

Adfærdsparametre i prioriterede vejkryds

Kritisk interval og passagetid



Belinda la Cour Lund
Per Bruun Madsen
Poul Greibe

December 2010

Indhold

Resumé	4
1. Introduktion	6
1.1 Formål	6
1.2 Baggrund	6
2. Analysekryds	8
3. Dataindsamling og behandling	17
4. Adfærdsparametre	19
4.1 Kritisk interval for personbiler	19
4.1.1 Højresving fra sekundærvej	19
4.1.2 Venstresving fra sekundærvej	20
4.1.3 Venstresving fra primærvej	22
4.1.4 Ligeudkørende fra sekundærvej	23
4.1.5 Ventetidens indflydelse på kritisk interval	24
4.2 Kritisk interval for tunge køretøjer	26
4.3 Passagetid for personbiler	26
4.3.1 Højresving fra sekundærvej	26
4.3.2 Venstresving fra sekundærvej	27
4.3.3 Venstresving fra primærvej	27
4.4 Passagetid for tunge køretøjer	28
5. Empiriske målinger af kapacitet	30
5.1 Højresving fra sekundærvej	30
5.2 Venstresving fra sekundærvej	33
5.3 Venstresving fra primærvej	36
5.4 Opsamling på empiriske målinger	38
6. Beregning af køretøjers personbil-ækvivalenter	40
6.1 Højresving fra sekundærvej	41
6.2 Venstresving fra sekundærvej	41
6.3 Venstresving fra primærvej	42
6.4 Opsamling vedr. pe-værdier	43
7. Udenlandske adfærdsparametre	44
8. Opsamling	47
Referencer	50

Bilag 1 - Hastighedsmålinger.....	51
Bilag 2 - Registreringsmetode	55
Bilag 3 - Hastighed og kritisk interval	64
Bilag 4 - Passagetider – fordeling	65
Bilag 5 - Internationale adfærdsparametre	66

Resumé

Hovedresultaterne af undersøgelsen: ”Adfærdsparametre i prioriterede vejkryds” er beskrevet i nærværende notat. De undersøgte adfærdsparametre er henholdsvis det kritiske interval (tau) og passagetiden (delta), som er opgjort for de forskellige svingbevægelser i prioriterede vejkryds. Endvidere er tunge køretøjers personbil-ækvivalenter forsøgt bestemt.

Undersøgelsen er baseret på studier af otte analysekryds, som fordeler sig på:

- to 3-benede kryds med ubetinget vigepligt i byzone
- ét 4-benet kryds med fuld stop i landzone
- fem 3-benede kryds med ubetinget vigepligt i landzone

De beregnede adfærdsparametre for de fem 3-benede kryds med ubetinget vigepligt i landzone ses i nedenstående tabel.

Svingbevægelse	3-ben med vigepligt – land – personbil	
	Kritisk interval	Passagetid
Højresving fra sekundærvej	7,0 sek.	3,3 sek.
Venstresving fra sekundærvej	6,9 sek.	3,7 sek.
Venstresving fra primærvej	5,6 sek.	2,4 sek.

Passagetid og kritisk interval for personbiler i 3-benede landkryds.

Der er ingen entydig forskel i adfærdsparametrene mellem kryds med ubetinget vigepligt i land- og byzone samt mellem 3-benede kryds med ubetinget vigepligt og 4-benet kryds med fuld stop.

De viste adfærdsparametre i tabellen herover giver en lidt lavere kapacitet for sekundærtrafikanterne sammenlignet med de nuværende værdier fra Vejreglerne [1]. For venstresving fra primærvej fås næsten uændret kapacitet.

Tidsgapsmodellen med de fundne adfærdsparametre er sammenholdt med empiriske måledata fra de otte kryds. Det viser sig, at tidsgapsmodellen i det store hele giver et realistisk billede af kapaciteten for de enkelte svingstrømme i krydsene. En bedre beskrivelse kan dog opnås ved at justere på adfærdsparametrene og evt. bruge dynamiske værdier, således at passagetiden og det kritiske interval ikke antages konstante for alle trafiksituationer. En lavere passagetid ved lille konfliktende trafikstrøm og et lavere kritisk interval ved stor konfliktende trafikstrøm giver en generel bedre beskrivelse.

Personbilækvivalenter for tunge køretøjer er bestemt ud fra de observerede data. Dette er gjort ved at studere de adfærdsmæssige parametre for tunge køretøjer. Resultaterne er ikke entydige, men peger i retning af, at personbilækvivalenterne bør være højere end angivet i Vejreglerne [1].

De fundne gennemsnitlige personbilækvivalenter er summeret i nedenstående tabel. Tal i parentes angiver interval. Resultaterne for sættevogn og påhængsvogn-tog er baseret på få data.

Svingbevægelse	Personbilækvivalent			
	Last/bus/pba		Sæt/pvt	
Højresving fra sekundærvej	1,4	(1,3-1,6)	2,2	(2,0-2,6)
Venstresving fra sekundærvej	1,7	(1,6-1,9)	3,1	(2,2-4,4)
Venstresving fra primærvej	2,3	(1,8-2,8)	4,1	(2,6-5,8)

Beregnete personbilækvivalenter (gældende for længdegradient < 20‰)

1. Introduktion

1.1 Formål

Vejdirektoratet har igangsat en undersøgelse, der skal belyse de adfærdsmæssige parametre i prioriterede vejkryds til brug for kapacitetsberegning.

Formålet er, at komme med forslag til justeringer af de nuværende værdier for det kritiske interval og passagetiden for motorkøretøjer som beskrevet i [1]. Herunder at foretage en vurdering af tunge køretøjers indflydelse på kapaciteten, dvs. en vurdering af de gældende personbilækvivalenter.

Nærværende notat beskriver resultaterne fra en undersøgelse af otte prioriterede vejkryds, hvor det kritiske interval (τ) og passagetiden (δ) er målt for forskellige svingbevægelser og køretøjstyper. Endvidere er der foretaget en vurdering af den tunge trafiks betydning for kapaciteten (personbilækvivalenter).

Notatet er udarbejdet af Trafitec i samarbejde med Vejdirektoratet.

1.2 Baggrund

I Vejregelforslag Kapacitet og serviceniveau [1] fra september 2010 angives følgende værdier for det kritiske interval samt passagetiden i prioriterede kryds, se tabel 1.1.

Sving- bevægelse	Kritisk interval τ overfor :			Passage- tiden δ
	Personbiler		Cykler/ikke-reg. pligtige knallerter	
	Kryds med ube- tinget vigepligt	Kryds med fuldt stop		
Højresving fra primærvej			2,5 sekunder	3,0 sekunder
Venstresving fra primærvej	5,5 (6,0) sekunder	5,5 (6,0) sekunder	2,5 sekunder	3,0 sekunder
Højresving fra sekundærvej	5,5 (5,5) sekunder	6,5 (6,5) sekunder	2,5 sekunder	3,0 sekunder
Krydsning af primærvej	6,0 (7,0) sekunder	7,0 (8,0) sekunder	2,5 sekunder	3,0 sekunder
Venstresving fra sekundærvej	7,0 (8,0) sekunder	8,0 (9,0) sekunder	2,5 sekunder	3,0 sekunder

Tabel 1.1 Det kritiske interval samt passagetiden i prioriterede kryds ved to gennemgående spor på primærvejen, og i parentes ved fire gennemgående spor [1].

For de kritiske intervaller skelnes der mellem forskellige svingbevægelser i krydset, krydsets reguleringsform (ubetinget vigepligt eller fuldt stop) samt udformning (antal gennemgående spor på primærvej). Derudover er der angivet værdier

overfor personbiler og cykler/knallerter. I en situation med blandet trafik i den overordnede strøm, omregnes motorkøretøjer til personbilsenheder ud fra værdier i tabel 1.2, og et vægtet kritisk interval beregnes ud fra mængden af motorkøretøjer og mængden af cykler/knallerter.

Primær-/sekundærvejen længdegradient	Køretøjskategori			
	Reg.pligtige knallerter og motor- cykler	Person- og varevogne	Lastbiler og busser	Sætte- og på- hængsvogn- tog
Stigning: 40‰	0,7	1,4	3,0	6,0
Stigning: 20‰	0,6	1,2	2,0	3,0
0‰	0,5	1,0	1,5	2,0
Fald: 20‰	0,4	0,9	1,2	1,5
Fald: 40‰	0,3	0,8	1,0	1,2

Tabel 1.2. Personbilækvivalenter (pe-værdi) som funktion af gradient og køretøjskategori [1].

2. Analysekryds

De adfærdsræssige parametre er undersøgt på basis af videobaserede adfærdsundersøgelser i otte udvalgte kryds.

Kriterier for udvælgelse af analysekryds har været:

- Skal være et prioriteret kryds (vigepligtskryds)
- Have stor trafikmængde på både primær- og sekundærvej
- Have mulighed for opstilling af videoudstyr
- Skal være lokaliseret på Sjælland
- Ligge uden for byzone (helst)
- Helst ingen eller kun få lette trafikanter

Generelt viste det sig svært at identificere kryds, der opfyldte alle kriterier. De fleste kryds, som har en passende stor trafikmængde, er signalregulerede, hvorfor det har været svært at finde prioriterede kryds med megen trafik på både primær- og sekundærvej. Specielt vanskeligt har det været at finde 4-benede kryds med mange ligeudkørende sekundærtrafikanter.

24 potentielle kryds blev udpeget og efterfølgende undersøgt nærmere. Ud af disse blev otte kryds udvalgt som analysekryds, se tabel 2.1.

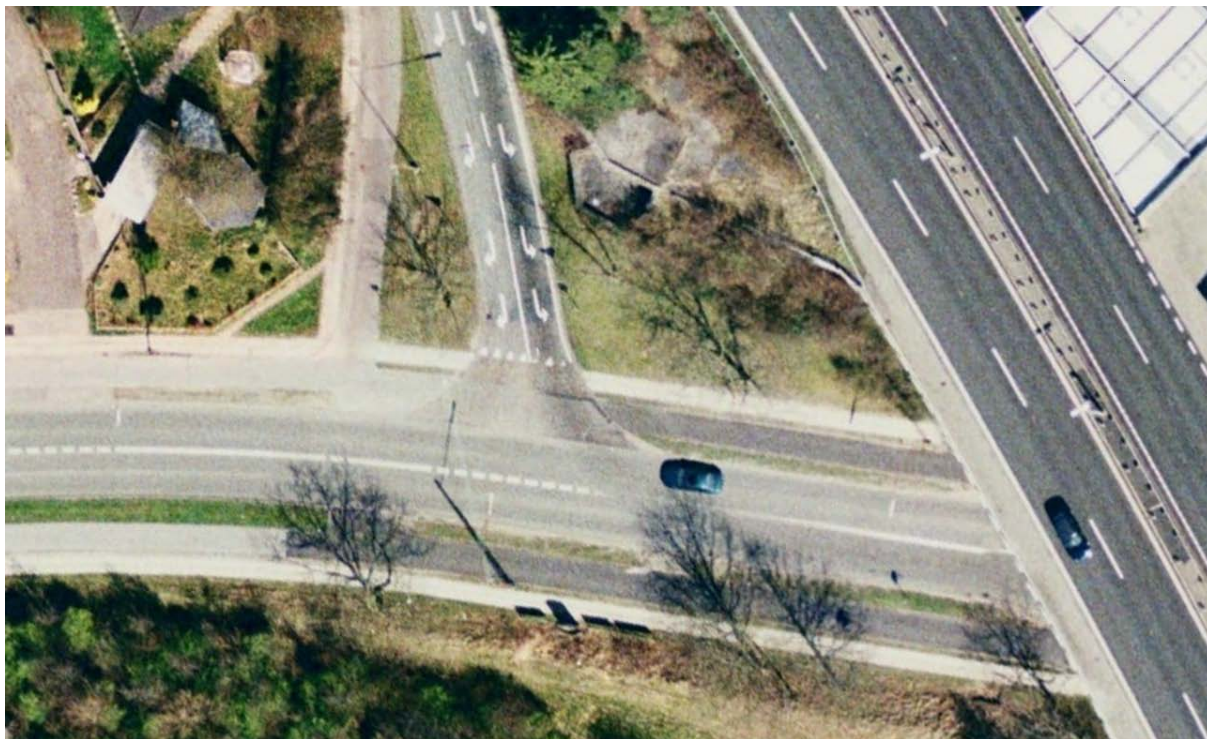
Kryds nr.	Antal ben	Regulering af sekundærtrafik	By/land zone	Lokalitet
1	3-ben	Ubetinget vigepligt	By	Lyngby
2	3-ben	Ubetinget vigepligt	Land	Slangerup
3	3-ben	Ubetinget vigepligt	Land	Helsingør
4	4-ben	Fuldt stop	Land	Hillerød
5	3-ben	Ubetinget vigepligt	By	Lyngby
6	3-ben	Ubetinget vigepligt	Land	Nykøbing F
7	3-ben	Ubetinget vigepligt	Land	Bjæverskov
8	3-ben	Ubetinget vigepligt	Land	Lyngby

Tabel 2.1. Analysekryds.

Krydsene er i det efterfølgende beskrevet nærmere. Længdegradienten er målt i en afstand af 50 m fra vigelinie på både primær- og sekundærvej (+/- angiver, om længdegradienten stiger eller falder frem mod krydset). Det skal bemærkes, at kryds 4 er det eneste 4-benede kryds der indgår i undersøgelsen – ligesom det er det eneste kryds, der har fuldt stop fra sekundærvejene.

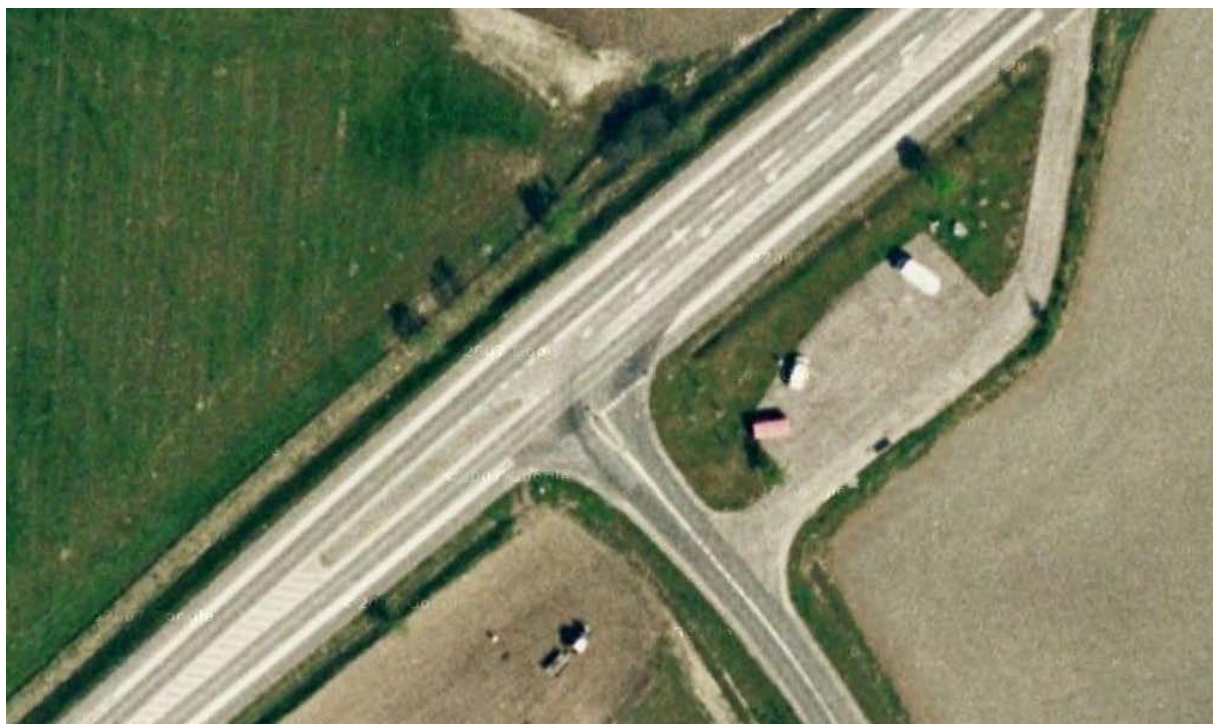
I bilag 1 ses en detaljeret opgørelse over hastighedsmålinger for de otte kryds. Hastighederne er baseret på radarmålinger i begge køreretninger på primærvejen.

Analysekryds 1



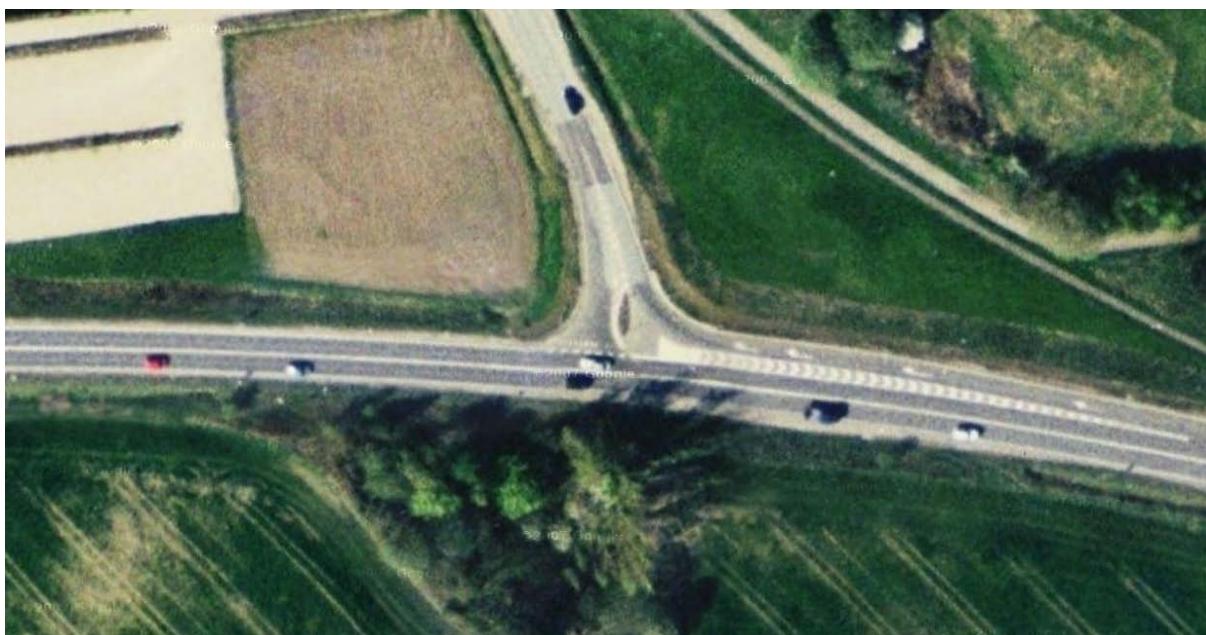
Lokalitet	Lyngby
Vejnavne	Virumvej / Frakørsel fra Kongevejen
Krydstype	3-benet
By/land	Byzone
Primærvej	2 sporet uden svingbaner. Cykelsti og fortov i begge sider <i>Hastighedsniveau på primærvej:</i> - Middelhastighed: 52 km/t - 85%-fraktil: 57 km/t - Skiltet hastighed: 50 km/t En del lette trafikanter Længdegradient: < -10‰
Sekundærvej	Ensrettet, 2 spor, separat højre og venstresvingbane, Længdegradient: - 20‰ Skiltet hastighed 40 km/t Begrænset oversigt fra sekundærvej pga. motorvejsbro.
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej

Analysekryds 2



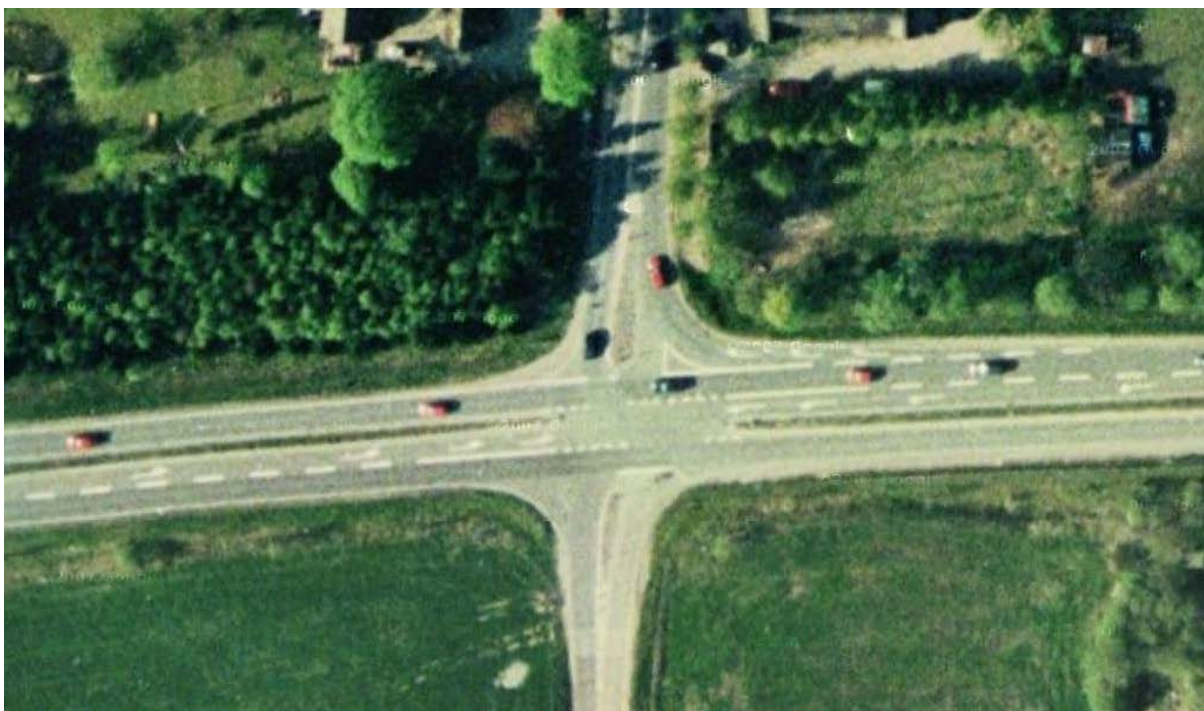
Lokalitet	Slangerup
Vejnavne	Frederiksborgvej / Hillerødvej
Krydstype	3-benet
By/land	Landzone
Primærvej	2-sporet landevej, kanaliseret, venstresvingbane, bred kantbane, cykelfelt ved kryds <i>Hastighedsniveau på primærvej:</i> - Middelhastighed: 83 km/t - 85%-fraktil: 88 km/t - Skiltet hastighed: 80 km/t Få lette trafikanter Længdegradient: < -10‰
Sekundærvej	2-sporet, midterhelle, ingen svingbaner Længdegradient: < -10‰ Skiltet hastighed: 80 km/t God oversigt fra sekundærvej
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej. Venstresving fra primærvej.

