

## MEMO

TITTEL

Rejsetid og forsinkelser igennem Ribe

DATO

29. oktober 2013

TIL

Vejforum 2013

FRA

Ole Svendsen, Vejdirektoratet og Jonas Olesen, COWI

ADRESSE COWI A/S

Parallelvej 2

2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

SIDE 1/10

## 1 Projektets baggrund og formål

Vejdirektoratet har konstateret, at der jævnligt opstår forsinkelser af trafikken på Rute 11 igennem Ribe. Særligt i forbindelse med ferieperioder, hvor der er en betydelig øget trafik til og fra sommerhusområderne på den jyske vestkyst, er der registreret forsinkelser. Desuden påvirker forsinkelserne på Rute 11 lokaltrafikken til og fra sidevejene, hvor Rute 11 er den primære trafikvej igennem Ribe.

Vejdirektoratet har som følge heraf ønsket at få belyst omfanget af forsinkelserne samt disses konsekvenser over for sidevejstrafikken.

I 2012-2013 gennemførtes derfor et projekt, hvis hovedformål var ovenstående. I forbindelse med projektet var desuden et ønske om at afprøve nye eller alternative metoder for at nå hovedformålet. Således fik projektet følgende delformål:

- › At anvende indsamling af Bluetooth™-data i passerende køretøjer til at beregne rejsetider i et samlet system.
- › At koble de indsamlede Bluetooth™-rejsetidsdata med konventionelle tælledata for at beregne forsinkelser på køretøjniveau.
- › At beregne køretøjforsinkelser på årsniveau ved at udvælge et antal repræsentative perioder samt at opsummere disse.

Det metodemæssige valg af Bluetooth™-data, konventionelle trafiktællinger samt anvendelsen af repræsentative perioder blev truffet for dels at opnå en højere detaljeringsgrad i kortlægningen end normalt og for dels at begrænse omkostningerne i forbindelse med dataindsamling og -behandling.

## 2 Dataindsamling

Rejsetider

Indsamling af rejsetider blev gennemført ved anvendelse af Bluetooth™, hvor 10 målepunkter blev opsat på strategisk udvalgte steder på Rute 11 igennem Ribe. Beregning af rejsetider blev gennemført af COWI i City Sense™, hvor de indsamlede

