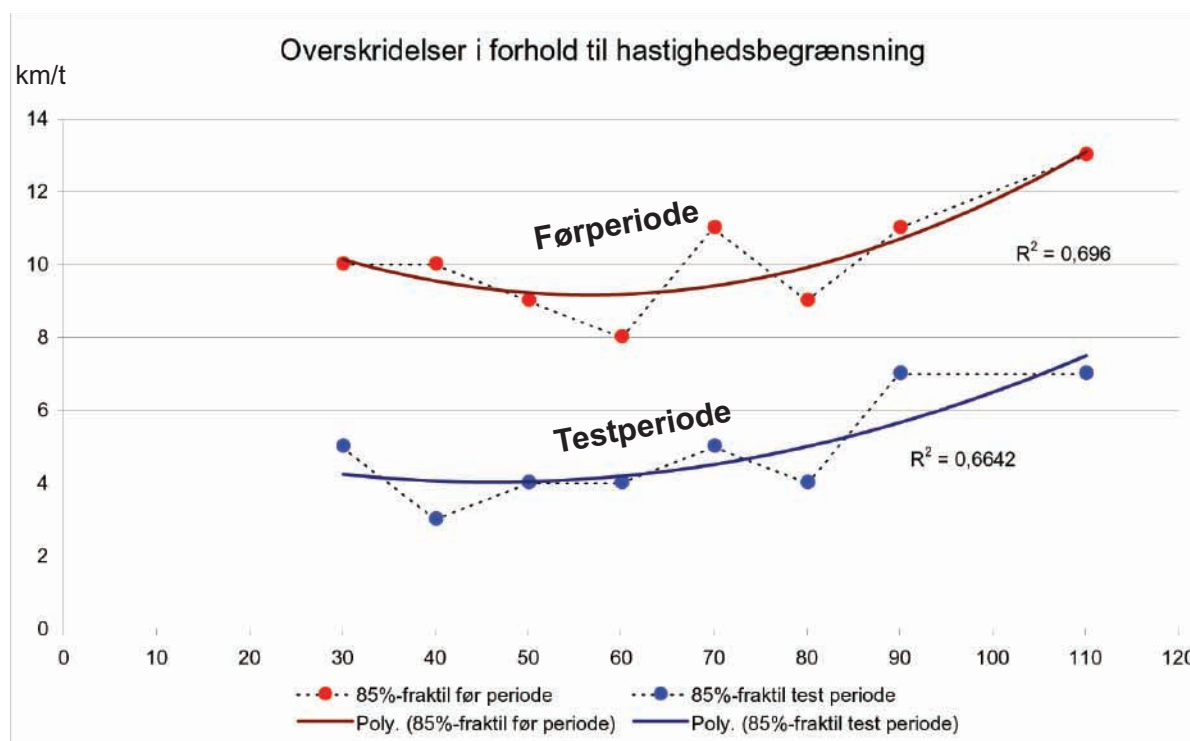
Overskridelser i forhold til hastighedsbegrænsning

Nedenstående graf er opbygget ved at hastighedsoverskridelserne er grupperet på den hastighedsgrænse, der er retuneret fra OBU'ens mapmatching. Herefter er fraktilen af hastighedsoverskridelsen udregnet. Hastighedsgrænserne på hhv. 15 og 20 km/t. er sorteret fra da datagrundlaget ved disse to grænser var meget spinkelt, hvilket fik resultaterne til at afvige meget fra de andre resultater

Større overskridelser ved høje hastighedsgrænser

Hvis man ser på overskridelserne i før- og testperioden er der en tendens til, at overskridelserne bliver større ved højere hastighedsgrænser. Dette kan umiddelbart tages som udtryk for at der blandt testpersonerne er en større accept af de »lave« hastighedsgrænser (30-60 km/t.) end de »høje« (70-110 km/t.). Dette hænger sandsynligvis også sammen med at de »lave« i høj grad er der dem man møder i byområder, hvor der også er normalt er en højere accept at hastighedsgrænserne end i landområder, hvor man normalt vil møde de »høje« hastighedsgrænser jf. INFATI's webbaserede spørgeskema. Det ses tydeligt 85% fraktilen i testperioden er faldet med mellem 5 km/t. og 6 km/t.