Analysekryds 3



Lokalitet	Helsingør
Vejnavne	Kildevej / Frederiksborgvej
Krydstype	3-benet
By/land	Landzone
Primærvej	2-sporet landevej med dobbelt spærrelinje, højresvingbane fra primærvej. Venstresving fra primærvej forbudt. <i>Hastighedsniveau på primærvej:</i> - Middelhastighed: 81 km/t - 85%-fraktil: 90 km/t - Skiltet hastighed: 80 km/t Ingen lette trafikanter Længdegradient: < 10‰
Sekundærvej	2-sporet, midterhelle, ingen svingbaner, bred tilfart med plads til to køretøjer ved siden af hinanden. Længdegradient: < -10‰ Skiltet hastighed: 80 km/t God oversigt fra sekundærvej
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej

Analysekryds 4



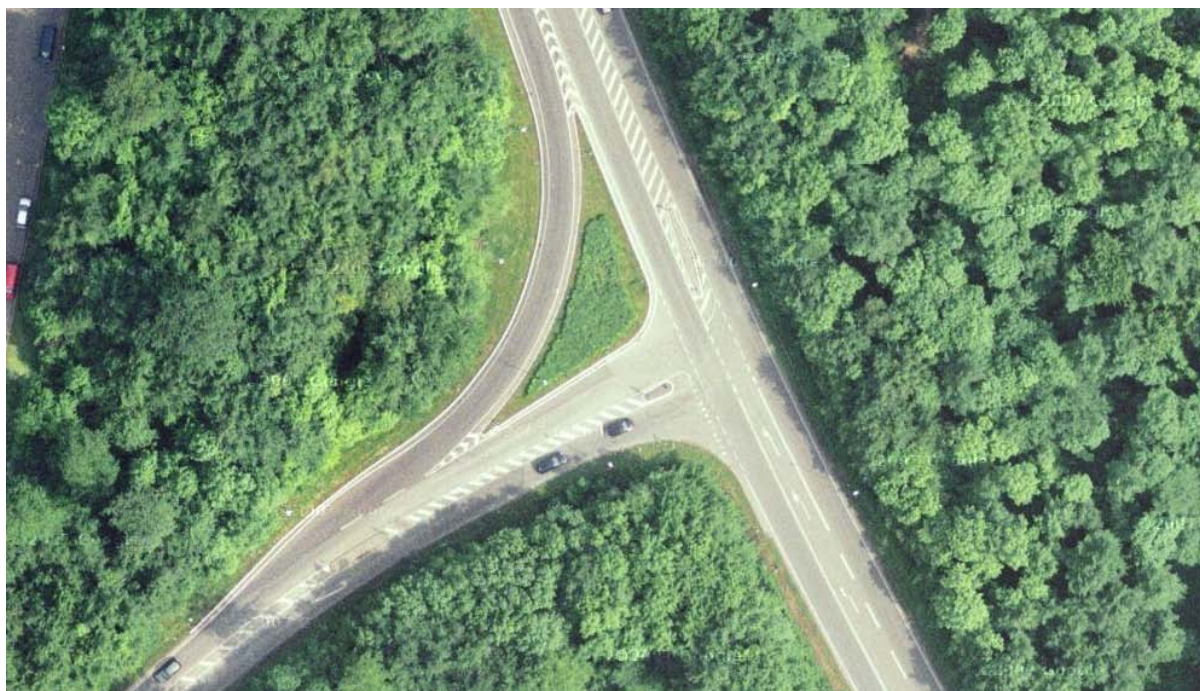
Lokalitet	Hillerød
Vejnavne	Herredsvejen / Nordhøjvej
Krydstype	4-benet
By/land	Landzone
Primærvej	2-sporet landevej, kanaliseret med kantstensbegrænset helle, venstresvingsbane i begge retninger samt højresvingsbane fra øst. Hastighedsniveau på primærvej: - Middelhastighed: 76 km/t - 85%-fraktil: 83 km/t - Skiltet hastighed: 80 km/t Ingen lette trafikanter Længdegradient: < 10‰
Sekundærvej	2-sporet, midterhelle, ingen svingbaner afmærket, bred tilfart med plads til to køretøjer ved siden af hinanden. Længdegradient: <-10‰ Stoptavle – begge retninger Skiltet hastighed: 80 km/t God oversigt fra sekundærvej.
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej – begge retninger Ligeud fra sekundærvej – begge retninger Venstresving fra primærvej – begge retninger

Analysekryds 5



Lokalitet	Lyngby
Vejnavne	Lundtoftegårdsvej / Akademivej
Krydstype	3-benet
By/land	Byzone
Primærvej	2-sporet landevej, kanaliseret, venstresvingsbane. Cykelsti i begge retninger. Fortov nærmest sekundærvej. Hastighedsniveau på primærvej: - Middelhastighed: 53 km/t - 85%-fraktil: 60 km/t - Skiltet hastighed: 60 km/t En del lette trafikanter Længdegradient: < 10‰
Sekundærvej	2-sporet, midterhelle, ingen svingbaner Længdegradient: < - 10‰ Skiltet hastighed: 50 km/t God oversigt fra sekundærvej.
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej. Venstresving fra primærvej.

Analysekryds 6



Lokalitet	Nykøbing Falster
Vejnavne	Gaabensevej / Skovalléen
Krydstype	3-benet
By/land	Landzone
Primærvej	2-sporet landevej, kanaliseret, venstresvingsbane, højresvingsbane og shunt. Hastighedsniveau på primærvej: - Middelhastighed: 72 km/t - 85%-fraktil: 77 km/t - Skiltet hastighed: 70 km/t Ingen lette trafikanter Længdegradient: < 10‰
Sekundærvej	2-sporet, midterhelle, ingen svingbaner Længdegradient: < -10‰ Skiltet hastighed: 60 km/t Begrænset oversigt fra sekundærvej
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej. Venstresving fra primærvej.

Analysekryds 7



Lokalitet	Bjæverskov
Vejnavne	Vester Ringvej/Ringstedvej
Krydstype	3-benet
By/land	Landzone
Primærvej	2-sporet landevej, kanaliseret, venstresvingbane, højresvingbane, separat cykelsti og i kryds en kvart freisleben Hastighedsniveau på primærvej: - Middelhastighed: 75 km/t - 85%-fraktil: 84 km/t - Skiltet hastighed: 80 km/t Få lette trafikanter Længdegradient: < 10‰
Sekundærvej	2-sporet, midterhelle, ingen svingbaner, bred tilfart med plads til to køretøjer ved siden af hinanden Længdegradient: < 10‰ Skiltet hastighed: 80 km/t God oversigt fra sekundærvej
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej. Venstresving fra primærvej.

Analysekryds 8



Lokalitet	Lynge
Vejnavne	Hillerødvej / Kollerødvej
Krydstype	3-benet
By/land	Landzone
Primærvej	2-sporet landevej, kanaliseret, venstresvingbane. Hastighedsniveau på primærvej: - Middelhastighed: 82 km/t - 85%-fraktil: 90 km/t - Skiltet hastighed: 80 km/t Få lette trafikanter Længdegradient: < 10‰
Sekundærvej	2-sporet, ingen svingbaner, bred tilfart med plads til to køretøjer ved siden af hinanden Længdegradient: < 10‰ Længdegradient: +20‰ Skiltet hastighed: 80 km/t Begrænset oversigt fra sekundærvej
Undersøgte svingbevægelser	Højre- og venstresving fra sekundærvej. Venstresving fra primærvej.

3. Dataindsamling og behandling

Dataindsamling er baseret på videooptagelser af trafikken i de udvalgte kryds. Der er i alt gennemført ca. 78 timers optagelser, se fordelingen af timer på hvert kryds i tabel 3.1.

Kryds nr.	Samlet antal videooptagelser per kryds
1 (by)	10 timer 30 min.
2	14 timer 30 min.
3	4 timer og 30 min
4 (4-ben, stop)	6 timer og 30 min.
5 (by)	9 timer og 15 min.
6	9 timer
7	11 timer
8	13 timer

Tabel 3.1 Videooptagelser i de otte analysekryds.

Det kritiske interval er undersøgt for følgende svingbevægelser:

- Højresving fra sekundærvej
- Venstresving fra sekundærvej
- Ligeudkørsel fra sekundærvej
- Venstresving fra primærvej

Det kritiske interval er ydermere opdelt på køretøjstype:

- personbil (pb)
- lastbil/bus/personbil med anhænger (last/bus/pba)
- sættevogn/påhængsvogntog (sæt/pvt)

Desuden angives hvilken køretøjstype der afslutter det kritiske interval.

Der er foretaget en beregning af det kritiske interval vha. Kärbars metode.

Passagetiden er ligeledes registreret for de ovenfor listede svingbevægelser, opdelt på køretøjstype (der er ikke registreret passagetider for ligeudkørende fra sekundærvej).

For kryds 6 og 8 er ventetiden for trafikanter i første køposition på sekundærvejen ligeledes registreret. Det har kun været muligt at registrere ventetid i første køposition og ikke den samlede ventetid. Det skyldes, at det ikke har været muligt at

observere trafikanternes ankomst til krydset i tilfælde af lang kø i tilfarten. Ventetiden analyseres i forhold til de målte kritiske intervaller.

Derudover er der indsamlet empiriske data vedr. trafikantafviklingen. Dette er gjort i perioder med permanent kø i de undersøgte trafikstrømme, hvor antallet af afviklede køretøjer samt køretøjer i de konfliktende trafikstrømme er opgjort.

En nærmere beskrivelse af registreringsmetoderne findes i bilag 2.

4. Adfærdsparametre

I dette kapitel beregnes, på baggrund af de målte adfærdsparametre, kritisk interval og passagetider. Resultaterne er baseret på registreringer af trafikanters køreadfærd i otte forskellige prioriterede vejkryds. Det kritiske interval afhænger af reguleringsformen i krydset, type af svingbevægelse samt køretøjskategori.

Kärbers metode (baseret på accepterede samt forkastede gaps og delayed lags) er anvendt til bestemmelse af det kritiske interval. De målte gaps/lags opdeles på køretøjstype for de analyserede køretøjer. Kun gaps hvor begge køretøjer i gap'et er en personbil medtages.

I situationer hvor bilister foretager venstresving fra sekundærvej, eller kører lige igennem krydset, er målinger af delayed lags, for den køreretning der ligger længst fra sekundærvejen, korrigeret med en såkaldt geometrifaktor. Geometrifaktoren varierer fra kryds til kryds afhængig af den fysiske udformning. I de situationer hvor et kritisk interval bliver negativ efter fratrækning af geometrifaktoren, sættes værdien til +0,5 sek. I denne undersøgelse er geometrifaktoren alene beregnet ud fra gennemkørselstider for personbiler.

Kun situationer hvor de målte gaps/delayed lags ikke er blevet forstyrret, af f.eks. cykler og fodgængere, medtages.

I det omfang det har været muligt, er det forsøgt undersøgt, hvilken indflydelse vigepligtsform samt hastighedsniveau har på de undersøgte adfærdsparametre.

4.1 Kritisk interval for personbiler

Nedenfor følger resultaterne fra beregningen af det kritiske interval for personbiler for de otte kryds enkeltvist og samlet. Det kritiske interval baseres på både gaps og delayed lags samlet set.

4.1.1 Højresving fra sekundærvej

Antal af observationer samt beregnet kritisk interval for højresvingende køretøjer for de otte kryds fremgår af tabel 4.1.

Kryds nr.	Højresving fra sekundærvej. Kun personbiler						
	Gaps			Delayed lags			Gaps + Delayed lags
	Antal obs. Acc.	Kritisk int. Fork. (sek.)		Antal obs. Acc.	Kritisk int. Fork. (sek.)		Samlet kritisk int. (sek.)
1 (by)	5	18	-	0	0	-	-
2	61	477	7,3 sek.	69	16	4,1 sek.	6,5 sek.
3	21	51	-	1	1	-	-
4 (4-ben, stop)	16	93	6,6* sek.	7	0	-	6,5* sek.
5 (by)	71	94	7,0 sek.	47	32	7,4 sek.	7,0 sek.
6	2	6	-	1	0	-	-
7	10	22	-	18	8	-	7,2 sek.
8	31	99	7,7 sek.	28	16	6,0* sek.	7,0 sek.
Alle kryds	217	860	7,5 sek.	171	73	6,0 sek.	7,0 sek.

Tabel 4.1. Antal observationer samt beregnet kritisk interval for højresvingende personbiler fra sekundærvej. *Angiver et noget usikkert estimat.

For kryds 1, 3 og 6 har det ikke været muligt at bestemme et samlet kritisk interval pga. for få data. For de resterende fem kryds ligger det samlede kritiske interval mellem 6,5 – 7,2 sek. og samlet set på 7,0 sek.

I resultaterne ses ingen forskel på det kritiske interval mellem by- og landkryds. Kryds 5 (bykryds) ligger på niveau med de resterende kryds.

I Bilag 3 ses en figur, der viser de målte kritiske intervaller som funktion af hastighed på primærvej. Som det ses, er der ingen sammenhæng mellem hastighed og størrelsen af det kritiske interval for højresving fra sekundærvej.

Det kritiske interval for Kryds 4 med stoptavle er mindre end de fleste andre kryds. Det kritiske interval for kryds 4 er dog ikke særlig godt bestemt, og udelukkes kryds 4 fra data, fås et samlet kritisk interval for de resterende kryds på 7,0 sek. Udelukkes både kryds 4 og kryds 5, så der udelukkende ses på landkryds med ubetinget vigepligt, fås også et kritisk interval på 7,0 sek.

4.1.2 Venstresving fra sekundærvej

Beregning af kritisk interval for venstresving fra sekundærvej ud på primærvej, består af en beregning af det kritiske interval for krydsende trafik for begge køreretninger på primærvejen. Som beskrevet tidligere i kapitel 4, korrigeres målte delayed lags for den trafikretning, der ligger længst væk fra den udkørende bil, med en geometrifaktor, som afhænger af krydsets geometri. I tabel 4.2, ses en oversigt over de benyttede geometrifaktorer. Geometrifaktorens størrelse afhænger af trafikantens hastighed, og den afstand trafikanten skal køre for at komme ind i køresporet på primærvejen, se evt. bilag 2.

Kryds nr.	Venstresving fra sekundærvej.	
	Antal obs.	Geometrifaktor (sek.)
1 (by)	26	1,7
2	0	-
3	15	1,8
4 (4-ben, stop)	42	2,3
5 (by)	0	-
6	30	2,4
7	20	3,1
8	26	2,2

Tabel 4.2. Angivelse af geometrifaktor som er benyttet ved bestemmelse af det kritiske interval, samt antal observationer geometrifaktoren er baseret på.

Af tabel 4.3 ses de kritiske intervaller for venstresvingende personbiler fra sekundærvej. De fundne værdier ligger i intervallet 6,1- 7,5 sek.

Kryds 1, som ligger i byzone, har den laveste værdi (6,1 sek.) og adskiller sig dermed fra resten af krydsene. I Bilag 3 ses figur med det kritiske interval som funktion af hastigheden på primærvejen. Der er ikke nogen entydig sammenhæng mellem hastighed og det kritiske interval, bortset fra det ene bykryds som ligger med en lidt lavere værdi.

Kryds 4 er et fire-benet kryds med stoptavler på sekundærvejen. Det kritiske interval for dette kryds adskiller sig ikke væsentligt fra de andre kryds i landzone.

Kryds 7 har det største kritiske interval (7,5 sek.) som dog er usikkert bestemt.

Det samlede kritiske interval baseret på alle kryds er beregnet til 6,8 sek. Ses alene på landkryds (dvs. uden kryds 1 og 5) er det samlede kritiske interval på 7,0 sek. og ses alene på landkryds med ubetinget vigepligt (dvs. uden kryds 1,4 og 5) er det samlede kritiske interval på 6,9 sek.

Kryds nr.	Venstresving fra sekundærvej. Kun personbiler						
	Gaps			Delayed lags			Gaps + Delayed lags
	Antal obs. Acc.	Kritisk int. Fork. (sek.)	Antal obs. Acc.	Kritisk int. Fork. (sek.)	Samlet kritisk int. (sek.)		
1 (by)	270	370	5,5 sek.	401	307	6,5 sek.	6,1 sek.
2	-	-	-	-	-	-	-
3	139	689	6,5 sek.	94	122	6,2 sek.	6,4 sek.
4 (4-ben, stop)	102	755	7,0 sek.	84	77	7,0 sek.	7,0 sek.
5 (by)	-	-	-	-	-	-	-
6	104	812	7,0 sek.	126	152	7,1 sek.	7,1 sek.
7	13	72	-	29	23	-	7,5* sek.
8	105	577	7,0 sek.	179	155	6,6 sek.	6,8 sek.
Alle kryds	733	3275	6,8 sek.	913	836	6,7 sek.	6,8 sek.

Tabel 4.3. Beregnede kritiske intervaller samt antal observationer for venstresvingende personbiler fra sekundærvej. *Angiver et noget usikkert estimat.

Resultaterne i tabel 4.3 er baseret på venstresvingende samlet set overfor begge kørselsretninger på primærvejen. Beregnes det kritiske interval alene på den primære trafikstrøm nærmest den venstresvingende, fås et kritisk interval på ca. 6,5 sek. Ses alene på den primære trafikstrøm længst væk fra den venstresvingende, er det kritiske interval ca. 7,5 sek.