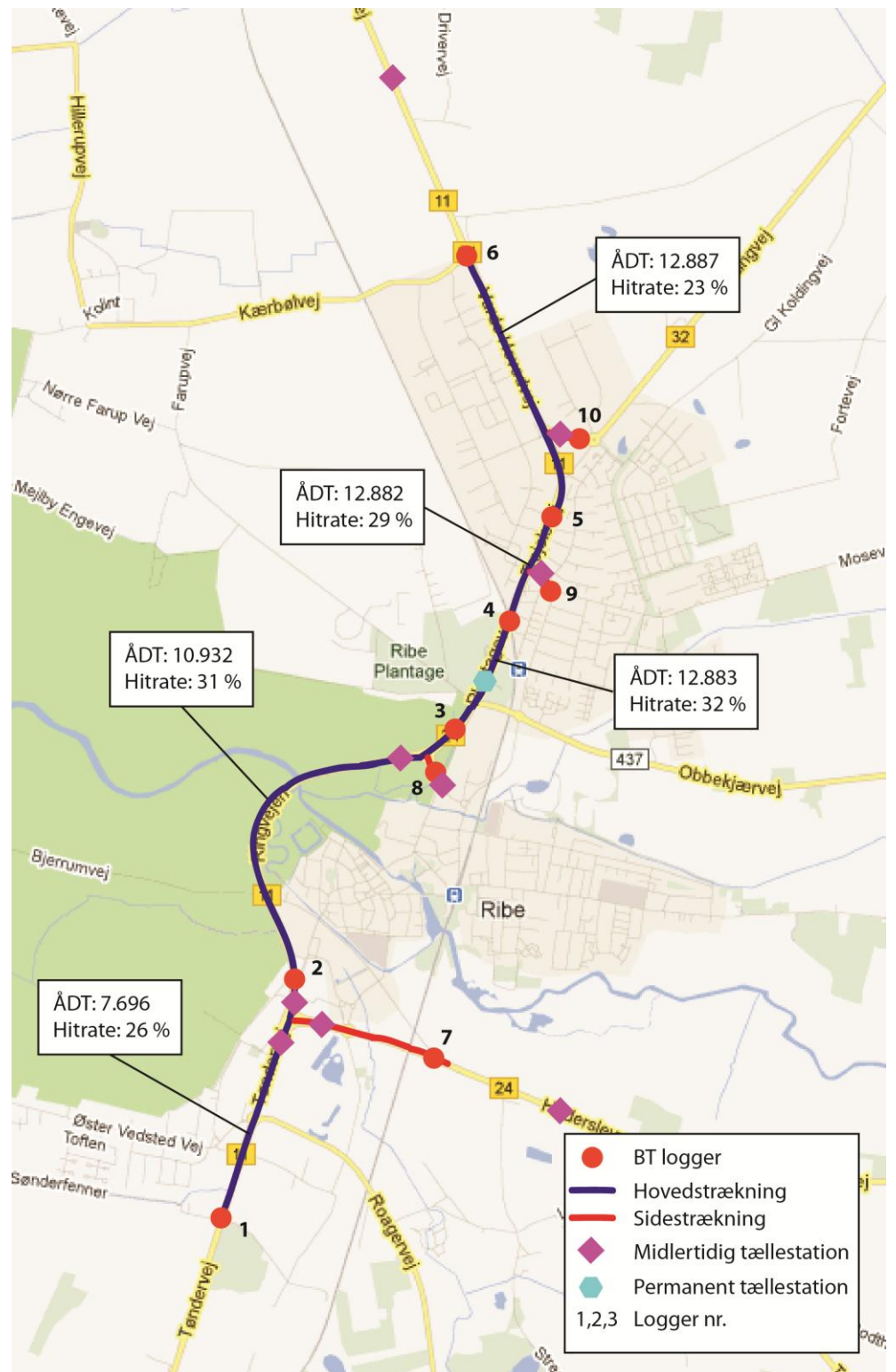
rå data sorteres og filtreres, og hvor en rejsetid for hver delstrækning beregnes i realtid. De beregnede realtidsrejsetider lagres og kan efterfølgende udtrækkes til videre behandling.

#### Trafiktal

Bluetooth™ egner sig ikke til indsamling af data for absolutte trafikmængder, idet der er stor forskel på, om der findes Bluetooth™-udstyr om bord på de enkelte køretøjer. Derfor var det nødvendigt at indsamle trafiktal med mere traditionelt tælleudstyr i form af én permanent tællestation samt i alt 9 midlertidige tællesteder.

Den permanente tællestation har indsamlet data i (næsten) hele projektperioden og de midlertidige i udvalgte, repræsentative uger i løbet af projektperioden.

Placeringen af Bluetooth™-målepunkter og tællestationer er vist i figur 1.



Figur 1 Oversigt over placering af bluetooth-loggere samt midlertidige og permanente tællestationer på det undersøgte vejnet. Endvidere er angivet ÅDT og den omtrentlige andel af registrerede Bluetooth™-enheder i forhold til ÅDT. Numre på Bluetooth™-loggerne udgør start- og slutpunkter for ruterne som refereret senere i dette notat. Baggrundskort: Google Maps.

### 3 Beregningsmetode

#### Normalrejsetider

En forudsætning for at kunne beregne forsinkelser er, at der for hver delstrækning fastsættes en normalrejsetid, som de registrerede rejsetider kan sammenlignes med. Normalrejsetiden er i alle tilfælde den tid, det tager at gennemkøre en strækning, hvor der er fri fremkommelighed.

I projektet er fri fremkommelighed fastsat på tre forskellige måder:

- 1 Fri fremkommelig svarer til den teoretisk mindst mulige rejsetid, som fastsættes på baggrund af strækningslængde og skiltet hastighed uden rejsetidstillæg for kryds, rundkørsler og lignende.
- 2 Fri fremkommelig svarer til den teoretisk mindst mulige rejsetid, som fastsættes på baggrund af strækningslængde og skiltet hastighed med rejsetidstillæg for kryds, rundkørsler og lignende.
- 3 Der er fri fremkommelighed på de tidspunkter af døgnet, hvor der ikke er trængsel.