For yderligere at kortlægge sammenhængen mellem hastighedsoverskridelser og forskellige område og vejtyper er overskridelserne i det næste sammenhold med en række forskellige vejtyper og tre områdetyper (midtby-, by- og landområder)



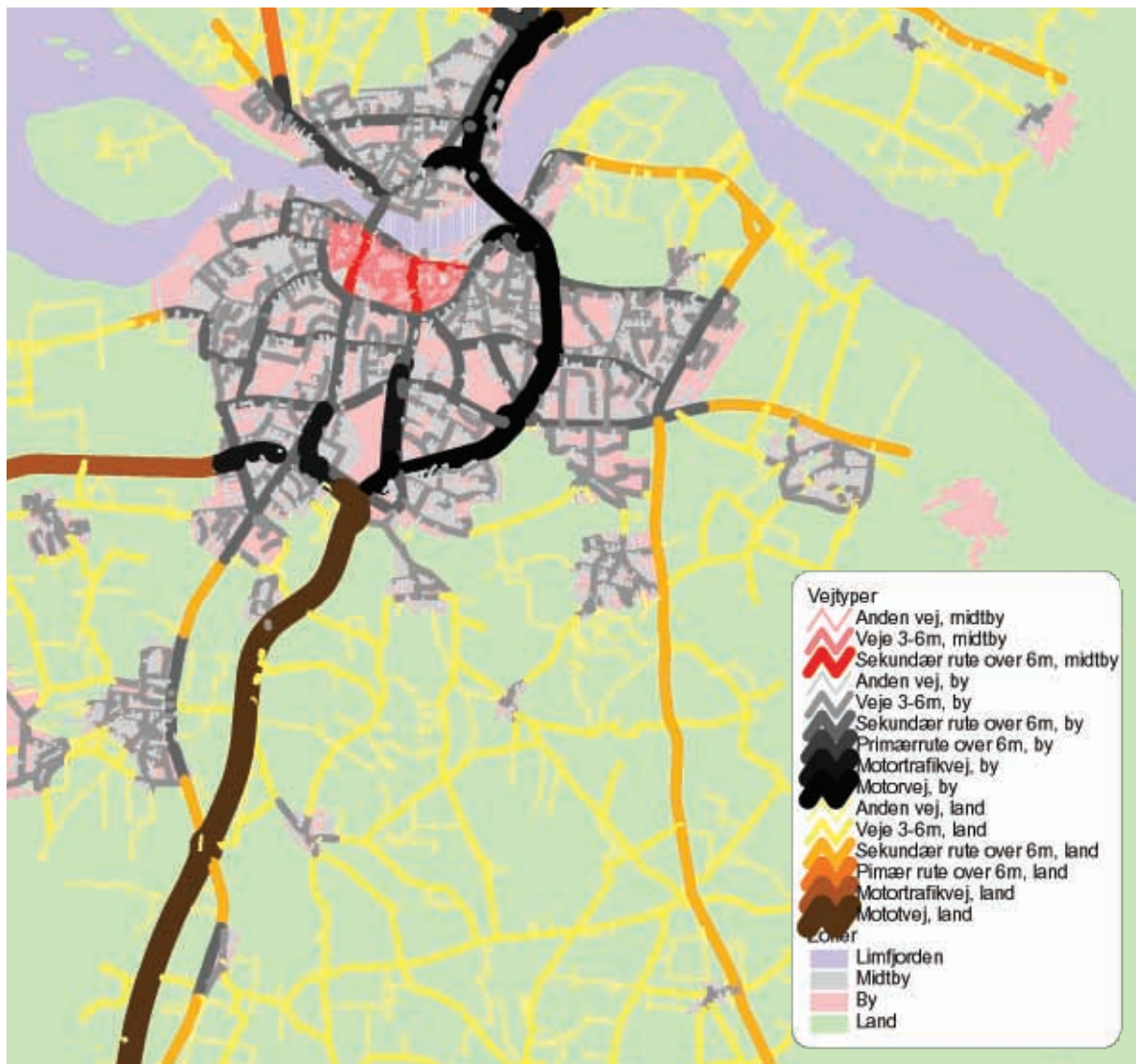


Overskridelser i forhold til vejtyper

DAV-kortet (Dansk adresse og vejdatabase) er grundkort for INFATI i denne beregning er hastighedsoverskridelserne grupperet efter DAV-kortets vejtype inddeling. Vejtyperne er i DAV inddelt i følgende 6 kategorier:

- Motorvej
- Motortrafikvej
- Primær rute over 6 m
- Sekundær rute over 6 m
- Veje 3 - 6 m
- Anden vej.

For at øge detaljeringsgraden i beregningerne blev vejtyperne i ArcView kombineret med tre områdetyper midtby, by og land. Byområderne er fastlagt på baggrund af byzone polygoner for hele Aalborg Kommune, midtbyen i Aalborg by er defineret som alt inden for randgaderne:





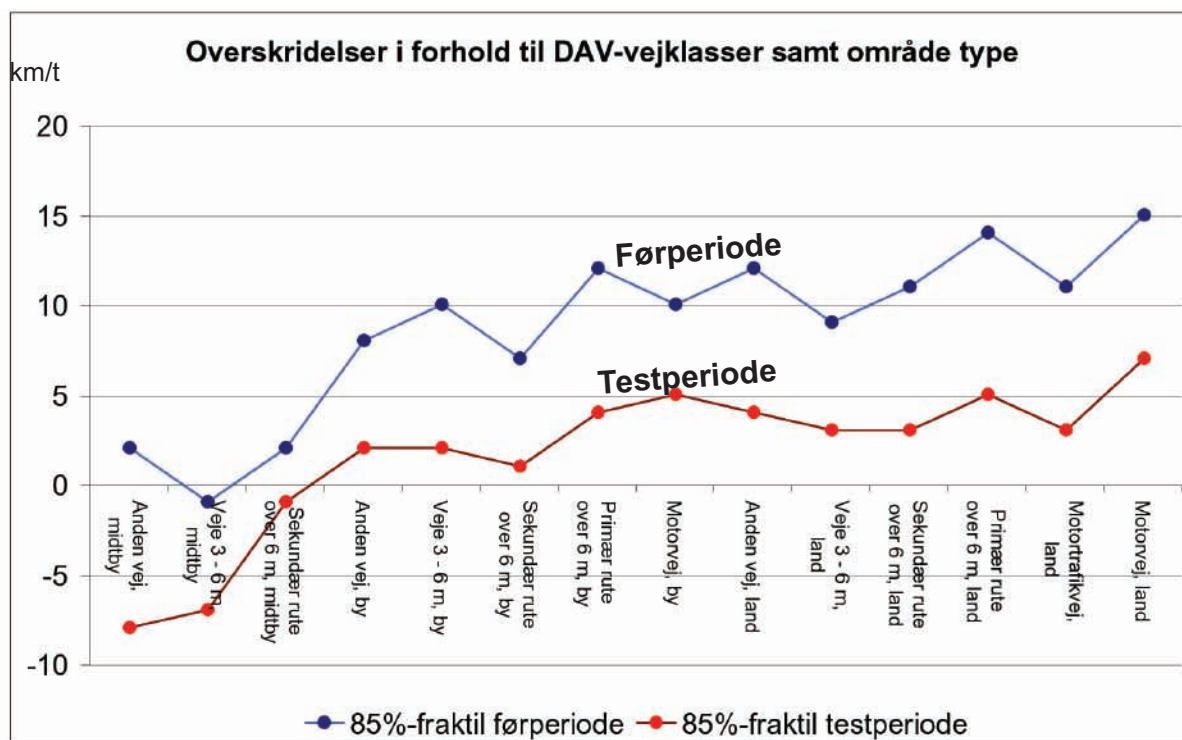
- Østre Allé
- Kong Christians Allé
- Dannebrogsgade
- Kastetvej
- Borgergade
- Strandvejen og
- Nyhavnsgade.