Forskellen skyldes formentlig, at den primære trafikstrøm tættest på sekundærvejen blot skal krydses, mens den venstresvingende trafikant skal op i fart og glide ind i den primære trafikstrøm længst væk fra sekundærvejen, hvilket kræver et større kritisk interval.

4.1.3 Venstresving fra primærvej

Antal af observationer samt beregnet kritisk interval for venstresvingende personbiler fra primærvej fremgår af tabel 4.4. Der indgår observationer fra i alt seks kryds, idet venstresving ikke er tilladt i kryds 1 og 3.

Det kritiske interval ligger på mellem 5,4 og 6,1 sek. Samlet for alle kryds er det kritiske interval 6,0 sek.

Kryds 5 (som ligger i byzone) har det højeste kritiske interval, og er samtidig det kryds med den laveste gennemsnitshastighed på primærvejen. Blandt landkrydse- ne ses ingen sammenhæng mellem hastighed og kritisk interval, se Bilag 3.

Udelades kryds 5, så der kun ses på kryds i landzone, fås et samlet kritisk interval på 5,6 sek. Der er generelt ikke den store forskel imellem landkrydsene, hvor det kritiske interval ligger mellem 5,4 – 5,7 sek.

Kryds nr.	Venstresving fra primærvej. Kun personbiler						
	Gaps			Delayed lags			Gaps + Delayed lags
	Antal obs. Acc.	Fork.	Kritisk int. (sek.)	Antal obs. Acc.	Fork.	Kritisk int. (sek.)	Kritisk int. (sek.)
1 (by)							
2	48	280	5,7 sek.	5	0	-	5,7* sek.
3							
4 (4-ben, stop)	27	35	5,4* sek.	1	0	-	5,4* sek.
5 (by)	62	81	6,2 sek.	83	49	6,1 sek.	6,1 sek.
6	5	12	-	0	1	-	-
7	13	23	-	11	6	-	5,6* sek.
8	30	65	5,6 sek.	17	5	-	5,4 sek.
Alle kryds	185	496	5,8 sek.	117	61	6,2 sek.	6,0 sek.

Tabel 4.4. Antal observationer samt beregnet kritisk interval for venstresvingende personbiler fra primærvej. *Angiver et noget usikkert estimat.

4.1.4 Ligeudkørende fra sekundærvej

Geometrifaktoren for ligeudkørende måles som gennemkørselstiden fra en personbil passerer midten af den vejbane, der ligger tættest på vigelinjen, til midten af den vejbane der ligger længst væk fra sekundærvejen. For ligeudkørende bilister er geometrifaktoren målt til 2,0 sek. (se tabel 4.5).

Kryds nr.	Ligeudkørende fra sekundærvej	
	Antal obs.	Geometrifaktor (sek.)
4	18	2,00

Tabel 4.5. Angivelse af geometrifaktor som er benyttet ved bestemmelse af det kritiske interval for ligeudkørende bilister i kryds 4.

I tabel 4.6 ses et forsigtigt bud på et kritisk interval for ligeudkørende personbiler i kryds 4. Det ses, at beregningen af det kritiske interval er baseret på få observationer, og alene er baseret på data for ét kryds.

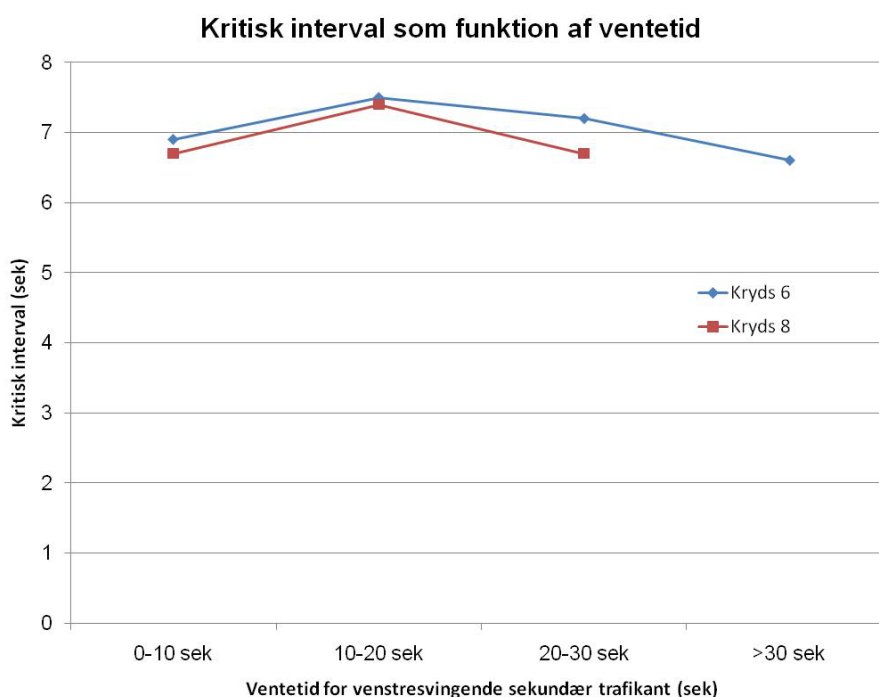
Ligeudkørende fra sekundærvej med fuldt stop. Kun personbiler							
Kryds nr.	Gaps		Kritisk interval	Delayed lags		Kritisk interval	Samlet kritisk interval
	Accept.	Forkast.		Accept.	Forkast.		
4	14	121	6,5*	8	3	-	6,5*

Tabel 4.6. Angivelse af kritisk interval for ligeudkørende personbiler i kryds 4. *Angiver et noget usikkert estimat.

4.1.5 Ventetidens indflydelse på kritisk interval

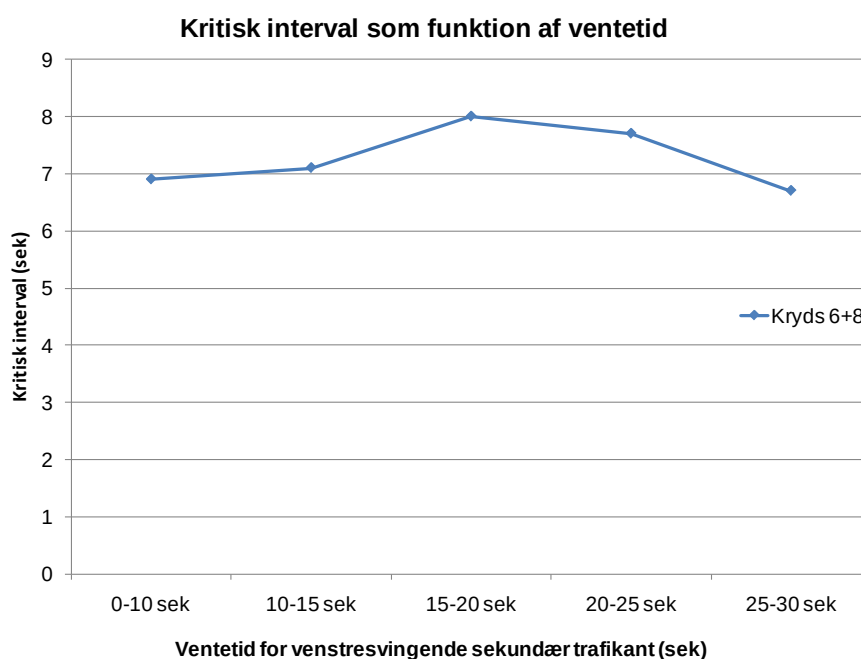
For kryds 6 og 8 er sekundærtrafikanternes ventetid i første køposition registreret, hvilket giver mulighed for at undersøge, hvorvidt ventetiden har indflydelse på det kritiske interval. En hypotese kunne være, at trafikanten vil acceptere mindre kritiske intervaller jo længere ventetiden er, før der kan køres ind i krydset. Hypotesen undersøges ved, at beregne det kritiske interval for trafikanter med forskellige ventetider. For gøre sammenligningen så "ren" som mulig, ses kun på accepterede og forkastede gaps (dvs. delayed lags udelukkes).

Figur 4.1 viser det kritiske interval for venstresving fra sekundærvej for kryds 6 og kryds 8 opdelt på ventetid for den venstresvingende trafikant. Ventetiden er opgjort i 10 sekunders intervaller (0-10 sek., 10-20 sek., 20-30 sek. og >30 sek.). Som det ses, varierer det kritiske interval kun lidt som funktion af ventetiden og tendensen er ensartet for kryds 6 og kryds 8.



Figur 4.1. Kritisk interval for venstresving fra sekundærvej afhængig af sekundær trafikantens ventetid i første køposition.

Hvis data fra kryds 6 og 8 slås sammen, bliver det muligt at lave en finere inddeling af ventetiden i 5 sek. intervaller, med undtagelse af intervallet 0-10 sek. pga. for få data, se figur 4.2.



Figur 4.2. Kritisk interval for venstresving fra sekundærvej afhængig af sekundær trafikantens ventetid i første køposition (kryds 6 og 8 samlet).

Figur 4.2 viser, at det kritiske interval for ventetider op til 15-20 sek. er stigende fra ca. 7 sek. til ca. 8 sek. Når ventetiden overstiger 20 sek. falder det kritiske interval igen. Hypotesen om at længere ventetid generelt skulle give kortere kritiske intervaller, synes derfor ikke umiddelbart, at kunne bekræftes.

Det skal bemærkes, at ventetiden er opgjort som ventetiden i 1. køposition. Den samlede ventetid for trafikanten kan således godt være noget længere afhængig af den aktuelle køsituation.

4.2 Kritisk interval for tunge køretøjer

I tabel 4.7, ses en opgørelse over beregnet kritisk interval for tunge køretøjer mod personbiler. Da antallet af observationer er en del mindre end for personbiler, er der kun foretaget en samlet beregning af det kritiske interval for alle kryds samlet.

Antal observationer med sæt/pvt er beskedent, og er kun beregnet separat for venstresving fra sekundærvej, se tabel 4.7.

De beregnede kritiske intervaller for tunge køretøjer (samlet) er 0,7-1,7 sek. længere end de tilsvarende for personbiler.

		Kritisk interval for tunge køretøjer mod personbil. Alle kryds		
		Gaps + Delayed lags		
Svingbevægelse	Køretøjskat.	Antal obs.		Kritisk int. (sek.)
		Acc.	Fork.	
Højresving fra sekundærvej	last/bus/pba	46	144	7,2*
	sæt/pvt	3	16	-
	Alle	49	160	7,7
Venstresving fra sekundærvej	last/bus/pba	63	242	8,0
	sæt/pvt	12	59	9,8*
	Alle	75	301	8,5
Venstresving fra primærvej	last/bus/pba	16	33	7,3*
	sæt/pvt	0	1	-
	Alle	16	34	7,3*

Tabel 4.7. Beregnet kritisk interval for tunge køretøjer mod personbiler for alle 8 kryds samlet. * Angiver et noget usikkert estimat.

4.3 Passagetid for personbiler

I det efterfølgende præsenteres resultaterne af de målte passagetider (følgetider) for henholdsvis personbiler og tunge køretøjer. Resultaterne er, i det omfang det er muligt, opdelt på kryds samt på de enkelte svingbevægelser.

4.3.1 Højresving fra sekundærvej

Den målte passagetid for personbiler ved højresving fra sekundærvej er angivet i tabel 4.8. I kryds 1, 3 og 6 er der ingen registrerede passagetider. De beregnede passagetider ligger i intervallet 3,1-3,8 sek. Den gennemsnitlige passagetid for alle kryds samlet er 3,4 sek., og en figur der viser fordelingen kan ses i Bilag 4.

Kryds 4, som er 4-benet med fuldt stop, har den højeste passagetid (3,8 sek.).

Kryds 5, som er et bykryds, ligger næsten på samme niveau med en passagetid på 3,7 sek.

Ses alene på 3-benede landkryds med ubetinget vigepligt fås en gennemsnitlig passagetid på 3,3 sek.

Kryds nr.	Højresving fra sekundærvej	
	Antal obs.	Passagetid (sek.)
1 (by)	0	-
2	83	3,2
3	0	-
4 (4-ben, stop)	21	3,8
5 (by)	47	3,7
6	0	-
7	90	3,4
8	52	3,1
Alle kryds	294	3,4

Tabel 4.8 Gennemsnitlige passagetider for personbiler – højresving fra sekundærvej.

4.3.2 Venstresving fra sekundærvej

Gennemsnitlige passagetider for personbiler ved venstresving fra sekundærvej er angivet i tabel 4.9. I kryds 2 og 5 er der ingen registrerede passagetider. De beregnede passagetider ligger i intervallet 3,4-4,1 sek., og den gennemsnitlige passagetid for alle kryds samlet er 3,7 sek. En figur der viser fordelingen af passagetider findes i bilag 4.

Kryds 1, som er bykryds, og kryds 4, som har fuldt stop, ligger på niveau med de andre kryds. Ses alene på 3-benet landkryds fås en gennemsnitlig passagetid på 3,7 sek.

Kryds nr.	Vestresving fra sekundærvej	
	Antal obs.	Passagetid (sek.)
1 (by)	80	3,7
2	0	-
3	73	3,4
4 (4-ben, stop)	52	3,6
5 (by)	0	-
6	142	3,7
7	125	4,1
8	129	3,6
Alle kryds	602	3,7

Tabel 4.9. Gennemsnitlige passagetider for personbiler – venstresving fra sekundærvej.

4.3.3 Venstresving fra primærvej

De gennemsnitlige passagetider for personbiler ved venstresving fra primærvej er angivet i tabel 4.10. Kun i kryds 2, 5 og 8 er der registreret passagetider, og de

ligger i intervallet 2,4-3,4 sek. Kryds 8 har dog kun 4 observationer, hvorfor resultatet her nok skal tages med forbehold. Den gennemsnitlige passagetid for alle kryds samlet er 2,5 sek.

Ses alene på 3-benede landkryds fås en gennemsnitlig passagetid på 2,4 sek.

Kryds nr.	Venstresving fra primærvej	
	Antal obs.	Passagetid (sek.)
1 (by)		
2	66	2,4
3		
4 (4-ben, stop)	0	-
5 (by)	40	2,6
6	0	-
7	0	-
8	4	3,4
Alle kryds	111	2,5

Tabel 4.10. Gennemsnitlige passagetider for personbiler – venstresving fra primærvej.

4.4 Passagetid for tunge køretøjer

Tabel 4.11 angiver de målte passagetider for tunge køretøjer. I Bilag 4 ses endvidere fordelingen af passagetider for last/bus/pba. Der skelnes ikke i mellem de 8 analysekryds, da datamaterialet ellers bliver for spinkelt.

Svingbevægelse	Last/bus/pba		Sæt/pvt	
	Antal obs.	Passagetid (sek.)	Antal obs.	Passagetid (sek.)
Højresving fra sekundærvej	59	5,4	9	6,7
Venstresving fra sekundærvej	78	5,8	26	8,1
Venstresving fra primærvej	30	4,6	-	-

Tabel 4.11. Passagetider for tunge køretøjer for alle otte kryds samlet.

Da det ud fra datagrundlaget ikke har været muligt at registrere passagetider for sættevogn og påhængsvogntog ift. venstresving fra primærvej, er datagrundlaget suppleret med alternative målinger. En alternativ metode til måling af tunge køretøjers passagetid er at registrere passagetiden af selve køretøjet, og dertil addere et gennemsnitligt gap. Det gennemsnitlige gap findes mellem to køretøjer i den trafikstrøm, som analyseres. Baseret på syv observationer fås følgende alternative ”passagetider” for sættevogn/påhængsvogntog som vist i tabel 4.12.

Svingbevægelse	T2-pbil	T1-sæt/pvt	Antal obs.	Passagetid (sek.)
Venstresving fra primærvej	1,3	5,2	7	6,5*

Tabel 4.12. Passagetider for sættevogn/påhængsvogntog målt med en alternativ metode.

*Angiver et noget usikkert estimat.

En sammenligning af de fundne passagetider for tunge køretøjer med passagetider for personbiler giver en række forholdstal, se tabel 4.13. Værdierne kan bruges som input til vurdering af personbilækvivalenter for tunge køretøjer i vigepligtskryds. Tallene indikerer, at lastbil, bus og personbil med anhænger har ca. 1,6-1,8 gange længere passagetid set i forhold til en personbil, mens de tilsvarende tal for sættevogne og påhængsvogntog ligger mellem 2,0 og 2,6 afhængig af svingbevægelsen.

Svingbevægelse	Forhold mellem passagetider for tunge køretøjer og personbiler	
	Lastbil, bus og personbil med anhænger	Sættevogn og påhængsvogntog
Højresving fra sekundærvej	1,6	2,0
Venstresving fra sekundærvej	1,6	2,2
Venstresving fra primærvej	1,8	2,6

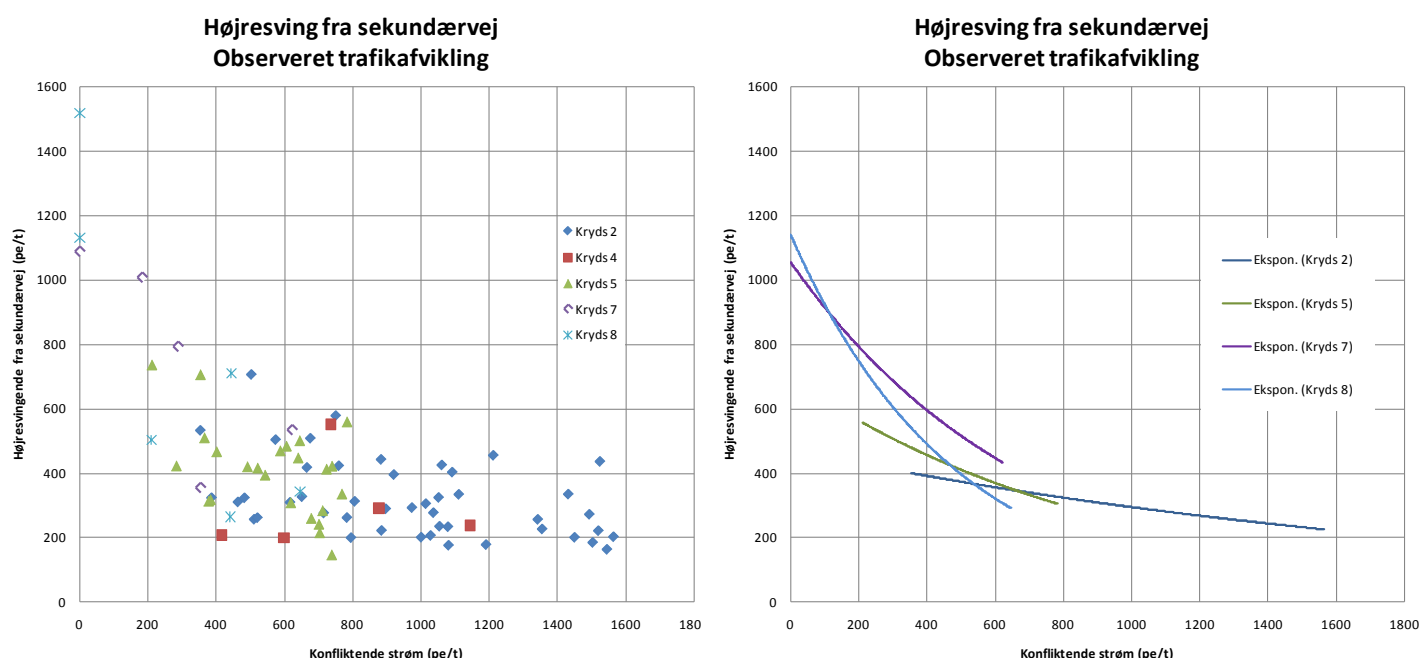
Tabel 4.13. Forhold mellem passagetider for tunge køretøjer og passagetider for personbiler.

5. Empiriske målinger af kapacitet

I situationer med permanent kø i de undersøgte svingstrømme, er antallet af afviklede køretøjer opgjort sammen med antal køretøjer i de konfliktende trafikstrømme. Kun tidsperioder på minimum 20 sek. er benyttet, og i tilfælde med tidsperioder større end 1 minut er perioden opdelt i 2 mindre perioder. De målte tidsperioder er efterfølgende opregnet til 1 times tællinger og opgjort i personbilenheder. Tidsperioder som er blevet forstyrret af f.eks. cykler eller fodgængere (hvor de implicerede strømme har vigepligt), er frasorteret i datamaterialet. Eftersom det drejer sig om korte tidsperioder, der er opregnet til timetal, vil der i sagens natur være nogen variation i de beregnede empiriske timedata.