Hensigten var at afprøve konsekvensen af forskellige metoder for fastlæggelse af fri fremkommelighed – og dermed normalrejsetiden.

#### Beregning af forsinkelser

På baggrund af trafiktællinger fra den permanente tællestation er der for 2012 udpeget 11 "mønsterdage", som hver især repræsenterer et antal dage i løbet af året, hvor der er tilsvarende døgnfordelinger af trafikken. Samlet set er hver af årets dage repræsenteret ved en mønsterdag.

For hver af de 11 mønsterdage er der for hver delstrækning på beregningsvejnettet beregnet en forsinkelse. Forsinkelsen er et tal (målt i køretøjtimer) for den samlede tabte tid som følge af nedsat hastighed på de pågældende strækninger.

Det er i denne henseende forudsat, at trafikfordelingen over året (ÅDT-niveau) har været ens for alle delstrækninger. Beregningerne af forsinkelserne på den enkelte mønsterdag er foretaget på grundlag af de gennemførte rejsetidsmålinger kombineret med de gennemførte trafiktællinger.

For at beregne en samlet årlig forsinkelse er mønsterdagsforsinkelserne overført til de af årets dage, som mønsterdagene hver især repræsenterer. Forsinkelserne er her skaleret mellem døgntrafikken (målt på den permanente tællestation) på de enkelte dage og de tilhørende mønsterdage.

Den estimerede samlede, årlige forsinkelse er herefter summen af de beregnede forsinkelser for hver af årets dage for hver af de kortlagte delstrækninger. Forsin-

kelseerne er beregnet med udgangspunkt i de tre forskellige metoder for fastsættelse af normalrejsetiden.

#### 4 Væsentligste resultater

Projektet har resulteret i et stort antal forskellige resultater, og følgende præsenteres blot et udvalg af de mest centrale.

Samlede forsinkelser på årsniveau

Tabel 1 viser en opgørelse over de samlede beregnede årsforsinkelser fordelt på hovedstrækningen og på sidestrækningerne ved anvendelse af de tre forskellige metoder for fastsættelse af normalrejsetider.

Det fremgår, at størstedelen af forsinkelserne forekommer på hovedstrækningen. Endvidere fremgår, at der er betydelig forskel på forsinkelsesniveauerne, afhængigt af den anvendte metode for fastsættelse af normalrejsetiderne.

Tabel 1 Totale årsforsinkelser på det kortlagte vejnet (køretøjtimer).

	Normalrejsetid fastsat ved anvendelse af		
	Metode 1	Metode 2	Metode 3
Hovedstrækning	86.381	16.489	55.956
Sidestrækninger	45.836	16.377	16.466
<b>Total</b>	<b>132.217</b> <b>(362 pr. døgn)</b>	<b>32.866</b> <b>(90 pr. døgn)</b>	<b>72.422</b> <b>(198 pr. døgn)</b>

Forsinkelser for individuelle trafikstrømme igennem kryds og rundkørsler

De indsamlede data har givet mulighed for at undersøge forsinkelser på flere forskellige niveauer. De samlede forsinkelser på det kortlagte vejnet er interessante i en overordnet sammenhæng, mens detaljerede oplysninger omkring forsinkelserne i eksempelvis et kryds eller en rundkørsel kan anvendes til at identificere problemområder og efterfølgende også at prioritere indsatser og designe løsninger.

Et eksempel på de samlede forsinkelser igennem to nærliggende rundkørsler er vist i tabel 2, hvor det fremgår, at de største forsinkelser forekommer for den ligeudkørende trafik, der kommer fra syd, skal igennem begge rundkørsler og dermed har vigepligt for en betydende trafikstrøm i den nordlige rundkørsel.

Tabel 2 Forsinkelser på trafikstrømme i rundkørslerne ved Haderslevvej og Roagervej.