Se i øvrigt kortudsnittet.

Højere overskridelser på betydende veje

Af grafen ses det tydeligt at 85% fraktilen af hastighedsoverskridelsen på alle vejtyper i alle zoner er faldet mellem 3 og 10 km/t. Yderligere ses en tendens til, at jo mere betydende en vejtype er jo højere er overskridelsen. Samtidig ses det at overskridelserne også stiger fra at være lav i midtbyen i Aalborg til at være høj i landområder

Det ses yderligere at, testkørernes kørselsmønster er meget ensartet over de to perioder. Kurverne minder i store træk om hinanden blot parallelforskudt, dog med visse afvigelser. At kurven for førperioden virker mere ustabil end kurven for testperioden kan hænge sammen med, at datagrundlaget er mindre i før- end testperioden. Dermed kan de enkelte testkørere have større betydning for hastighedsprofilen for hver enkel vejtype.





Overskridelser i forhold til område typer

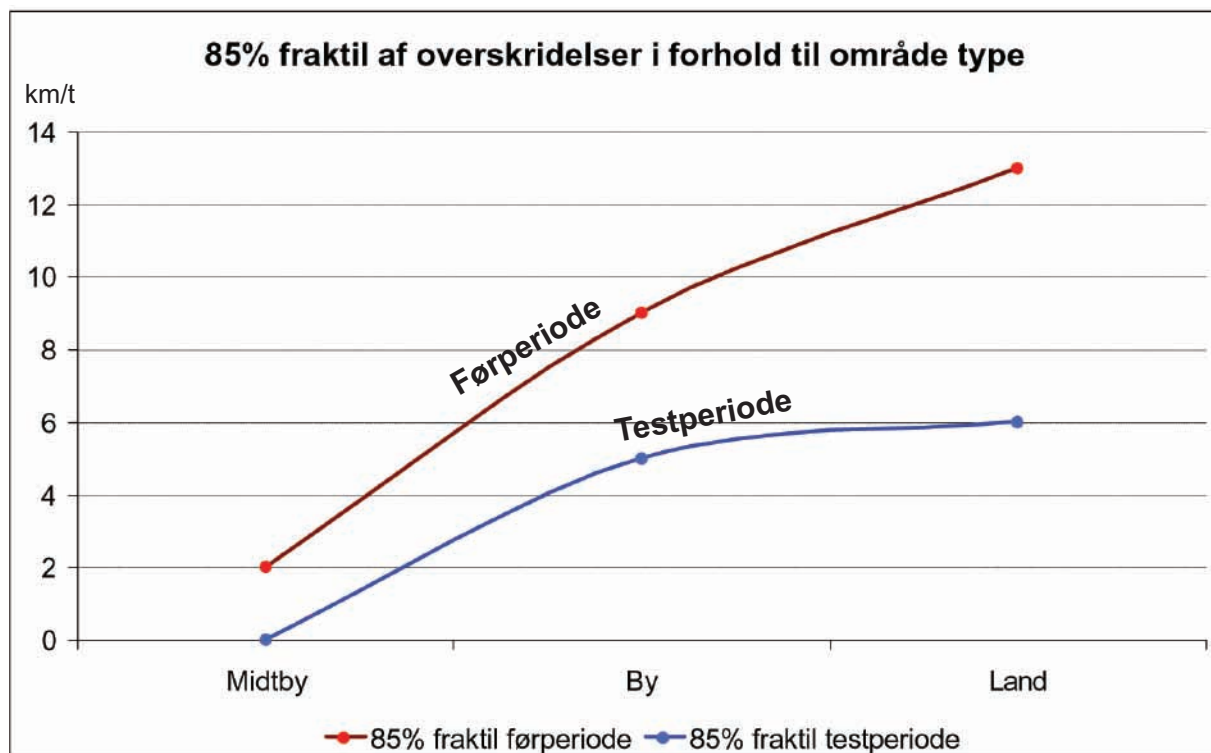
For yderligere at belyse sammenhægen mellem hastighedsoverskridelserne og områdetype, er der lavet en undersøgelse, hvor logdata er summeret op over områdetype jf. foregående beregning. Igen er det 85% fraktilen af hastighedsoverskridelsen som er beregnet.