5.1 Højresving fra sekundærvej

For i alt 86 tidsperioder er der registreret permanent kø for højresvingende fra sekundærvejen. I fem kryds har det været muligt at indsamle empiriske målinger og disse er plottet i nedenstående figur 5.1. Den venstre del af figuren viser de registrerede observationer, mens den højre del af figuren viser best fit baseret på en eksponentiel funktion. For kryds 4 er det ikke muligt at lave et best fit pga. for få data.



Figur 5.1. Højresving fra sekundær vej - observeret afviklet trafik samt best fit.

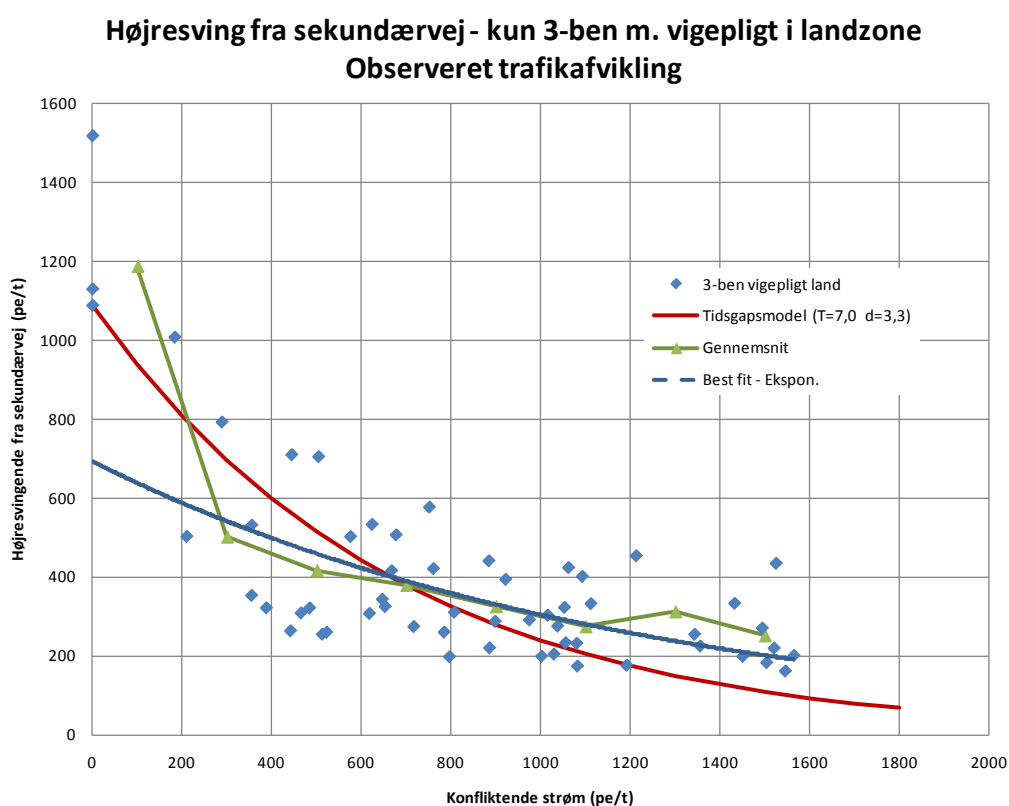
Kryds 5 (bykryds) adskiller sig ikke markant fra de andre kryds. Data fra kryds 4 (4-ben med fuld stop) ligger noget spredt, men afviger heller ikke markant fra de

andre kryds. Af figurens højre del ses en nogenlunde god overensstemmelse krydsene imellem indenfor de forskellige niveauer af konfliktende trafik.

I figur 5.2 ses alene data fra 3-benede kryds med ubetinget vigepligt i landzone. Et best fit for disse er beskrevet ved en eksponentiel funktion og er vist i figuren (den stiplede linje). Den grønne linje repræsenterer en gennemsnitsværdi for hvert interval på 200 pe/t i den konfliktende strøm. Til sammenligning er tidsgapsmodellen med de fundne værdier ($T = 7,0$ sek. og $d = 3,3$ sek.) også vist.

Som det ses, ligger tidsgapsmodellen for lavt, når den konfliktende strøm overstiger 800 pe/t. Sættes $T = 5,0$ sek. og $d = 5,0$ sek i tidsgapsmodellen, fås værdier der er sammenfaldende med best fit kurven, som generelt passer rimelig godt, når den konfliktende strøm overstiger 200 pe/t. Når den konfliktende strøm er mindre end 200 er de observerede data noget højere end både tidsgapsmodellen og best fit kurven.

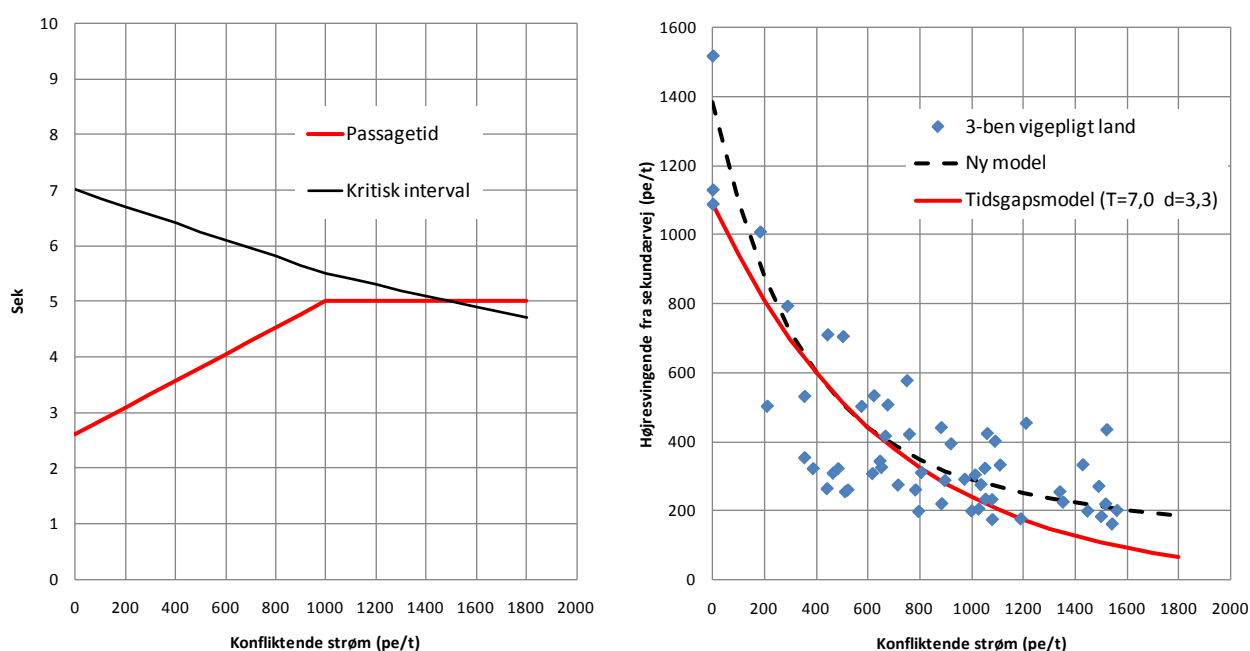
Resultaterne kunne antyde, at de fundne adfærdsparametre ($T = 7,0$ og $d = 3,3$) ikke er konsistente for alle niveauer af konfliktende trafik. F.eks. burde passagetiden nok være lavere ved lille konfliktende trafik og større i andre situationer. Omvendt burde det kritiske interval måske være mindre ved stor konfliktende trafik.



Figur 5.2. Observeret trafikafvikling i landkryds (3-ben m. vigepligt) sammenholdt med tidsgapsmodel.

For at få tidsgapsmodellen til at passe bedre, både ved høje og lave værdier af konfliktende trafik, benyttes dynamiske værdier for passagetid og kritisk interval, som vist figur 5.3 (venstre halvdel). Her ses et bud på, hvordan passagetid og kritisk interval kunne afhænge af den konfliktende strøm.

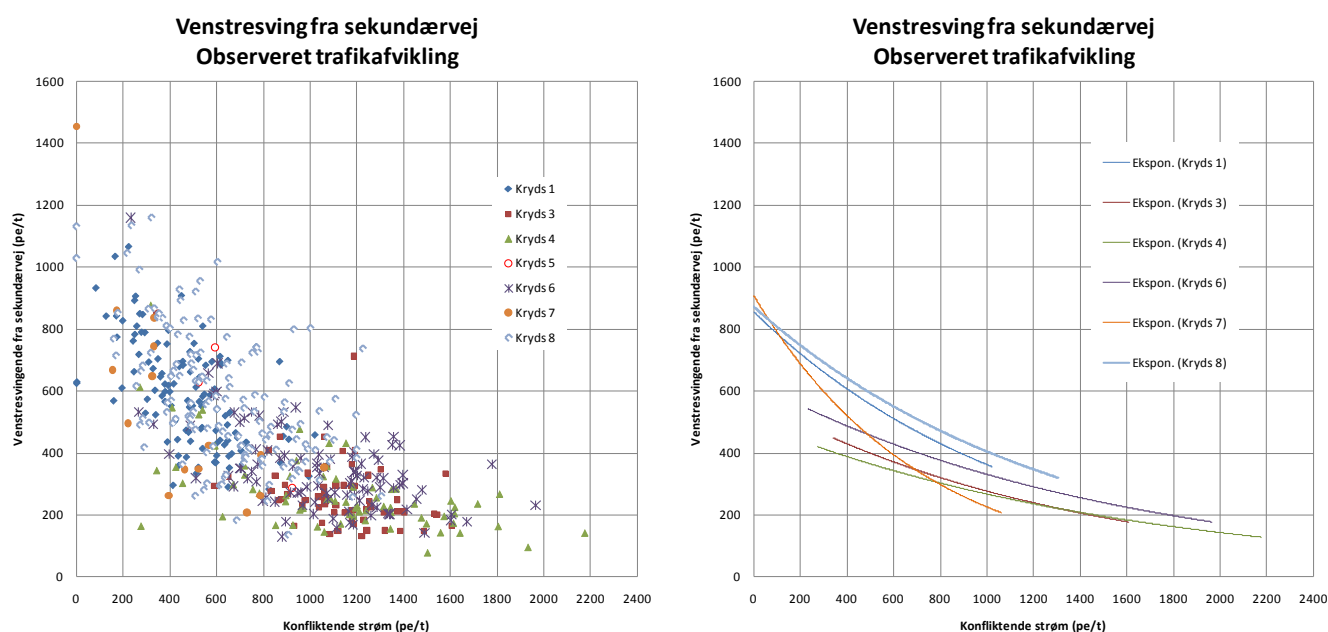
Det kritiske interval tænkes aftagende for stigende konfliktende strøm (fra 7,0 sek. til 4,7 sek.), mens passagetiden tænkes stigende op til ca. 1000 pe/t (fra 2,6 sek. til 5,0 sek.). Benyttes disse værdier i tidsgapsmodellen fås en model som vist i figur 5.3 (højre halvdel). Her ses den nye model og tidsgapsmodellen med faste værdier. Den nye model beskriver bedre de empiriske data i situationer med lille/stor konfliktende trafikstrøm.



Figur 5.3 Passagetid og kritisk interval som funktion af konfliktende strøm benyttet i tidsgapsmodel.

5.2 Venstresving fra sekundærvej

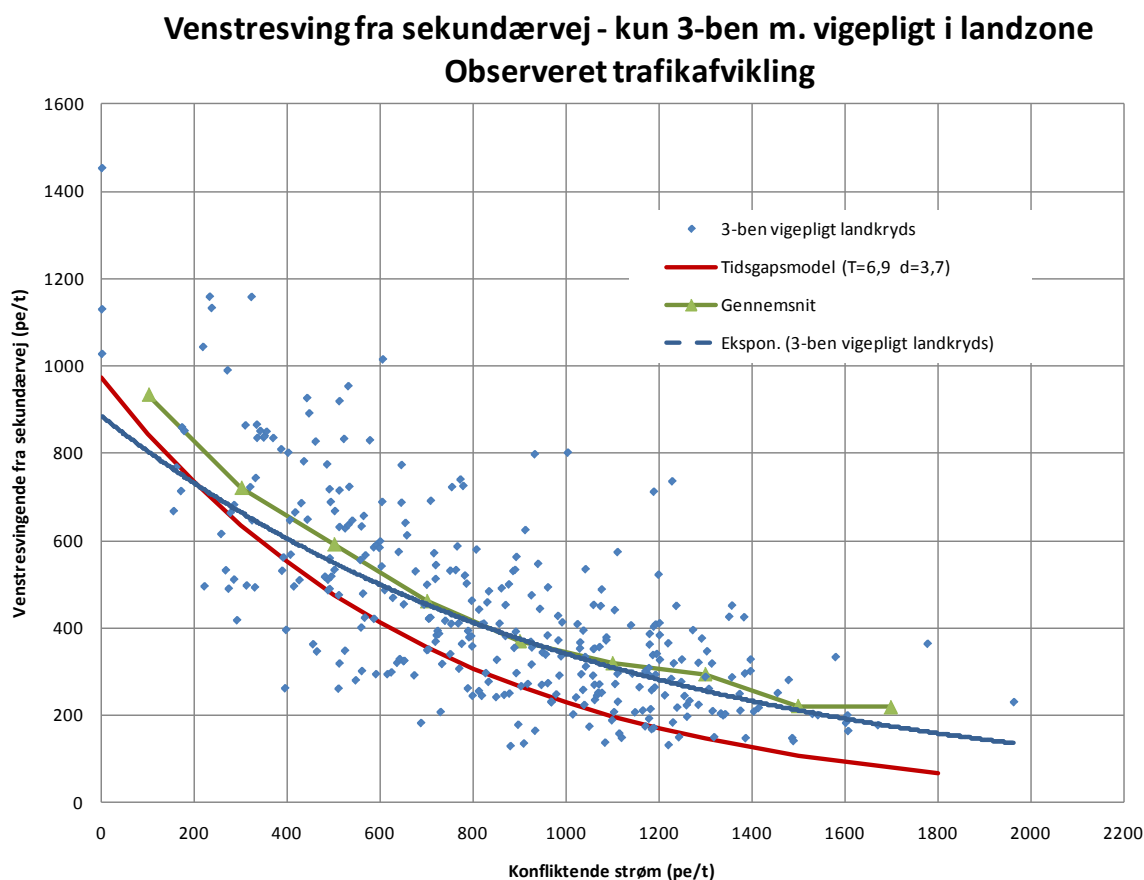
Der er registreret i alt 520 tidsperioder med permanent kø for venstresving fra sekundærvejen. I syv kryds har det været muligt at indsamle empiriske målinger og disse er plottet i nedenstående figur 5.4. Den venstre del af figuren viser de registrerede observationer, mens den højre del viser et best fit for hvert kryds baseret på en eksponentiel funktion. For kryds 5 findes ingen best fit pga. for få data.



Figur 5.4. Venstresving fra sekundær vej - observeret afviklet trafik samt best fit.

Kryds 1 (by kryds) ligger generelt en smule højere end de andre kryds. Kryds 4 (4-ben m. fuld stop) har de laveste værdier.

Figur 5.5 viser alene data fra 3-benede kryds med ubetinget vigepligt i landzone. Et best fit for disse er beskrevet ved en eksponentiel funktion og er vist i figuren (den stiplede linje). Den grønne linie repræsenterer en gennemsnitsværdi for hvert interval på 200 i den konfliktende strøm. Til sammenligning er tidsgapsmodellen med de fundne værdier ($T=6,9$ sek. og $d=3,7$ sek.) også vist.

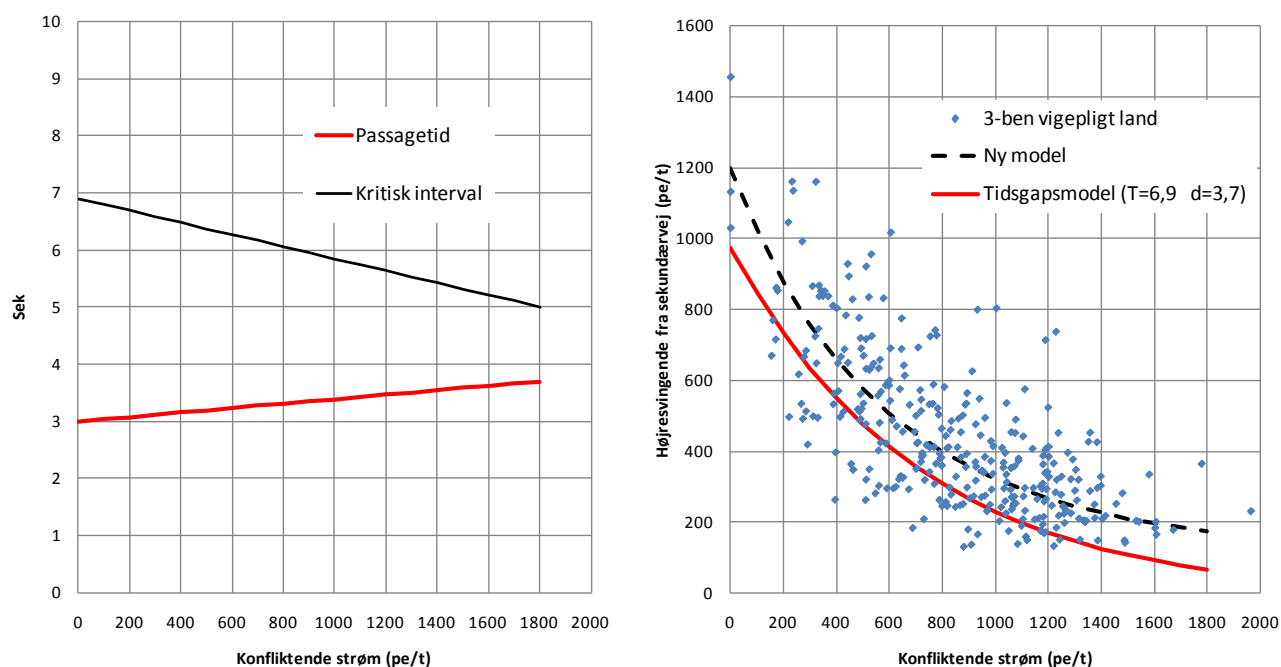


Figur 5.5. Observeret afviklet trafik i landkryds (3-ben m. vigepligt) sammenholdt med tidsgapsmodel.

Som det ses ligger tidsgapsmodellen generelt lidt for lavt, både i forhold til de gennemsnitlige værdier og i forhold til best fit. Afvigelsen er størst ved stor konfliktende strøm, hvor tidsgapsmodellen estimerer værdier som er ca. 50% af de observerede. Resultaterne tyder på, at det kritiske interval er for lille ved stor konfliktende trafikstrøm.

For at få tidsgapsmodellen til at passe bedre ved høje værdier af konfliktende trafik benyttes dynamiske værdier for passagetid og kritisk interval som vist figur 5.6 (venstre halvdel). Her ses et bud på, hvordan passagetid og kritisk interval kunne afhænge af den konfliktende strøm.