Rute	Trafikstrøm	Årsforsinkelse	Andel
1-2	Ligeud fra syd	13.700	33%
2-1	Ligeud fra nord	6.564	16%
1-7	Højresving fra syd (til Haderslevvej)	4.462	11%
2-7	Venstresving fra nord (til Haderslevvej)	6.017	14%
7-1	Venstresving fra øst (fra Haderslevvej)	9.226	22%
7-2	Højresving fra øst (fra Haderslevvej)	2.120	5%
<b>I alt</b>		<b>42.089</b>	<b>100%</b>

Fordeling af forsinkelser på tværs af kryds og rundkørsler

Summeres forsinkelserne for hvert af de i systemet kortlagte krydsningspunkter fås i rangordnet rækkefølge en fordeling af forsinkelserne som vist i tabel 3.

En sådan opgørelse kan netop anvendes til at belyse, hvor i trafiksystemet de største problemer opstår – og også hvor en eventuel indsats bør prioriteres.

Det interessante er i denne sammenhæng, at der faktisk ikke er en proportional sammenhæng imellem trafikmængderne og forsinkelserne i de enkelte krydsningspunkter. Mere trafik betyder således kun større forsinkelse, hvis der reelt *er* en forsinkelse.

Med andre ord kan mindre trafikstrømme sagtens opleve så store forsinkelser, at det i det samlede billede kan være fornuftigt at prioritere en indsats med henblik på at øge fremkommeligheden for de trafikstrømme, der i forhold til rå trafiktal ser ud til at være mindre vigtige.

Tabel 3 *Fordeling af årsforsinkelser på kryds og i rundkørsler på Rute 11 i Ribe.*

Rang	Kryds / rundkørsel på Rute 11	Årsforsinkelse	Andel
1	Haderslevvej og Roagervej	42.089	34 %
2	Plantagevej	24.451	19 %
3	Nørremarksvej	23.359	19 %
4	Obbekjærvej	18.345	15 %
5	Koldingvej	17.270	14 %
	<b>I alt</b>	<b>125.514</b>	<b>100 %</b>

Forsinkelser i forbindelse med feriedage

Et af projektets formål var at undersøge, hvorvidt der i forbindelse med ferieperioder opstod særligt store forsinkelser – samt hvor på vejnettet dette i givet fald er tilfældet.

Tabel 4 viser en rangordnet opgørelse over de 25 dage i løbet af året, hvor der er beregnet absolutte største forsinkelser på hver af delstrækningerne, der udgør Rute 11 igennem Ribe. For hver dag er angivet, om denne har været en feriedag eller ej.

Det fremgår, at der for flere af delstrækningernes vedkommende er en betydelig overrepræsentation af feriedage i forhold til ikke-feriedage. Dette betyder, at de største forsinkelser meget hyppigt opstår på en feriedag, hvilket underbygger tesen om, at de største trafikale problemer på Rute 11 opstår i forbindelse med afvikling af ferietrafik.

Det fremgår dog også, at der er meget stor forskel på, hvor stor betydning, ferietrafikken har i forhold til, hvor på Rute 11 man befinder sig.

Tabel 4 Opgørelse over de 25 dage med størst beregnet køretøjsforsinkelse på hver rute på hovedstrækningen i forhold til, der var ferie på pågældende dag. Orange markerer en feriedag.

Rang	Rute									
	1-2	2-1	2-3	3-2	3-4	4-3	4-5	5-4	5-6	6-5
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
<b>Andel</b>	<b>72 %</b>	<b>56 %</b>	<b>44 %</b>	<b>64 %</b>	<b>44 %</b>	<b>4 %</b>	<b>56 %</b>	<b>4 %</b>	<b>8 %</b>	<b>0 %</b>

## 5 Erfaringer

Det samlede projekt har budt på mange erfaringer, idet der har været indtil flere metoder, der ikke tidligere har været anvendt i samme omfang. Følgende præsenteres nogle af de erfaringer, der er gjort igennem projektet.

### 5.1 Rejsetidsmålinger ved anvendelse af Bluetooth™

Anvendelsen af rejsetidsmålinger er i sig selv ikke noget nyt. Derimod har Bluetooth™ ikke tidligere været anvendt som dataindsamlingsmetode i forbindelse med beregning af samlede forsinkelser i et trafiksystem.

Bluetooth™ har i projektet vist sig at være ganske pålidelig, men også udfordrende i flere henseender. Grundlæggende har anvendelsen tilladt, at der har kunnet indsamles relativt pålidelige rejsetidsdata i ganske lang tid for en lav økonomisk omkostning på størstedelen af de kortlagte strækninger i og omkring Ribe.