Større overskridelser i landområder

Til denne beregning er datagrundlaget for hver enkelregistrering i grafen forholdsvis stort, sammenlignet med de andre analyser i denne rapport.

Grafen viser i både før- og testperioden en tydelig sammenhæng mellem bytæthed og overholdelse af hastighedsbegrænsningerne. Dette kan skyldes, at folk i højere grad betragter hastighedsgrænserne i byområder som rimelige, hvorimod mange mener at det er forsvarligt at køre hurtigere end de gældende hastighedsgrænser i landområderne. Forskellene i overskridelser i de tre områdetyper kan dog også skyldes, at det ikke er muligt at køre hurtigt i de tætte byområder hvor trafikken er tæt og med mange kryds, i modsætning til på landet.

Grafen viser dog klart, at INFATI har en effekt på mellem 2 og 7 km/t. Samtidig viser den, at INFATI har størst effekt i landområder i modsætning til andre hastighedsnedsættende foranstaltninger





Udvikling af overskridelser i testforløbet

Denne beregning viser 85% fraktilen af hastighedsoverskridelserne fordelt på dagene over både før- og testperioden for de to hold.

Fald i overskridelser ved aktivering

Graferne viser, hvis man ser bort fra de største af udsvingene, at 85% fraktilen af hastighedsoverskridelsen er for begge holds vedkommende er faldet fra mellem 5 og 10 km/t. til mellem 0 og 5 km/t. Man kunne før testforløbet opstille flere hypoteser for hvordan hastighedsoverskridelserne ville udvikle sig.

1. Overskridelserne ville være lave i den første del af førperioden for så at stige op til systemet blev tilsluttet. Dette skulle skyldes testpersonernes øgede opmærksomhed på trafiksikkerhed og systemet som sådan i forbindelse opstart af forsøget og installation af OBU'en.

Dette er ikke entydigt tilfældet. Der kan dog ved hold 2 være en svag tendens til fænomenet, hvorimod der ikke muligt at se en sådan tendens ved hold 1.