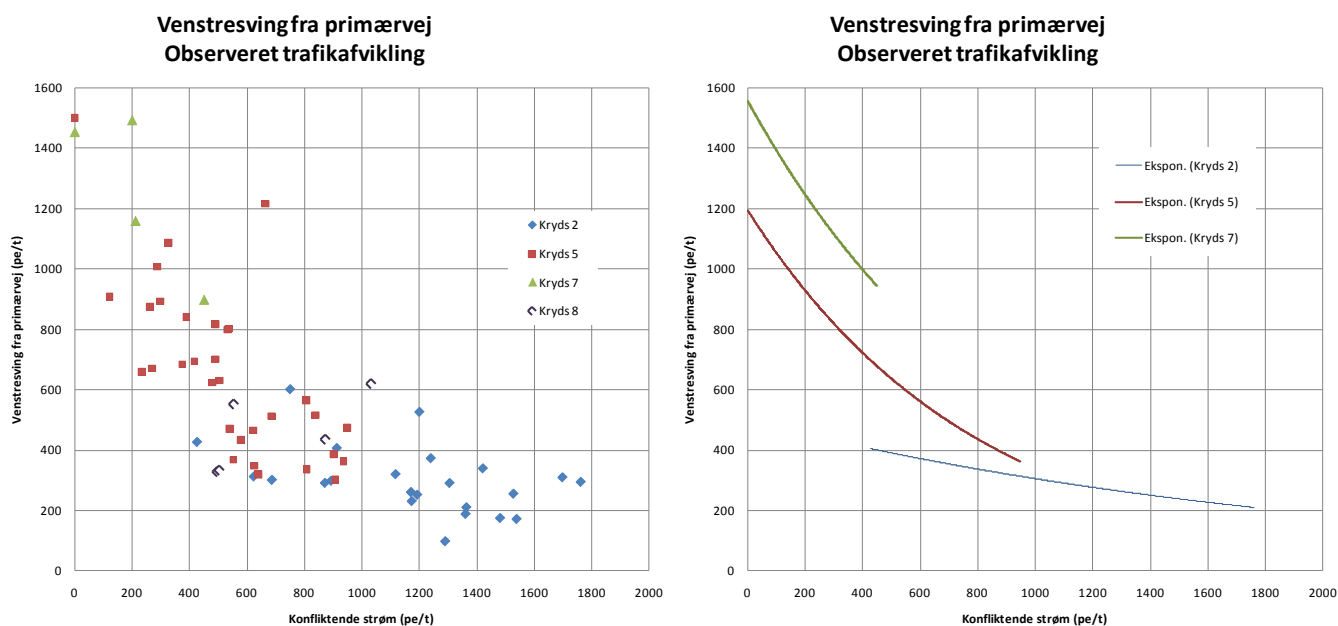
Det kritiske interval tænkes aftagende for stigende konfliktende strøm (fra 6,9 sek. til 5,0 sek.) mens passagetiden tænkes stigende (fra 3,0 sek til 3,7 sek). Benyttes disse værdier i tidsgapsmodellen fås en model som vist i figur 5.6 (højre halvdel). Her ses den nye model og tidsgapsmodellen med faste værdier. Den nye model ligger generelt højere og beskriver bedre de observerede data.



Figur 5.6 Passagetid og kritisk interval som funktion af konfliktende strøm benyttet i tidsgapsmodel.

5.3 Venstresving fra primærvej.

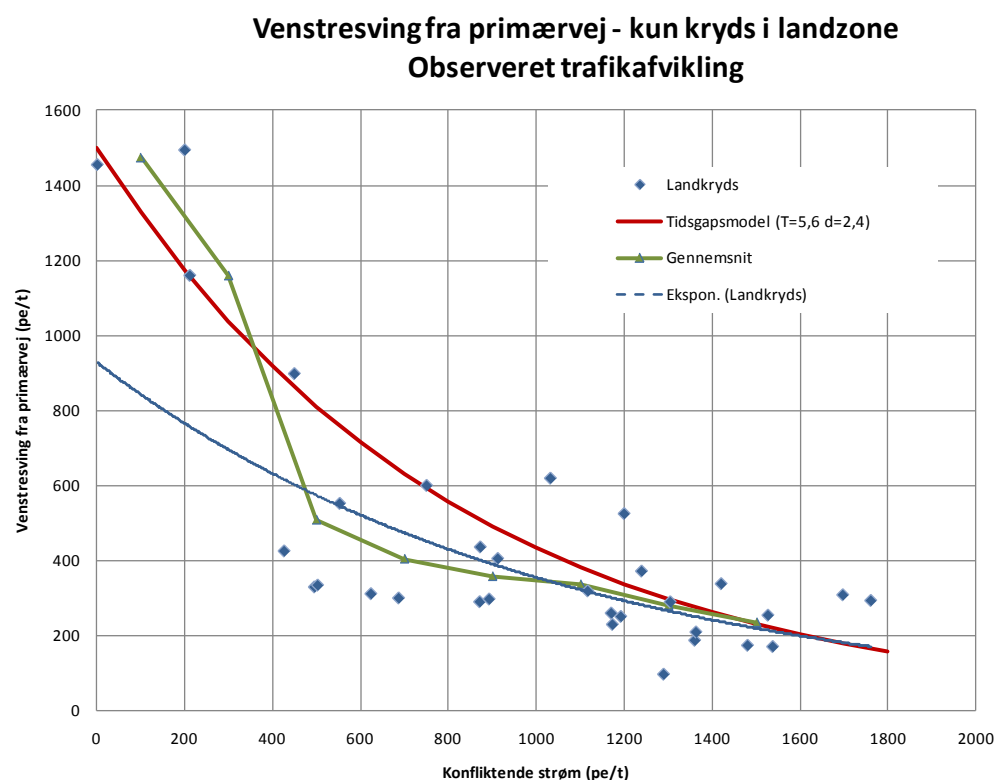
Der er registreret i alt 64 tidsperioder med permanent kø for venstresving fra primærvejen. I fire kryds har det været muligt at indsamle empiriske målinger og disse er plottet i nedenstående figur 5.7. Den venstre del af figuren viser de registrerede observationer, mens den højre del viser et best fit for hvert kryds baseret på en eksponentiel funktion. For kryds 8 findes ingen best fit pga. for få data.



Figur 5.7. Venstresving fra primær vej - observeret afviklet trafik samt best fit.

Kryds 5 (bykryds) ligger lavere end kryds 2 (landkryds) men lidt højere end kryds 7 (landkryds). Højre del af figur 5.7 indikerer, at det tilsyneladende er svært at finde et best fit der kan gælde for både lav og høj konfliktende strøm.

Figur 5.8 viser alene data fra kryds i landzone. Et best fit for disse er beskrevet ved en eksponentiel funktion og er vist i figuren (den stiplede linie). Den grønne linie repræsenterer en gennemsnitsværdi for hvert interval på 200 i den konfliktende strøm. Til sammenligning er tidsgapsmodellen med de fundne værdier ($T=5,6$ sek. og $d=2,4$ sek.) også vist.

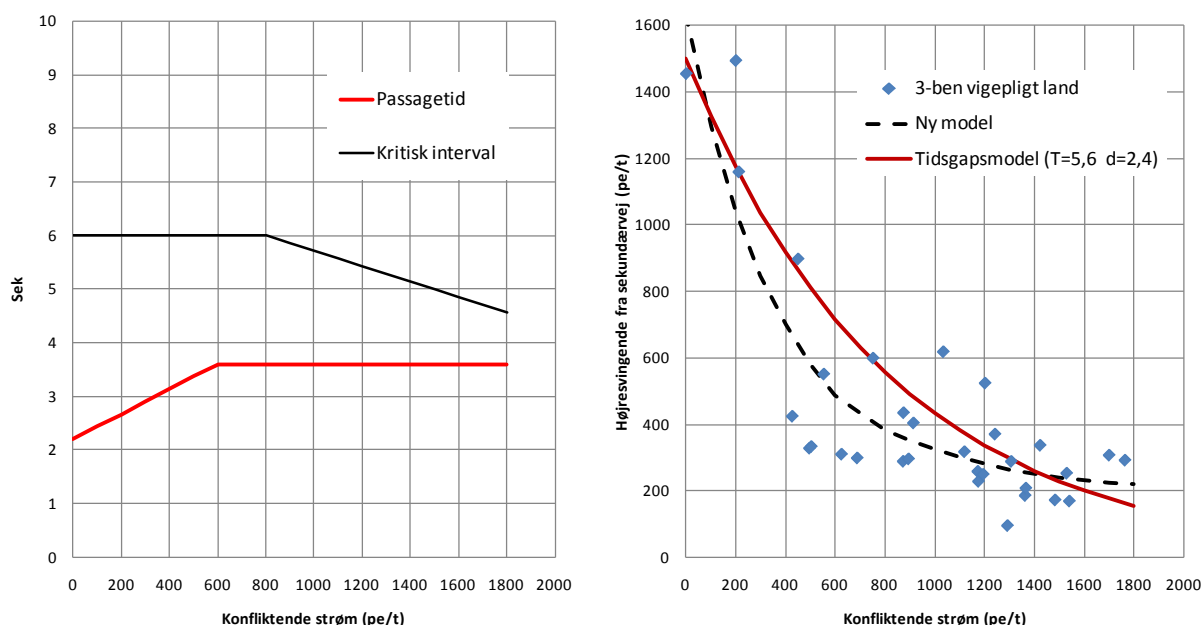


Figur 5.8. Observeret afviklet trafik i landkryds sammenholdt med tidsgapsmodel.

Tidsgapsmodellen passer nogenlunde med gennemsnitsværdierne i situationer med høj konfliktende strøm og i situationer med lav konfliktende strøm. Ved en konfliktende strøm på mellem 400-1200 pe/t estimerer tidsgapsmodellen for høje værdier.

For at få tidsgapsmodellen til at passe bedre, for alle værdier af konfliktende strøm, benyttes dynamiske værdier for passagetid og kritisk interval som vist figur 5.9 (venstre halvdel). Her ses et bud på, hvordan passagetid og kritisk interval kunne afhænge af den konfliktende strøm.

Det kritiske interval sættes som udgangspunkt til 6 sek. og derefter aftagende til 4,6 sek. for en konfliktende strøm større end 800 pe/t. Passagetiden stiger fra 2,2 sek. til 3,6 sek. ved 600 pe/t og er derefter konstant. Benyttes disse værdier for kritisk interval og passagetid i tidsgapsmodellen fås en model som vist i figur 5.9 (højre halvdel). Her ses den nye model og tidsgapsmodellen med faste værdier. Som det ses, passer den nye model bedre med de observerede data i området 400-1200 pe/t i den konfliktende strøm.



Figur 5.9 Passagetid og kritisk interval som funktion af konfliktende strøm benyttet i tidsgapsmodel.

5.4 Opsamling på empiriske målinger

De empiriske målinger af kapaciteten for de forskellige svingbevægelser er brugt til at verificere tidsgapsmodellen og de fundne adfærdsparametre. De empiriske data viser en ikke lineær sammenhæng mellem den konfliktende strøm og kapaciteten af den analyserede trafikstrøm. Ses separat på de enkelte kryds og de enkelte svingstrømme, kan et best fit opnås ved brug af en eksponentialfunktion, dvs. samme form som tidsgapsmodellen.

I de empiriske data ses ikke nogen entydig forskel imellem de forskellige krydstyper (3-ben/4-ben, land/by, fuld stop/vigepligt).

Sammenholdes de empiriske data med tidsgapsmodellen (med de fundne værdier for kritisk interval og passagetid) ses en nogenlunde god overensstemmelse, som dog for visse niveauer af konfliktende trafik kan afvige med en faktor 2 i forhold til de observerede data.

Resultaterne peger i retning af, at det kritiske interval og passagetiden bør antage forskellige værdier afhængig af den konfliktende trafik. Bruges tidsgapsmodellen med dynamiske værdier for det kritiske interval og passagetid, fås en god overensstemmelse mellem modellen og de empiriske data. De afprøvede dynamiske

værdier tager udgangspunkt i de fundne resultater fra kapitel 4. For alle de tre undersøgte svingbevægelser opnås den bedste overensstemmelse, når det kritiske interval mindskes, jo større den konfliktende trafikstrøm bliver. For passagetiden er det omvendt, idet større konfliktende strøm kræver længere passagetider.

Resultaterne synes at stemme overens med den gængse opfattelse af, hvordan trafikken bliver afviklet. Ved lav konfliktende trafik vil den analyserede svingstrøm blive afviklet som en "rullende kø", hvor mange køretøjer afvikles i samme gap med en lille gennemsnitlig passagetid. Ved stor konfliktende strøm afvikles typisk kun ét eller to køretøjer ad gangen, hvormed passagetiden bliver noget større. I en situation med stor konfliktende trafikstrøm er det endvidere meget sandsynligt, at det kritiske interval mindskes idet trafikanten bliver presset til at acceptere et mindre gap for at komme ud i krydset.

6. Beregning af køretøjers personbil-ækvivalenter

Til vurdering af tunge køretøjers personbilækvivalent (pe-værdi) tages udgangspunkt i de målte passagetider og kritiske intervaller for henholdsvis personbiler og tunge køretøjer.

Tabel 6.1 viser de målte passagetider for personbil, lastbil, bus og personbil med anhænger og sættevogn/påhængsvogntog i 3-benede landkryds med ubetinget vigepligt. Passagetiderne for last/bus/pba er i størrelsesordenen 1,7 gange større end for pb mens passagetiden for sæt/pvt er 2-2,6 gange større.

Svingbevægelse	Passagetid		
	Personbil	Last/bus/pba	Sæt/pvt
Højresving fra sekundærvej	3,4 sek.	5,4 sek.	6,7 sek.
Venstresving fra sekundærvej	3,7 sek.	5,8 sek.	8,1 sek.
Venstresving fra primærvej	2,5 sek.	4,6 sek.	6,5 sek.

Tabel 6.1. Passagetid for personbil og tunge køretøjer (3-benet, ubetinget vigepligt, land)

Tabel 6.2 viser de målte kritiske intervaller for forskellige køretøjstyper mod personbil. For sæt/pvt er tal angivet i parentes skønnede værdier. Her er det skønsmæssigt vurderet, at det kritiske interval for sæt/pvt er ca. 1,5 sek. længere end for last/bus/pba.

Derved fås et kritisk interval for last/bus/pba som er 0,2-1,7 sek. længere end for pb, eller omregnet 1,0-1,3 gange større. Det kritiske interval for sæt/pvt er ca. 1,7-3,2 sek. længere end for pb, eller omregnet 1,2-1,6 gange større.

Svingbevægelse	Kritisk interval		
	pb mod pb	last/bus/pba mod pb	sæt/pvt mod pb
Højresving fra sekundærvej	7,0 sek.	7,2 sek.	(8,7 sek.)
Venstresving fra sekundærvej	6,9 sek.	8,0 sek.	9,8 sek.
Venstresving fra primærvej	5,6 sek.	7,3 sek.	(8,8 sek.)

Tabel 6.2. Kritisk interval for personbil og tunge køretøjer mod personbil. I parentes angives et forventet skønnet interval, da målte værdier er relativt usikre.

For at vurdere hvorledes en trafikstrøm bestående af tunge køretøjer afvikles set i forhold til en trafikstrøm med personbiler, er de ovenstående adfærdsparametre brugt i tidsgapsmodellen. Køretøjssammensætningen for den analyserede trafikstrøm sættes til 100% af den pågældende køretøjstype, og den konfliktende strøm

sættes til 100% pb. Herefter sammenholdes den beregnede kapacitet for trafikstrømmen med en tilsvarende trafikstrøm med 100% pb.

Da antallet af kritiske intervaller mellem to tunge køretøjer er så beskedent, at de ikke er opgjort, er der i beregningerne ikke taget hensyn til, at det kritiske interval for en trafikstrøm mod et tungt køretøj kan være forskelligt fra et kritisk interval mod en personbil.

6.1 Højresving fra sekundærvej

Sammenlignes antal højresvingende køretøjer fra sekundærvejen for henholdsvis personbil, last/bus/pba og sæt/pvt overfor en konfliktende primærstrøm bestående udelukkende af personbiler, fås antal afviklede køretøjer som vist i tabel 6.3, hvor de fundne værdier for kritiske interval og passagetider for pb mod pb, last/bus/pba mod pb og sæt/pvt mod pb er anvendt.

Som det ses, ligger forholdet mellem antal højresvingende pb og højresvingende last/bus/pba mellem 1,3 og 1,6 med de brugte værdier for kritiske interval og passagetid. De tilsvarende værdier for sæt/pvt ligger mellem 2,0 og 2,6 afhængig af størrelsen på den konfliktende strøm. Værdierne kan sidestilles med de respektive køretøjers pe-værdier.

Ideelt set burde pe-værdierne være uafhængig af den konfliktende strøm, men som det ses, er den faldende for last/bus/pba ved stigende konfliktende strøm, mens det modsatte er gældende for sæt/pvt.

Antal højresving ktj		Konfliktende strøm (antal pb på primærvej/time)				
		0	400	800	1200	1600
pb (T=7,0 d=3,4)		1059	584	318	172	91
last/bus/pba (T=7,2 d=5,4)		667	398	231	130	72
sæt/pvt (T=8,7 d=6,7)		537	290	149	74	35
Forhold mellem pb og:	last/bus/pba	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3
	sæt/pvt	2,0	2,0	2,1	2,3	2,6

Tabel 6.3. Beregnet kapacitet for højresvingende fra sekundærvej for forskellige køretøjstyper.

6.2 Venstresving fra sekundærvej

Sammenlignes antal venstresvingende køretøjer fra sekundærvejen for henholdsvis personbil, lastbil/bus/pba og sæt/pvt overfor en konfliktende primærstrøm bestående udelukkende af personbiler, fås antal afviklede køretøjer som vist i tabel 6.4, hvor de fundne værdier for kritiske interval og passagetider for pb mod pb, last/bus/pba mod pb og sæt/pvt mod pb er anvendt.

Som det ses, ligger forholdet mellem antal venstresvingende pb og venstresvingende last/bus/pba på 1,6-1,9 med de anvendte værdier for kritiske interval og passagetid, hvilket indikerer at pe-værdien for last/bus/pba skønsmæssigt ligger i dette interval. For sæt/pvt er de tilsvarende værdier noget højere, nemlig 2,2-4,4.

Antal venstresving ktj		Konfliktende strøm (antal pb på primærvej/time)				
		0	400	800	1200	1600
pb (T=6,9 d=3,7)		973	551	308	170	92
last/bus/pba (T=8,0 d=5,8)		621	346	187	97	49
last/bus/pba (T=9,8 d=8,1)		444	227	109	49	21
Forhold mellem pb og:	last/bus/pba	1,6	1,6	1,7	1,7	1,9
	sæt/pvt	2,2	2,4	2,8	3,5	4,4

Tabel 6.4. Beregnet kapacitet for venstresvingende fra sekundærvej for forskellige køretøjstyper.

6.3 Venstresving fra primærvej

Sammenlignes antal venstresvingende køretøjer fra primærvejen for henholdsvis personbil, lastbil/bus/pba og sæt/pvt overfor en konfliktende modkørende strøm bestående udelukkende af personbiler fås antal afviklede køretøjer som vist i tabel 6.5, hvor de fundne værdier for kritisk interval og passagetid for pb mod pb, last/bus/pba mod pb og sæt/pvt mod pb er anvendt.

Som det ses, ligger forholdet mellem antal venstresvingende pb og venstresvingende last/bus/pba på 1,8-2,8 med de anvendte værdier for kritiske interval og passagetider, hvilket indikerer at pe-værdien for last/bus/pba skønsmæssigt ligger i dette interval. De tilsvarende tal for sæt/pvt ligger på 2,6-5,8.

Det bør nævnes, at det kritiske interval og passagetiden for venstresvingende tunge køretøjer fra primærvej er baseret på et lille datamateriale, hvorfor de beregnede pe-værdier kan forekomme usikre. Umiddelbart synes værdierne i tabel 6.5 noget højere end forventet.

Antal venstresving ktj		Konfliktende modkørende strøm (antal pb pr time)				
		0	400	800	1200	1600
pb (T=5,6 d=2,5)		1440	885	541	328	198
last/bus/pba (T=7,3 d=4,6)		783	444	247	134	72
last/bus/pba (T=8,8 d=6,5)		554	293	148	72	34
Forhold mellem pb og:	last/bus/pba	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8
	sæt/pvt	2,6	3,0	3,7	4,6	5,8

Tabel 6.5. Beregnet kapacitet for venstresvingende fra primærvej for forskellige køretøjstyper.

6.4 Opsamling vedr. pe-værdier

Tabel 6.6 opsamler de beregnede pe-værdier baseret på de målte adfærdsparametre. Pe-værdierne er angivet som et gennemsnit samt et interval (afhængig af den konfliktende strøm).