Afstand mellem målepunkter

Der har været flere udfordringer forbundet med den tekniske anvendelse af Bluetooth™-data, hvor den største entydigt har været, at de anvendte Bluetooth™-loggere har kunnet "se" relativt langt (typisk op til ca. 500 meter). Dette har betydet, at det har været nødvendigt at foretage nogle placeringsspecifikke datasorte-

ringer og –filtreringer for at fjerne "falske" ture, der i realiteten slet ikke har foregået imellem to målepunkter, men alligevel er registreret på disse.

Dette har vist sig at være en temmelig kompleks opgave, og det er vurderingen, at behovet herfor er afhængig af den enkelte installation, og at det derfor ikke umiddelbart er muligt at etablere nogle standardiserede algoritmer, der i alle henseender kan klare opgaven.

Erfaringen er hér, at der i forbindelse med anvendelse Bluetooth™ som dataindsamler, skal lægges så stor afstand ind imellem målepunkterne som muligt for at reducere risikoen for fejllogninger.

Hitrater og krav til trafiktal

For størstedelen af de kortlagte delstrækningers vedkommende har der næsten over hele døgnet kunnet indsamles tilstrækkelig data til at der har kunnet beregnes rejsetider i realtid. Imidlertid er ikke alle biler udstyret med Bluetooth™-enheder, der kan registreres, og dermed stilles der krav til, hvor meget trafik, der bør afvikles på en given rute for at kunne opnå pålidelige resultater.

I den forbindelse er hitraten (den andel af trafikken, der registreres med Bluetooth™) afgørende, og det er tillige afgørende, at de anvendte Bluetooth™-logger registrerer konsistent.

Hitraten er i forbindelse med installationen i Ribe beregnet til at ligge på mellem 23 % og 32 %, afhængigt af, hvilken delstrækning, der betragtes. I runde tal er således registreret ca. ¼ af den passerende trafik. Dette er vurderet fuldt tilstrækkeligt for størstedelen af delstrækningerne, mens enkelte ganske enkelt har haft for lidt trafik til at kunne producere pålidelige rejsetidsberegninger i realtid. Betragtes en længere beregningsperiode kan der dog til dels kompenseres for dette på bekostning af realtidsberegningen.

Der kan ikke med udgangspunkt i projektets databehandling og resultater udledes, at trafikken på en strækning mindst skal være af en given størrelse, idet dette i høj grad afhænger af, hvad data skal anvendes til. Men grundlæggende bør man være forsigtig med at anvende Bluetooth™ som dataindsamler, hvis trafikken er mindre end ca. 5.000 ÅDT – i hvert fald kræver det en nærmere vurdering i det enkelte tilfælde.

## 5.2 Kobling af rejsetidsmålinger til trafiktal

Den kombinerede anvendelse af rejsetidsmålinger og trafiktal giver nye muligheder for detaljeret at belyse forsinkelsesniveauer i trafikken. Principielt tillader koblingen at opnå resultater på samme form som trafikmodeller og –simuleringer kan levere resultater til eksempelvis samfundsøkonomiske analyser.

Endvidere har det vist sig, at der er meget store udsving i, hvorledes trafikken afvikles i praksis, og deraf hvor store forsinkelser, der opstår fra dag til dag. I forhold til en trafikfaglig vinkel er dette interessant, da det grundlag, der træffes beslutnin-



ger på, vurderes at kunne forbedres betydeligt i forhold til eksempelvis rå trafiktal samt trafikmodeller og –simuleringer, der måske ikke i tilstrækkelig grad tager højde for disse betydelige udsving i trafikens afvikling.

Der er i projektet ikke etableret en automatiseret kobling imellem de to dataformer, men det er vurderingen, at dette kan opnås relativt simpelt, og at det herved vil være muligt i realtid – og dag for dag at sætte faktiske tal på forsinkelsen på en given vejstrækning, igennem et kryds, rundkørsel – eller i et helt trafiksystem.

### 5.3 Fastsættelse af normalrejsetider

De beregnede køretøjsforsinkelser er selvsagt direkte afhængige af reference-rejsetiderne, hvorfor det er essentielt, at disse fastsættes så objektivt som muligt.