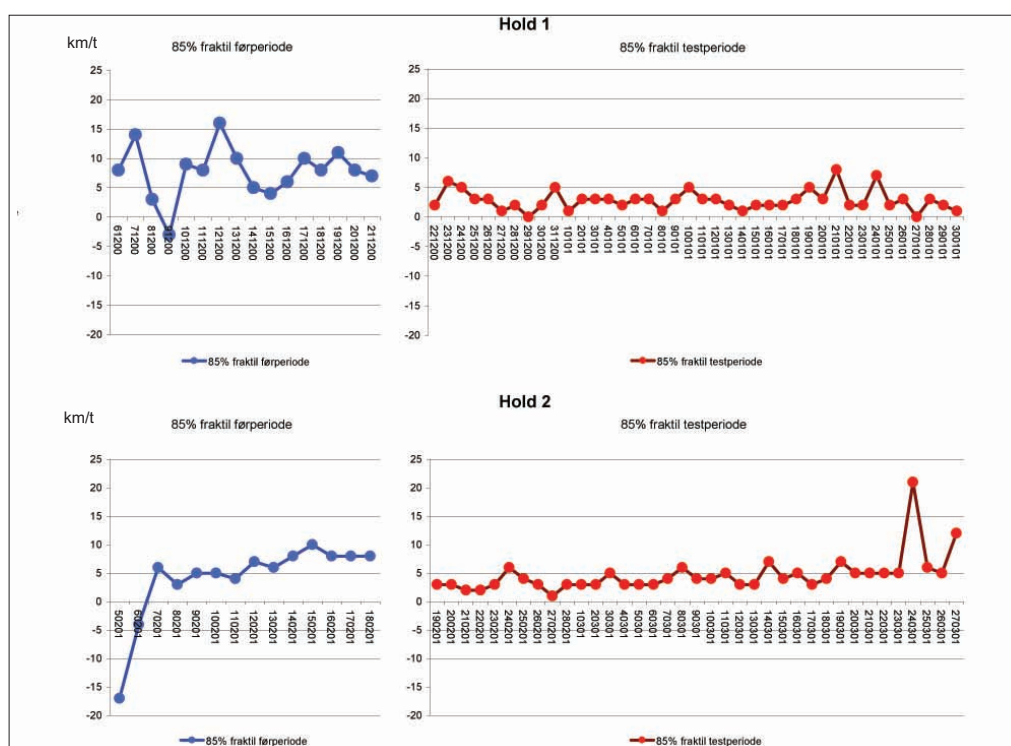
2. Det samme fænomen skulle gøre sig gældende for testperioden, da man kunne forstille sig at testpersonerne reagerede mest på systemet i starten hvorefter de vænner sig til det (overhører stemmen) og ikke reagerer i samme omfang.

Dette kan heller ikke aflæses af grafen for nogle af de to hold.

3. En tredje hypotese kunne være at testpersonerne i løbet af testperioden vænner sig til systemet på den måde at de ved hvornår det vil reagere (stemmen kommer) og derfor sænker farten før systemet når at blive reageret. Dette skulle betyde at testkørens overskridelser af hastighedsgrænsen skulle falde over perioden.

Heller ikke den hypotese kan aflæses af grafen.

At hverken hypotese 2 eller 3 viser sig at holde stik kan både skyldes at de to hypoteser ophæver hinanden eller at ingen af dem er rigtige.