Svingbevægelse	Personbilækvivalent (pe-værdi)			
	Last/bus/pba		Sæt/pvt	
Højresving fra sekundærvej	1,4	(1,3-1,6)	2,2	(2,0-2,6)
Venstresving fra sekundærvej	1,7	(1,6-1,9)	3,1	(2,2-4,4)
Venstresving fra primærvej	2,3	(1,8-2,8)	4,1	(2,6-5,8)

Tabel 6.6. Opsummering af fundne pe-værdier baseret på adfærdsparametre.

Generelt gælder det for de fleste svingbevægelser, at pe-værdien er stigende jo større den konfliktende trafikstrøm bliver. Ved lav konfliktende trafikstrøm er pe-værdien styret af forholdet mellem passagetiden for pb og passagetiden for den analyserede køretøjstype, hvorfor de beregnede pe-værdier ved lav konfliktende strøm er identisk med forholdet mellem passagetiderne. Ved stor konfliktende trafikstrøm får det kritiske interval større betydning, og pe-værdien stiger.

Som det ses, er intervallerne angivet i parentes for sæt/pvt forholdsvis stor (op til faktor 2). Umiddelbart er det ikke tilfredsstillende, og det bør overvejes nærmere, hvordan pe-værdierne kan fastlægges mere præcist.

Ønskes en samlet pe-værdi for sekundærvejstrafikken (ud fra tabel 6.6), vil et bedste bud være ca. 1,6-1,7 for last/bus/pba, og ca. 2,2-3,1 for sæt/pvt (baseret på gennemsnitsbetragtninger).

For venstresvingende trafik på primærvej er pe-værdien lidt usikkert bestemt, men værdien er tilsyneladende en smule højere end for sekundærtrafikanterne. Pe-værdien kan sættes til ca. 2,3 for last/bus/pba og ca. 4,0 for sæt/pvt (noget usikkert bestemt). For konfliktende trafikstrøm på primærvej bør Vejreglernes gældende pe-værdier for landeveje benyttes.

7. Udenlandske adfærdsparametre

I dette kapitel sammenstilles de fundne adfærdsparametre fra kapitel 4 med tilsvarende som bruges i udlandet. Der kigges specifikt på:

- HCM - Highway Capacity Manual – Udkast 2009 (2)
- HBS - Tyskland Udkast 2010 (3)
- CapCal 3.2 - Sverige - 2004 (4)

Både HCM, HBS og CapCal bruger tidsgapsmodellen, hvor der typisk tages udgangspunkt i en basisværdi for det kritiske interval og passagetiden, som efterfølgende korrigeres vha. korrektionsfaktorer afhængig af geometri, hastighed mm.

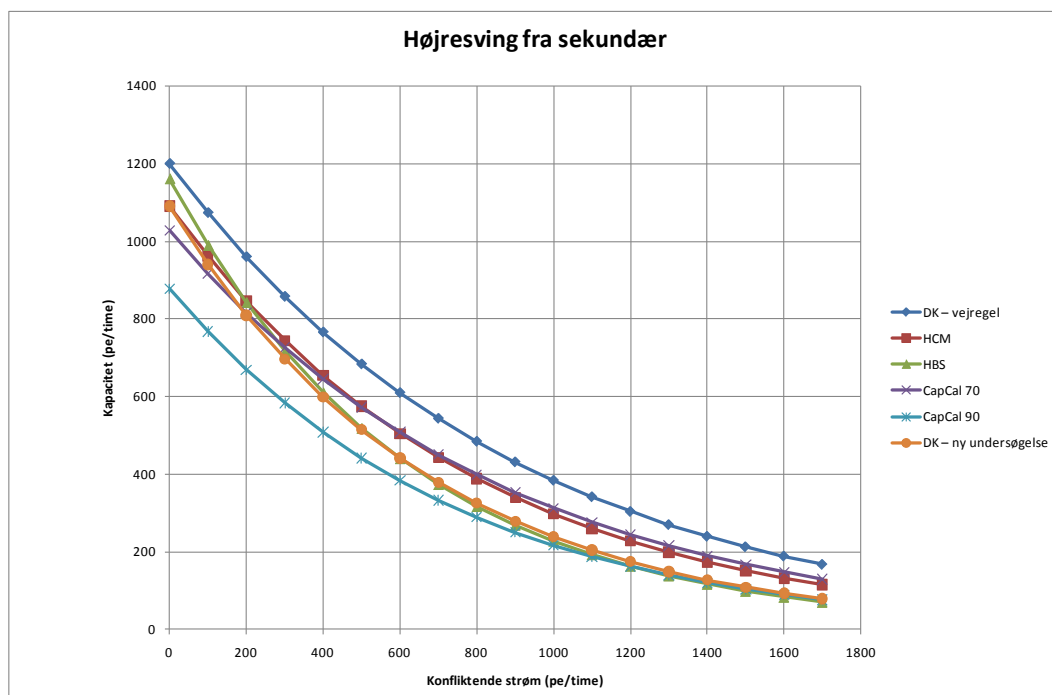
I nedenstående tabel 7.1 er angivet de værdier, der er gældende for et alm. 3-benet vigepligts kryds i åben land, hvor primær- og sekundærvej er 2-sporet på vandret vej, og hvor hastighedsniveauet er ca. 80 km/t og andel tunge køretøjer er 0%. Bemærk at HCM-værdierne gælder for "stop-controlled" sekundær tilfart, og at CapCal har to sæt værdier for henholdsvis 70 og 90 km/t.

Kritisk interval for kryds med fuldt stop samt kryds med 4 gennemgående spor på primærvejen findes i bilag 5.

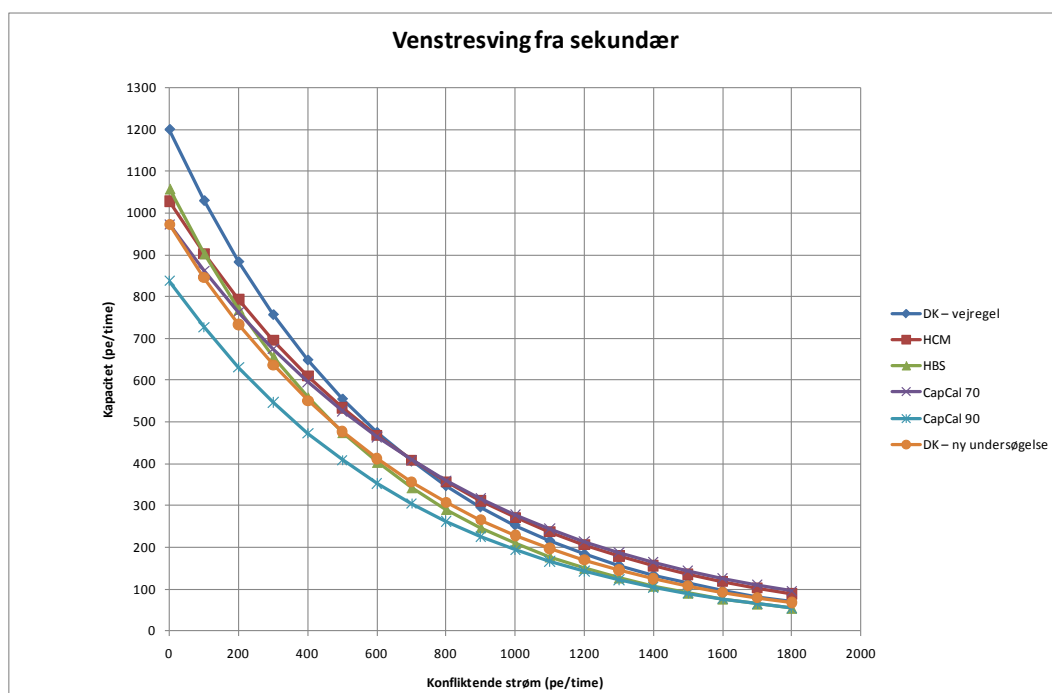
Svingbevægelse	Model	Kritisk interval (sek.)	Passagetid (sek.)
Højresving fra sekundær	DK – vejregel	5,5	3,0
	HCM	6,2	3,3
	HBS	7,3	3,1
	CapCal 70 km/t	5,9	3,5
	CapCal 90 km/t	6,9	4,1
	DK - ny undersøgelse	7,0	3,3
Venstresving fra sekundær	DK – vejregel	7,0	3,0
	HCM	6,4	3,5
	HBS	7,4	3,4
	CapCal 70 km/t	6,2	3,7
	CapCal 90 km/t	7,2	4,3
	DK - ny undersøgelse	6,9	3,7
Venstresving fra primær	DK – vejregel	5,5	3,0
	HCM	4,1	2,2
	HBS	5,9	2,6
	CapCal 70 km/t	5,7	3,4
	CapCal 90 km/t	6,7	4,0
	DK - ny undersøgelse	5,6	2,5

Tabel 7.1 Værdier for kritisk interval og passagetid. DK – ny undersøgelse refererer til nærværende undersøgelse.

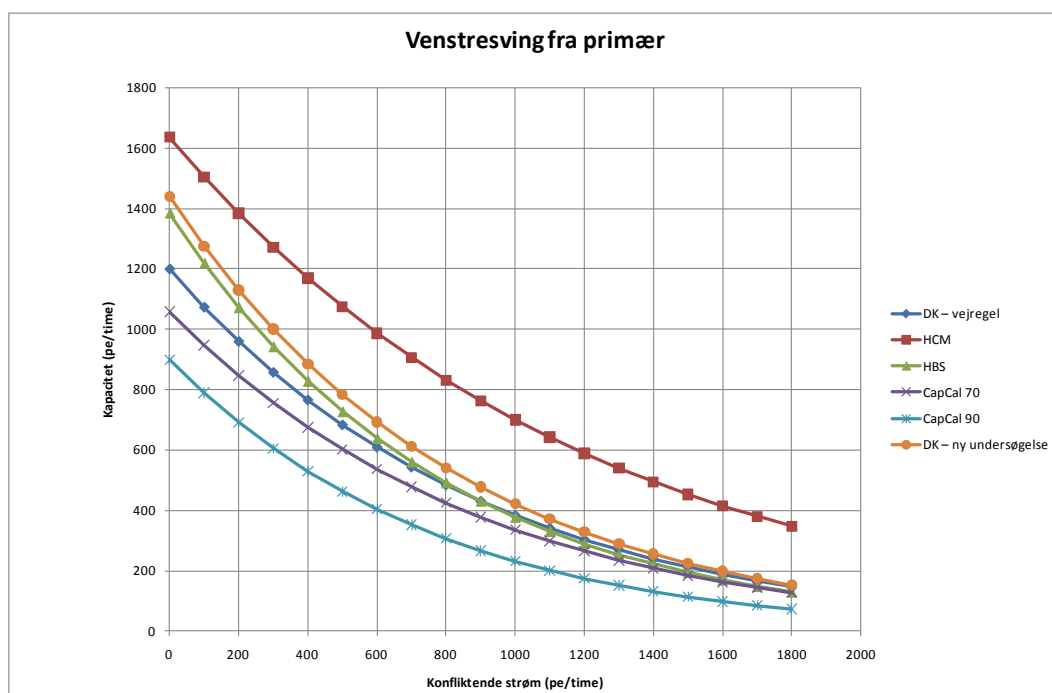
Figur 7.1, 7.2 og 7.3 viser den beregnede kapacitet vha. af tidsgapsmodellen med de listede adfærdsparametre.



Figur 7.1 Højresving fra sekundærvej



Figur 7.2 Venstresving fra sekundærvej



Figur 7.3 Venstresving fra primærvej

Af figur 7.1 (højresving fra sekundærvej) ses, at de nuværende DK-vejregler estimerer en større kapacitet sammenlignet med de andre modeller. Dette er ikke overraskende, idet DK-vejreglerne har den laveste værdi for kritisk interval og passagetid.

Af Figur 7.2 (venstresving fra sekundærvej) ses, at alle modeller ligger tæt på hinanden. DK-vejregler og Capcal 90 km/t afviger en smule fra de andre ved lav konfliktende strøm.

Af Figur 7.3 (venstresving fra primærvej) ses stor variation i den estimerede kapacitet afhængig, af hvilken model der benyttes. HCM afviger meget fra de andre med en noget større beregnet kapacitet og CapCal 90 km/t ligger lavest. De nuværende DK vejregler ligger "midt i feltet", og resultaterne fra nærværende undersøgelse ligger i den høje ende af feltet. Ved høj konfliktende trafikstrøm ligger de fleste modeller på samme niveau – bortset fra HCM og CapCal 90 km/t.

8. Opsamling

På baggrund af adfærdsmæssige parametre i otte prioriterede kryds er der lavet en beregning af det kritiske interval og passagetider for forskellige svingbevægelser og køretøjstyper. Blandt de otte kryds er seks placeret i landzone hvoraf ét er et 4-benet kryds med fuldt stop.

Ud fra de fundne adfærdsparametre er tunge køretøjers personbilækvivalenter beregnet for de forskellige svingbevægelser.

Derudover er tidsgapsmodellen forsøgt verificeret ud fra empiriske data og de fundne værdier for kritisk interval og passagetid er sammenlignet med tilsvarende udenlandske værdier.

Hovedresultaterne er gengivet herunder.

Personbiler

Resultater vedr. passagetid og kritisk interval for personbiler er vist i nedenstående tabel 7.1, som alene er baseret på 3-benede kryds i landområde med ubetinget vigepligt (i alt 5 kryds).

Svingbevægelse	3-ben med vigepligt – land	
	Kritisk interval	Passagetid
Højresving fra sekundærvej	7,0 sek.	3,3 sek.
Venstresving fra sekundærvej	6,9 sek.	3,7 sek.
Venstresving fra primærvej	5,6 sek.	2,4 sek.

Tabel 7.1. Passagetid og kritisk interval for personbiler i 3-benede landkryds.

Baseret på ét 4-benet kryds i landzone med fuld stop er følgende værdier for passagetid og kritisk interval for personbiler fundet, se tabel 7.2.

Svingbevægelse	4-ben med fuldt stop – land	
	Kritisk interval	Passagetid
Højresving fra sekundærvej	6,5 sek.*	3,8 sek.
Venstresving fra sekundærvej	7,0 sek.	3,6 sek.
Ligeud fra sekundær	6,5 sek.	-
Venstresving fra primærvej	5,4 sek.*	-

Tabel 7.2. Passagetid og kritisk interval for personbiler i ét 4-benet landkryds med fuldt stop. *Angiver et noget usikkert estimat.

Baseret på to 3-benede kryds i byzone med vigepligt er følgende værdier for passagetid og kritisk interval for personbiler fundet, se tabel 7.3.

Svingbevægelse	3-ben med vigepligt – by	
	Kritisk interval	Passagetid
Højresving fra sekundærvej	7,0 sek.	3,7 sek.
Venstresving fra sekundærvej	6,1 sek.	3,7 sek.
Venstresving fra primærvej	6,1 sek.	2,6 sek.

Tabel 7.3. Passagetid og kritisk interval for personbiler i 3-benede bykryds med vigepligt.

Sammenholdes de fundne værdier i tabel 7.1-7.3, ses ingen entydig forskel mellem de forskellige krydstyper. En entydig sammenhæng mellem hastighed, kritisk interval og passagetid kan ej heller påvises.

For at undersøge om lang ventetid giver kortere kritiske intervaller, er det kritiske interval bestemt for køretøjer med forskellig ventetid i første køposition. Resultaterne viser, at det kritiske interval stiger, når ventetiden stiger fra 0-5 sek. til 15-20 sek. Ved længere ventetid falder det kritiske interval en smule igen. Der er således ingen entydig sammenhæng mellem ventetid og kritisk interval.

Det er under databearbejdelsen bemærket, at sekundær trafikanter indimellem holder tilbage for primær trafikanter der svinger til højre, formentligt fordi de tror, at den højresvingende trafikant skal ligeud. Ofte blinker de højresvingende bilister sent af. Ligesom man i undersøgelser af kapacitet i rundkørsler har fundet, at antallet af bilister i den hosliggende frakort har betydning for kapaciteten, har højresvingende trafikanter fra primærvej formentligt også en betydning for kapaciteten, for de sekundær trafikanter der skal ud på primærvejen. Hvilken betydning det har, er ikke undersøgt nærmere i denne undersøgelse.

Tunge køretøjer

Passagetid og kritisk interval er bestemt for last/bus/pba og sæt/pvt for de forskellige svingbevægelser. Antallet af observationer for tunge køretøjer er noget mindre end for personbiler, men resultaterne viser, at det kritiske interval for last/bus/pba er ca. 0,2-1,7 sek. større end for personbiler. For sæt/pvt skønnes det kritiske interval ca. 1,7-3,2 sek. større.

Passagetiderne for last/bus/pba er tilsvarende ca. 2 sek. større end for personbiler og for sæt/pvt er passagetiden ca. 3,3-4,4 sek. større.

Vha. tidsgapsmodellen og de fundne adfærdsparametre er tunge køretøjers personbilækvivalent (pe-værdi) beregnet. Resultaterne viser, at pe-værdien varierer afhængig af svingbevægelse og trafik i den konfliktende strøm. Jo større den konfliktende strøm bliver, jo større bliver pe-værdierne typisk. For last/bus/pba ligger pe-værdien i gennemsnit typisk mellem 1,4 og 2,3 og for sæt/pvt mellem 2,0 og 4,1.

Empiriske data

Empiriske data for afviklet trafik i de undersøgte trafikstrømme er indsamlet ved forskellige trafikbelastning i den konfliktende strøm. Resultaterne påviser en ikke lineær sammenhæng mellem kapacitet og den konfliktende strøm som bedst beskrives ud fra en eksponentiel funktion.

Sammenlignes de empiriske data med tidsgapsmodellen og de fundne adfærdsparametre, ses en nogenlunde god overensstemmelse. Dog er der relativ stor forskel mellem de empiriske data og tidsgapsmodellen ved enten meget stor eller meget lille konfliktende strøm for nogle svingstrømme. Dette tyder på, at adfærdsparametrene bør have forskellige værdier afhængig af den trafikale situation. Benyttes en lavere passagetid ved lille konfliktende trafikstrøm og et mindre kritisk interval ved stor konfliktende trafikstrøm opnås en bedre beskrivelse af de empiriske data vha. tidsgapsmodellen.

Udenlandske adfærdsparametre

Udenlandske værdier for kritisk interval og passagetid er sammenlignet med de gældende værdier i Vejreglerne samt resultaterne fra dette studie. De udenlandske værdier er hentet fra HCM (USA), HBS (Tyskland) og fra CapCal (Sverige).

Selvom det kan være svært at lave internationale sammenligninger pga. forskellig geometri, køreadfærd mv., giver det alligevel en indikation af, på hvilket niveau de danske værdier ligger i forhold til andre nationale undersøgelser. Sammenligningerne viser, at der kan være stor forskel i den beregnede kapacitet afhængig af, hvilke værdier der bruges. Forskellen mellem de beregnede kapaciteter er i nogle tilfælde meget stor (faktor 3), men sammenligningerne viser også, at resultaterne fra dette studie typisk ligger midt i feltet.