Det har vist sig, at især metode 2 (strækningslængde ganget med skiltet hastighed + tidstillæg for kryds og rundkørsler) er udfordrende at anvende. Det er ikke muligt at fastsætte standardiserede tidsstraffe for eks. et kryds – og afhængigt af eksempelvis signalprogrammer over døgnet, bliver en tidsstraf i flere tilfælde fastsat forkert.

Ved fastsættelse af reference-rejsetiden ud fra metode 3 (med udgangspunkt i de målte, faktiske rejsetider uden for spidsperioderne) kommer den i nogle tilfælde til at ligge tæt på metode 1 (strækningslængde ganget med skiltet hastighed), mens der i andre tilfælde er forhold (kryds mv.), der skaber forskelle imellem de to metoder.

Der er en tendens til, at der i perioder køres for stærkt på nogle strækninger, hvilket kan presse reference-rejsetiden beregnet ved metode 3 ned, også selvom det har været forsøgt at korrigere for hastighedsoverskridelser. Det er eksempelvis ikke muligt at foretage korrektion, hvis der er forsinkelser på dele af en strækning, mens der køres for stærkt på andre dele. For at imødekomme dette vil det være nødvendigt at have datainput fra relativt tætplacerede målepunkter – eller fra andre typer datakilder som eks. GPS, hvor hastigheden kontinuerligt vil kunne vurderes.

Metode 3 afskærer desuden muligheden for at identificere strækninger eller punkter, hvor der er u hensigtsmæssige forhold, der også påvirker fremkommeligheden uden for spidsperioderne – eksempelvis et signalanlæg med ringe styring eller deciderede fejl. I denne henseende forekommer det især u hensigtsmæssigt at lade et vejnets udformning danne grundlaget for reference-rejsetiderne, hvis disse netop skal anvendes til at evaluere på vejnettets performance. Herved bliver en evaluering afhængig af egne inputs som reference, hvilket er forkert. Metode 3 egner sig dog godt til at skabe et grundlæggende overblik over fremkommeligheden på vejnettet, og det er relativt let at beregne en reference-rejsetid, da denne allerede ligger i de indsamlede data.

Anvendelsen af metode 1 giver det mest objektive grundlag for fastsættelse af reference-rejsetider og stemmer desuden godt overens med serviceniveaubegrebet i

kryds, hvor netop krydsets forsinkelse af de enkelte trafikanter betragtes. Ved anvendelse af metode 1 opnås således dels, at reference-rejsetiderne kan fastsættes simpelt og ensartet og dels, at der er god overensstemmelse med forsinkelse, som det kendes fra serviceniveaubegrebet.

Til gengæld resulterer metode 1 i, at der på strækninger med kryds, rundkørsler eller andre hastighedsnedsættende elementer, i praksis aldrig vil kunne opnås en beregnet køretid svarende til referencen. Dette resulterer i, at der altid vil være forsinkelse på den pågældende strækning, hvilket kan være problematisk at forklare, da trafikanterne ikke nødvendigvis føler sig forsinkede af at skulle passere eksempelvis en rundkørsel.

Imidlertid er de hastighedsnedsættende elementer netop et resultat af, at der er trafik – og dermed trængsel. Hvis der ikke var trafik på en sidevej, blev der ikke etableret en rundkørsel eller et signalanlæg, og de forsinkelser, der opstår i forbindelse med disse er derfor reelle og bør medtages i en opgørelse af forsinkelse på en given strækning.

Situationen er omvendt på strækninger uden hastighedsnedsættende elementer, eksempelvis motorveje eller veje i åbent land. På disse vil det i praksis være muligt at færdes uden forsinkelse.

Således kan metode 1 anvendes bredt på samtlige veje, uafhængigt af vejenes udformning, antallet af krydsningspunkter osv. Metoden kræver dog opmærksomhed i forhold til, om den skilte hastighed ændres over tid på en strækning, hvorved reference-rejsetiden også skal ændres i positiv eller negativ retning. Dette vil påvirke beregningen af forsinkelserne.

Ved valg af metode til fastsættelse af reference-rejsetid er det derfor vigtigt at være klar over den enkelte metodes begrænsninger.