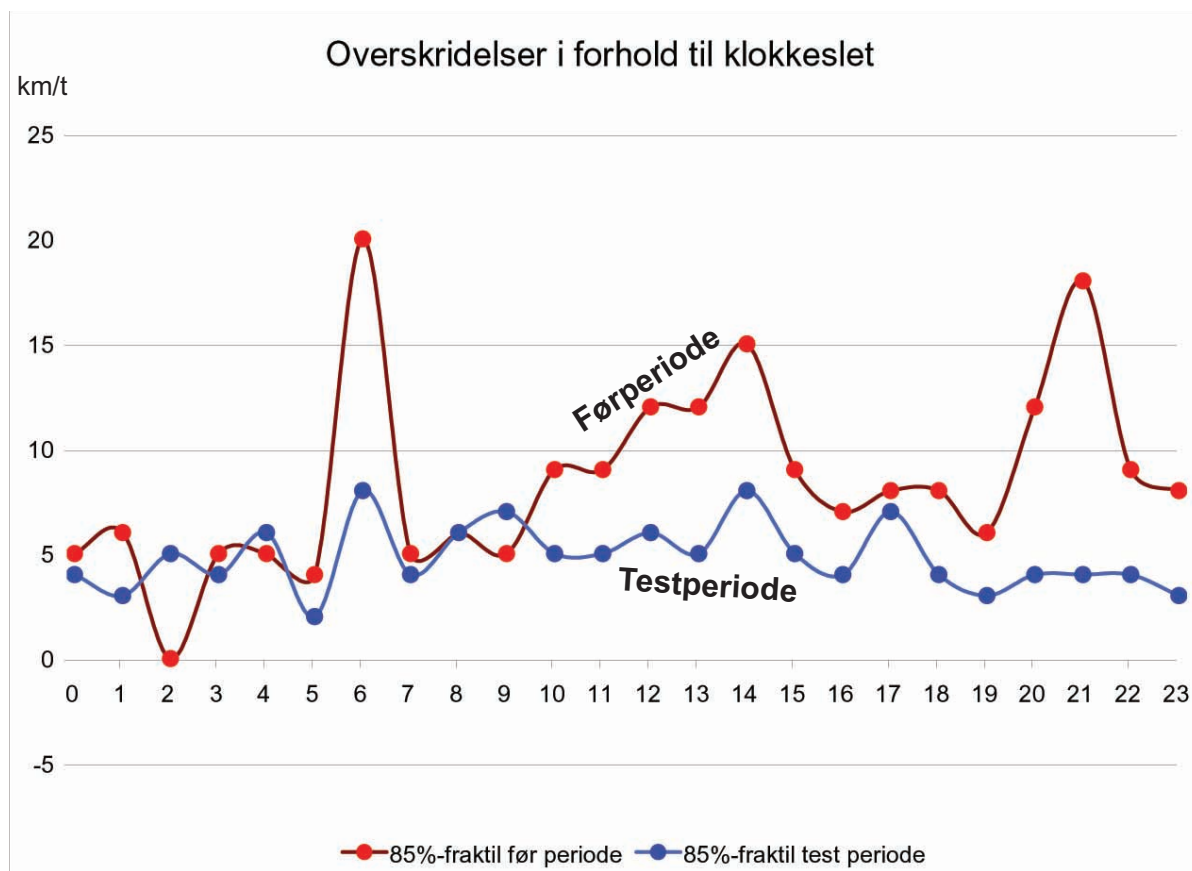
Overskridelser i forhold til tid på dagen

Denne beregning viser samtlige logdata i hhv. før- og testperioden fordelt på tid på dagen dvs. alle logninger der er foretaget mellem 15:00 og 15:59 er summeret og vist som en registrering kl. 15. Denne graf viser ligesom de tidligere 85% fraktilen af hastighedsoverskridelsen.

Laveste overskridelser i myldretid

Hvis man ser på perioden mellem kl. 8:00 og 20:00 der er den periode hvor datagrundlaget er bedst ses det tydeligt at hastigheden, som man kunne forvente er lavest i myldretiden 8-9 og 15-19 hvorimod den i førperioden er højere i de mellemliggende timer. I testperioden derimod ligger 85% fraktilen af hastighedsoverskridelserne og svinger omkring 5 km/t. over hele døgnet.

Den store top der er kl. 7 i begge perioder skyldes sandsynligvis, at der er en enkel eller to personer, der præger resultatet.





INFATI har en effekt

Analysen af logdata dokumenterer, at testpersonerne med INFATI installeret, set over et har nedsat hastigheden med mellem 5 - 6 km/t.

Hastighedsnedsættelsen er størst på landet og på de mere betydende veje og mindst i midtbyen. Testkørerne overskrider dog stadig hastighedsgrænserne, men overskridelserne er reduceret fra 9-13 km/t. til 4-7 km/t. Dette resultat viser at INFATI er et godt alternativ til nuværende metoder til at nedsætte hastigheden, der i modsætning til INFATI, har den største virkning i byområder, hvor hastighedsproblemerne generelt er mindst, men i vid udstrækning ikke er brugbare i landområder.

Fraktil

85% fraktilen af hastigheden for en given vejstrækning er den hastighed som 85% af trafikanterne kører under og 15% af trafikanterne overskrider

I dette notat bruges 85% fraktilen af hastighedsoverskridelsen til at afgøre om hastighedsgrænsen på en given vejstrækning er overholdt jf. diskussion på side 5.