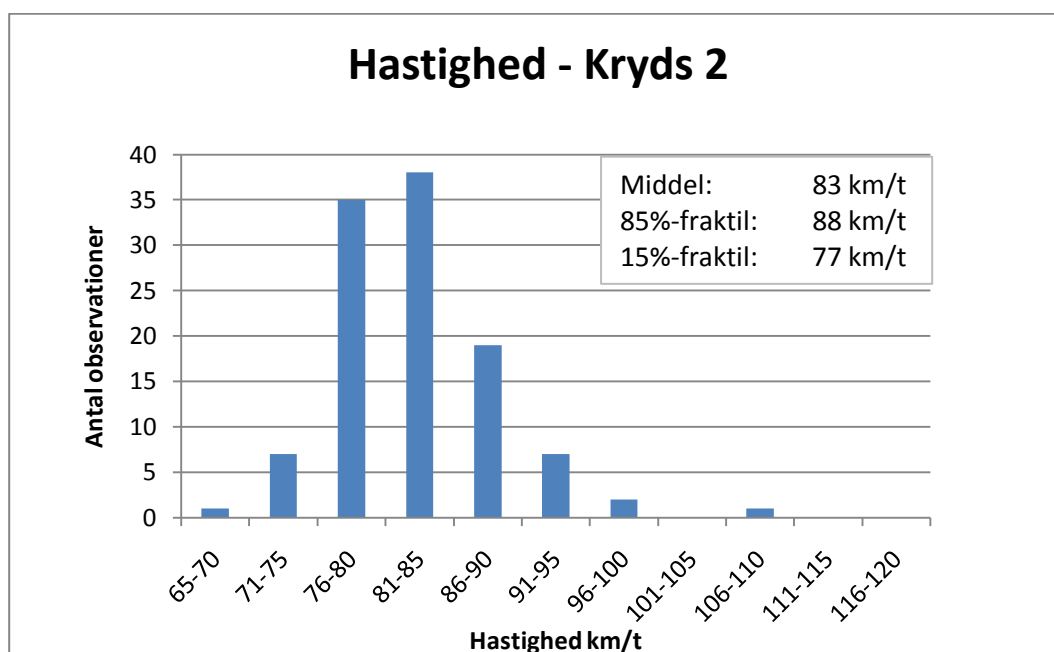
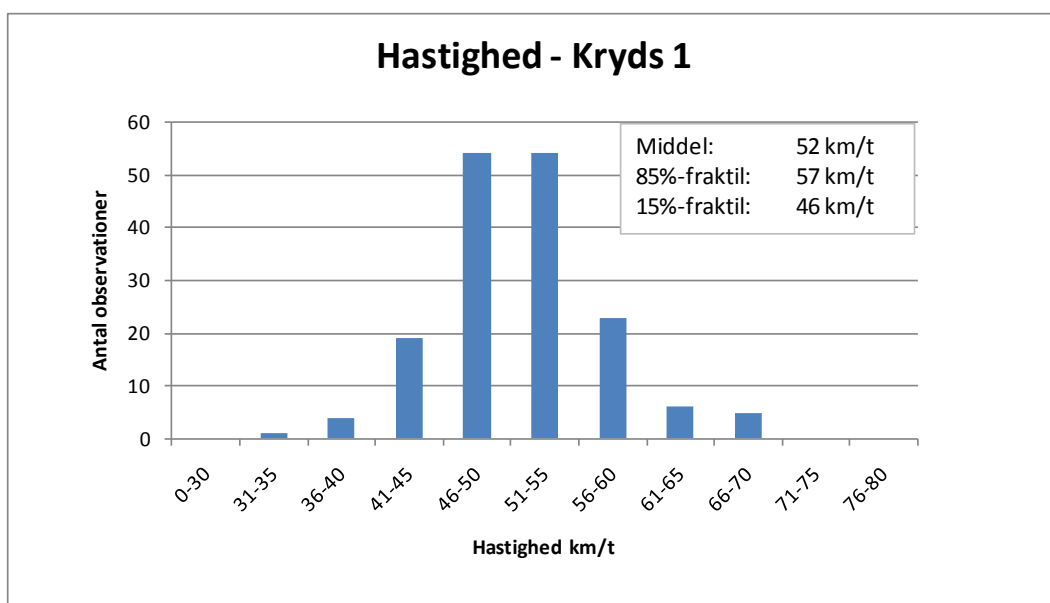
Referencer

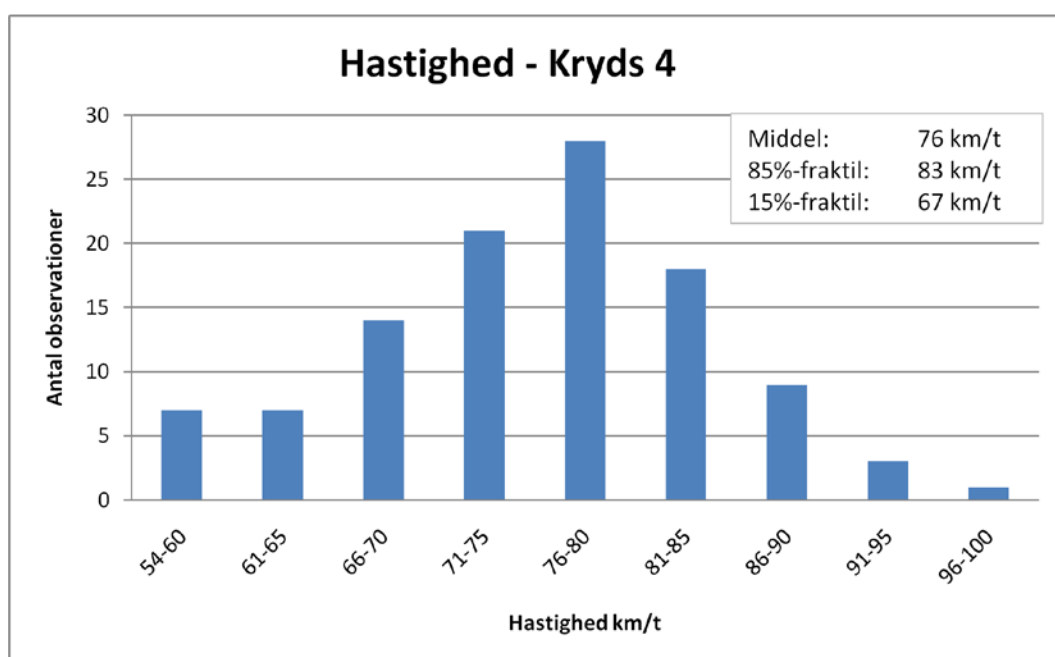
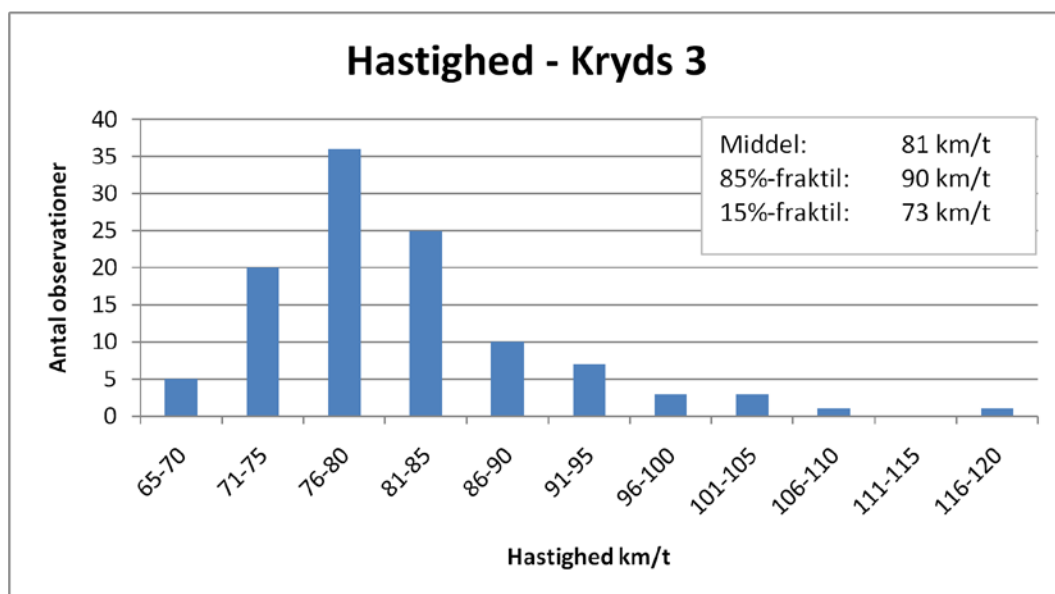
- 1 Kapacitet og serviceniveau, Vejregelforslag, september 2010
- 2 Highway Capacity Manual (HCM) – Draft 2009
- 3 HBS 201x - Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage außerhalb bebauter Gebiete – Draft 2010
- 4 CapCal 3.2 Model Description of intersections without signal control – Trivector 2004

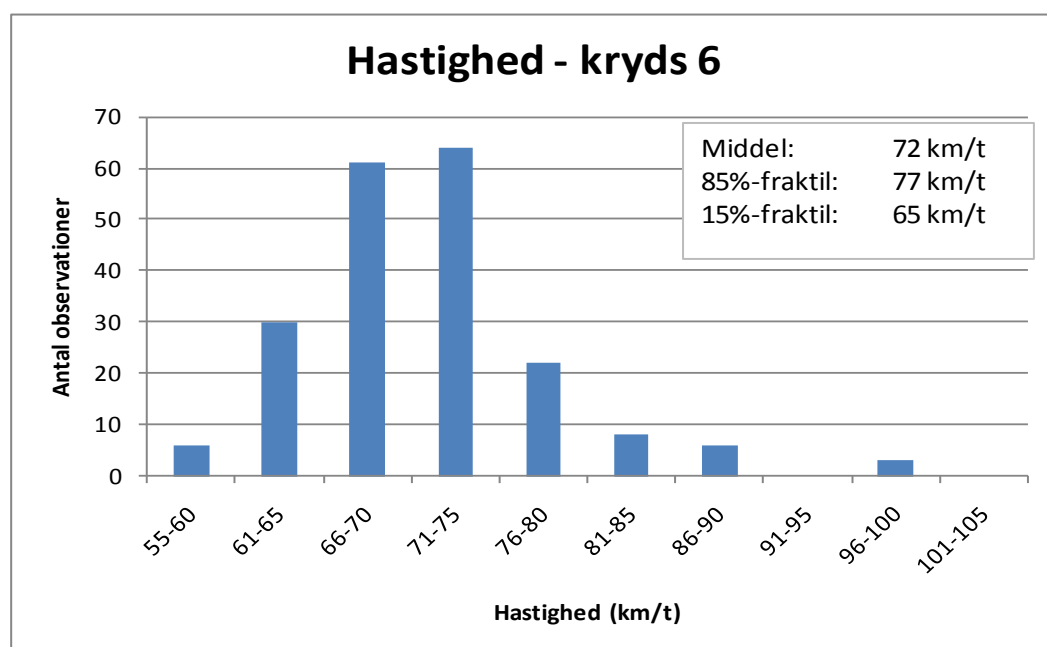
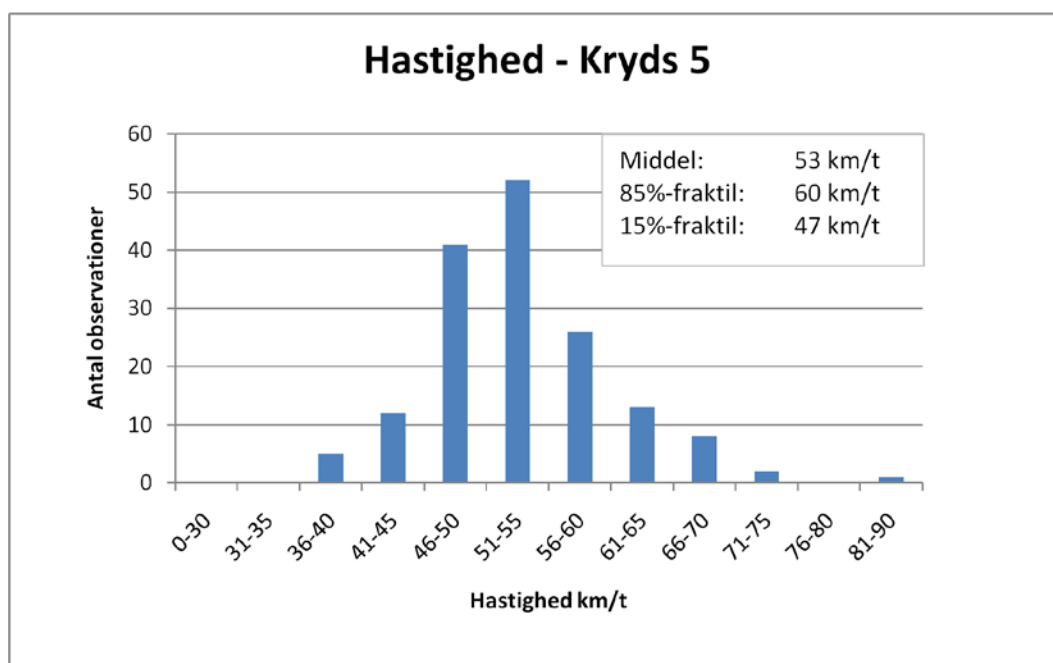
Bilag 1 - Hastighedsmålinger

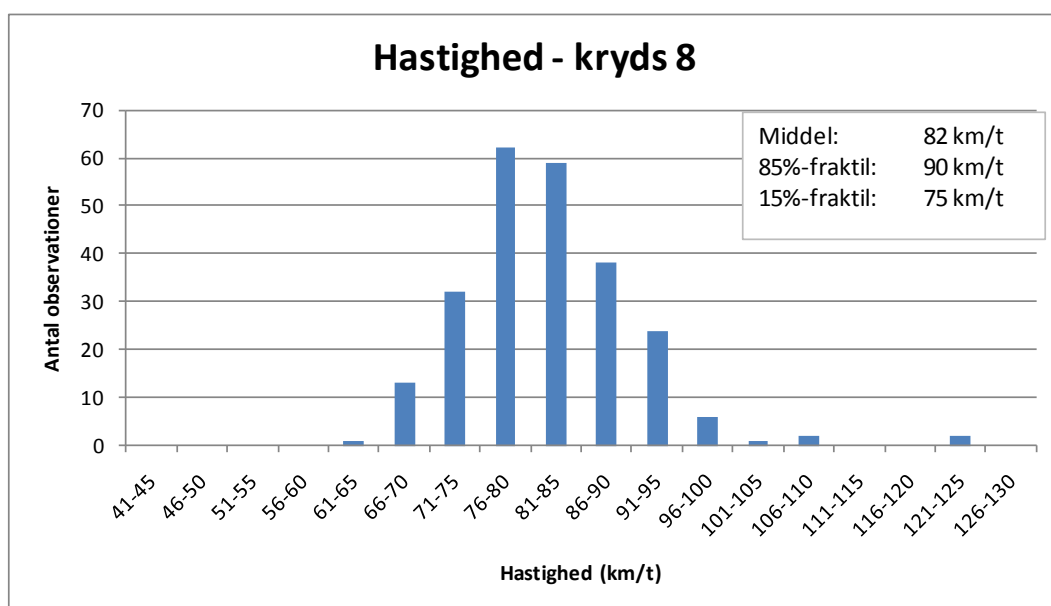
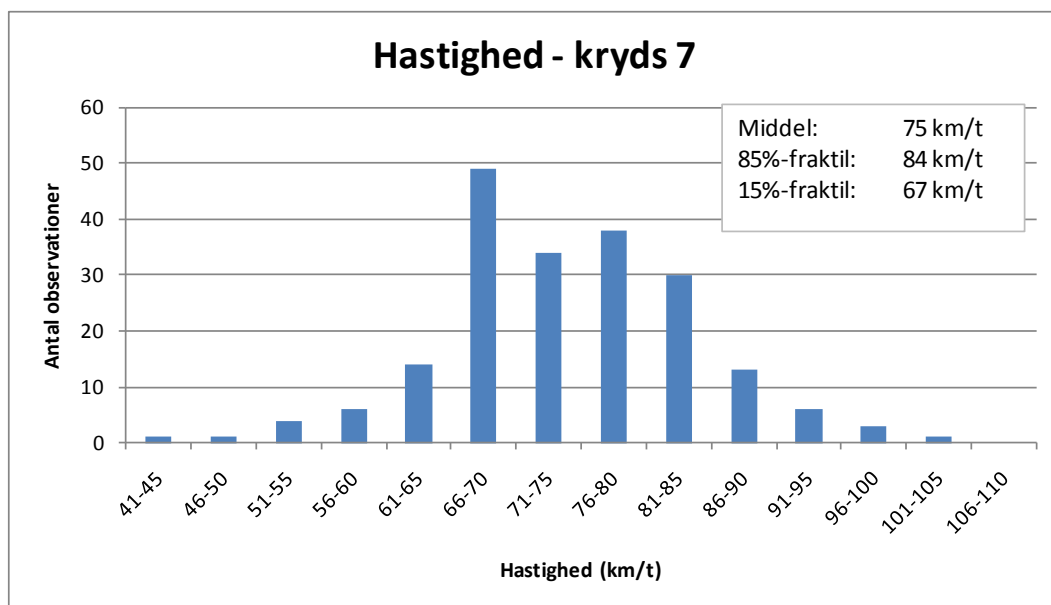
I alle otte analysekryds er der foretaget hastighedsmålinger af fritkørende bilister i begge regninger på primærvejen. Målingen er foretaget når bilisten befinder sig i krydsområdet, og er foretaget med radarpistol fra vejkanthen, så vinklen til køretøjet bliver så lille som mulig. Alle målinger er enkeltkøretøjsmålinger.

Nedenfor ses hastighedsdiagrammer for de otte kryds, med angivelse af middelhastighed samt 15% og 85% fraktil.









Bilag 2 - Registreringsmetode

Kritisk interval

For sekundær trafikant

Generelt skelnes mellem kritiske intervaller for sekundærtrafikanten afhængig af om der foretages:

- Højresving fra sekundærvej
- Venstresving fra sekundærvej
- Krydsning af primærvej

Baseret på videooptagelser registreres accepterede og forkastede gaps og delayed lags hvor:

- Gaps er tidsintervallet mellem 2 køretøjer i den overordnede strøm
- Delayed lags er tidsintervallet fra det tidspunkt, hvor sekundærkøretøjet kommer i første køposition (når den forankørende køretøjs bagende passerer vigelinjen, til det tidspunkt hvor et primærkøretøj ankommer)

For alle sekundærkøretøjer og primærkøretøjer i de kritiske intervaller registreres køretøjstype (personbil, personbil med anhænger lastbil, bus, sættevogn, påhængsvogntog).

Motorcykler er ikke medtaget i registreringen.

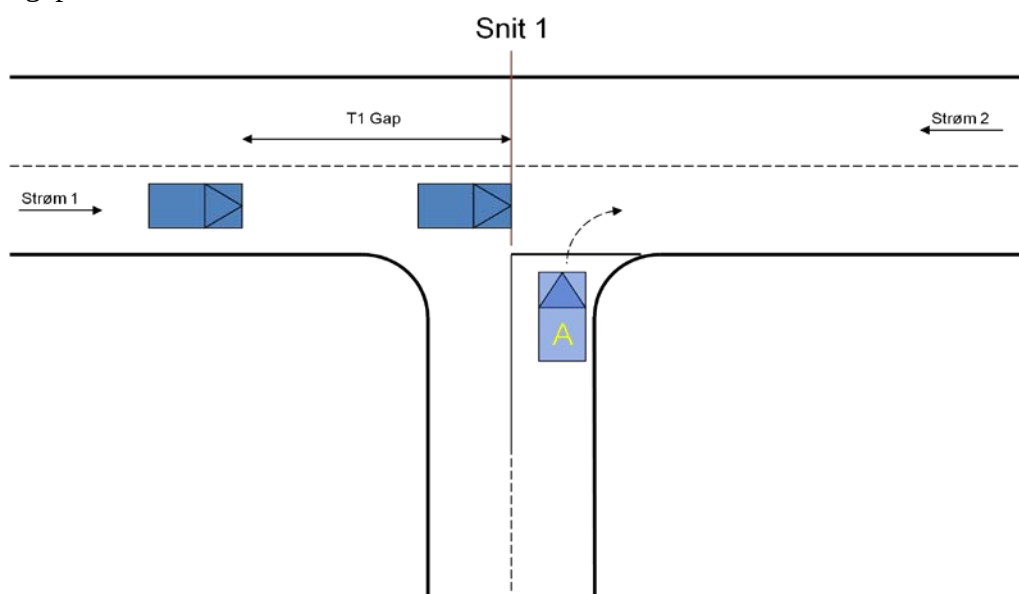
Gap eller lag der startes/afsluttes af cykel/knallert medtages ikke.

Generelt er gaps og delayed lags over 12 sek. ikke registreret, da de grundet analysemetoden ikke vil få nævneværdig indflydelse på de beregnede kritiske intervaller.

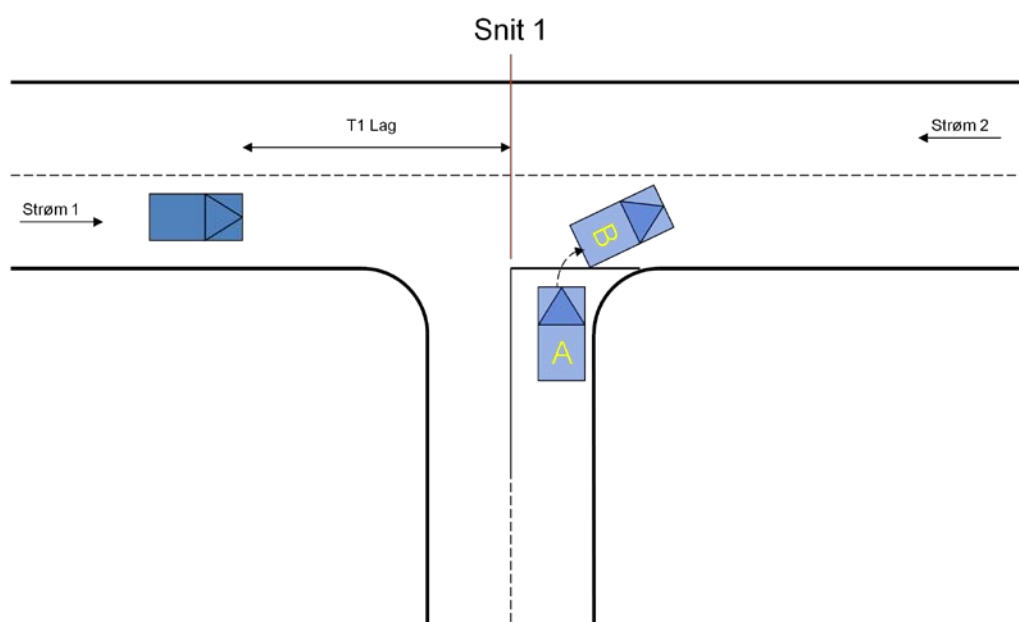
Højresvingende sekundære køretøjer

For højresvingende køretøjer (køretøj A) registreres således Tgap1 og Tlag1 i den primære strøm 1, som vist herunder:

Tgap1



Tlag1



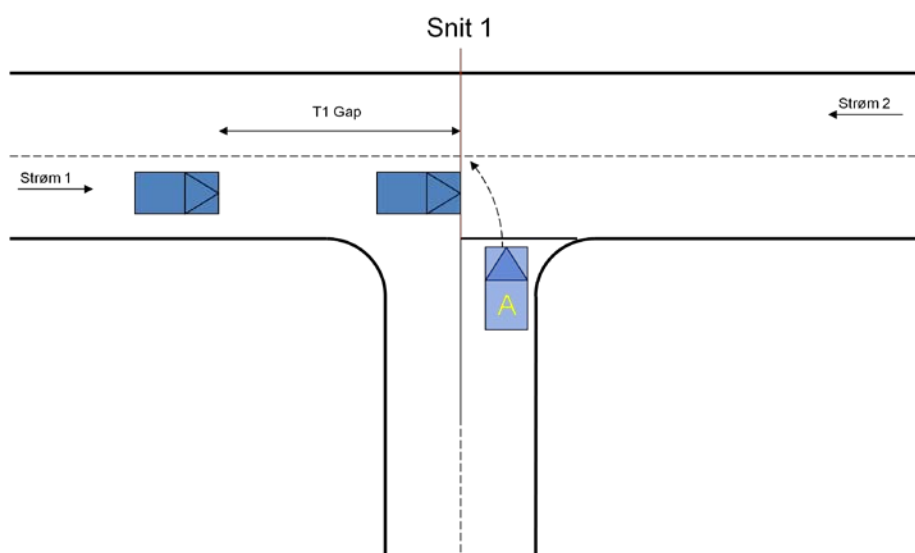
Venstresvingende sekundære køretøjer

For venstresvingende køretøjer (køretøj A) registreres således:

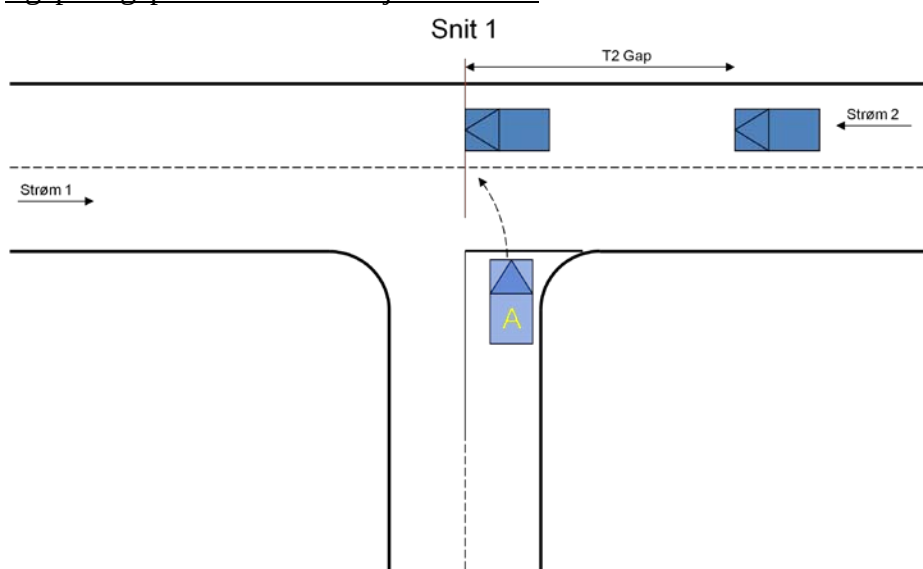
- Tgap1 – gap mellem 2 køretøjer i strøm 1
- Tgap2 – gap mellem 2 køretøjer i strøm 2
- Tlag1 – lag til køretøj i strøm 1
- Tlag2 – lag til køretøj i strøm 2

Kun gap mellem køretøjer i samme retning benyttes. De enkelte situationer er vist herunder:

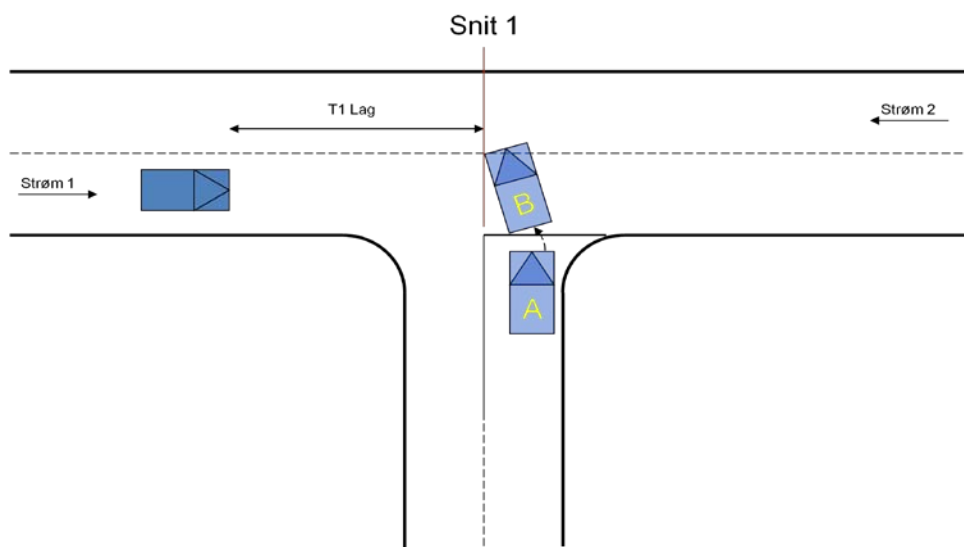
Tgap1 – gap mellem 2 køretøjer i strøm 1



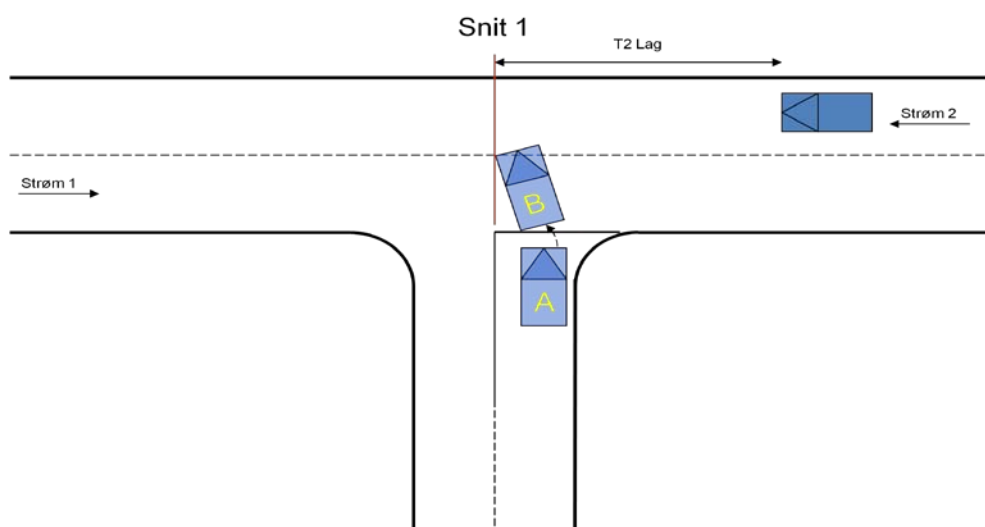
Tgap2 – gap mellem 2 køretøjer i strøm 2



Tlag1 – lag til køretøj i strøm 1



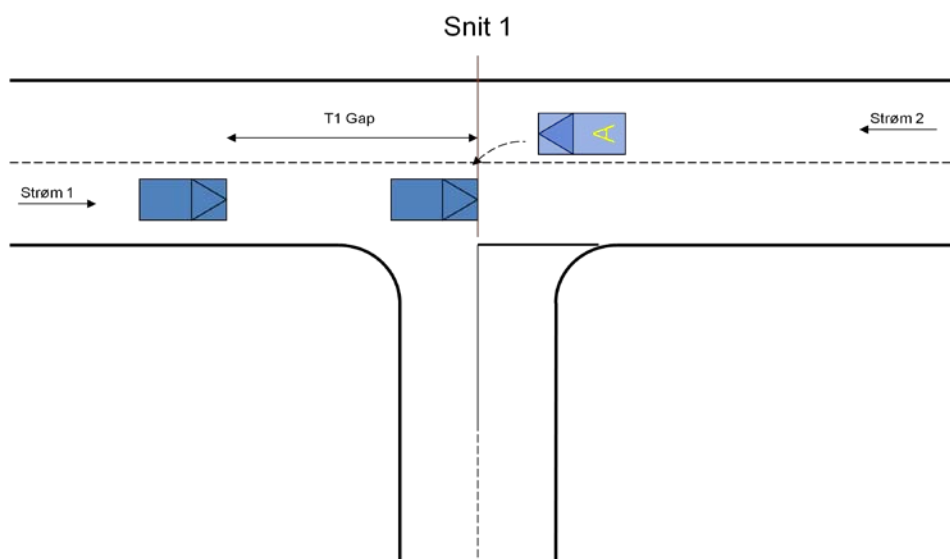
Tlag2 – lag til køretøj i strøm 2



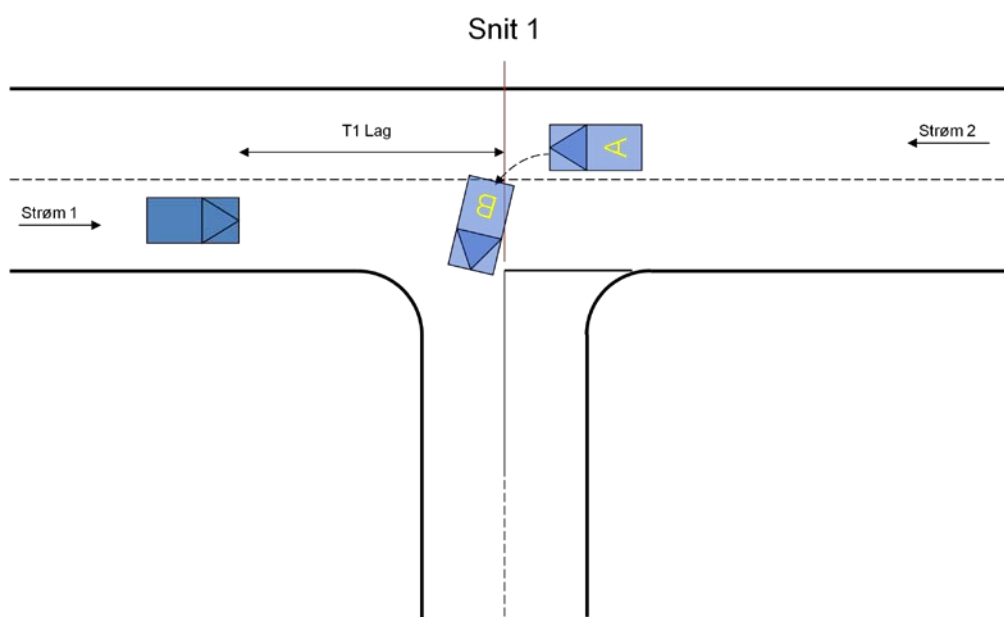
Primær trafikant

For venstresvingende trafikanter i den primære strøm (strøm 2) registreres på tilsvarende vis accepterede og forkastede gaps og delayed lags i den modkørende strøm (strøm 1) – se nedenstående figurer:

Tgap1

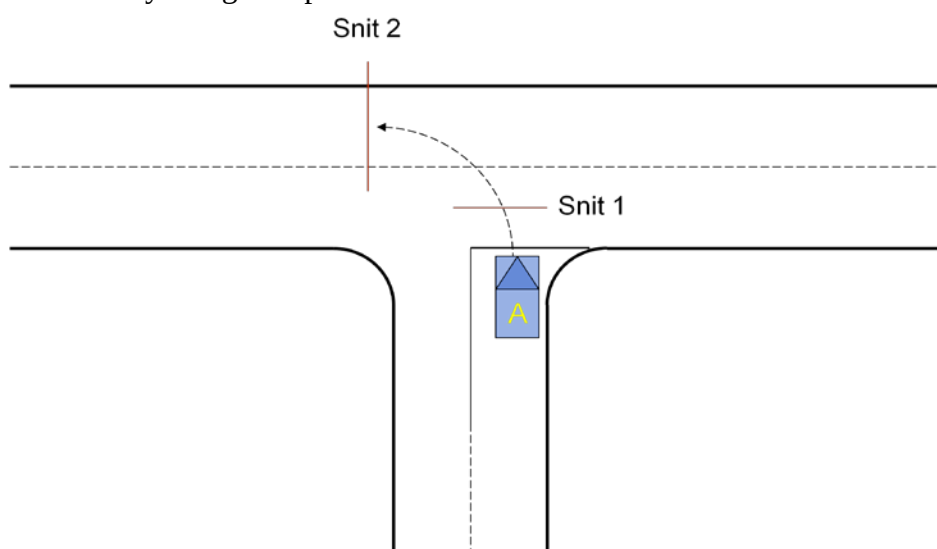


Tlag1



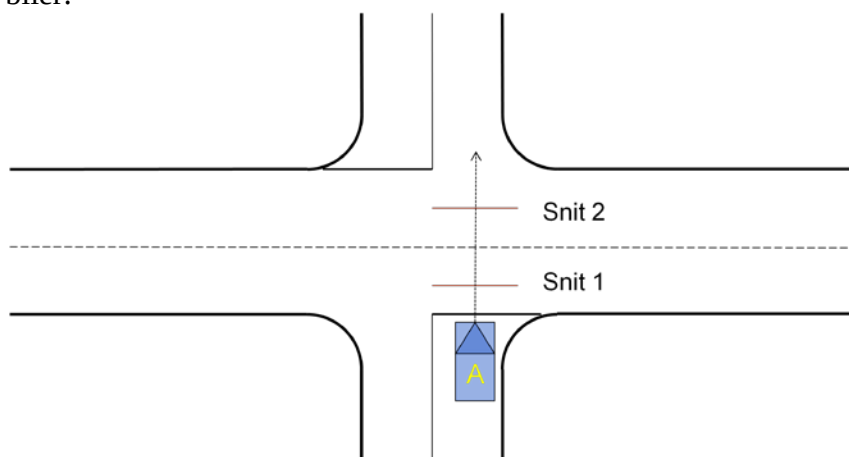
Geometrikorrektion for venstresvingende

For de målte kritiske intervaller for venstresvingende sekundærkøretøjer gennemføres en geometrikorrektion. Alle accepterede og forkastede lag (kun lags) fratrækkes en gennemsnitlig "gennemkørselstid" svarende til den tid, det tager at køre fra snit 1 og snit 2 i nedenstående figur. Gennemkørselstiden vil variere fra kryds til kryds afhængig af krydset geometri. Desuden vil der optræde forskellige gennemkørselstider afhængig af køretøjstypen. I de situationer hvor et kritisk interval bliver negativ efter fratrækning af geometrifaktoren, sættes værdien til +0,5 sek. Geometrifaktoren beregnes alene ud fra gennemkørselstider baseret på accepterede delayed lags for personbiler.



Krydsende køretøjer

Køretøjer der krydser primærstrømmen registreres på samme måde som for venstresvingende sekundærtrafikanter. Geometrifaktoren måles som tidsafstanden fra køretøjet ankommer til midten af den vejbane, der ligger tættest på vigelinjen (snit 1), til ankomst på midten af den vejbane der ligger længst fra sekundærvejen (snit 2), se nedenstående figur. Geometrifaktoren baseres alene på målinger af personbiler.



Ventetid i 1. køposition for bilister på sekundærvej

Ventetiden i 1. køposition beregnes fra det tidspunkt køretøjet ankommer til 1. køposition i krydset, til bagenden af køretøjet har passeret vigelinjen og bilisten kører ind i krydset. Ankomsttiden afhænger af, hvorvidt bilisten ankommer til krydset som fritkørende, eller i en køsituation.

Fritkørende bilister, der ankommer til krydset i perioder, hvor der ikke er nogen forankørende bilist(er), ankommer til 1. køposition, når forenden af bilen er 5 m fra vigelinjen.

For bilister der ankommer til krydset i en køsituation, sættes ankomsttiden til 1. køposition som det tidspunkt, hvor den forankørende bil passerer vigelinjen med bagenden af bilen.

Der beregnes kun ventetider for de køretøjer, hvor der også er målt et gap eller delayed lag, som er mindre end 12 sek.

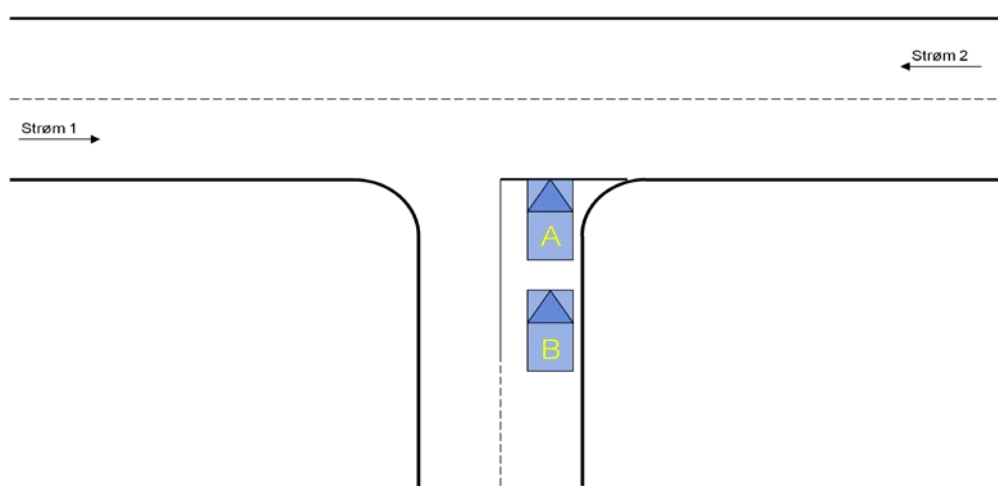
Passagetid

Passagetiden for et køretøj er defineret som den tid, hvormed to eller flere køretøjer fra tilfartssporet følger efter hinanden, når de pågældende køretøjer anvender samme gap/lag i den konfliktende trafikstrøm.

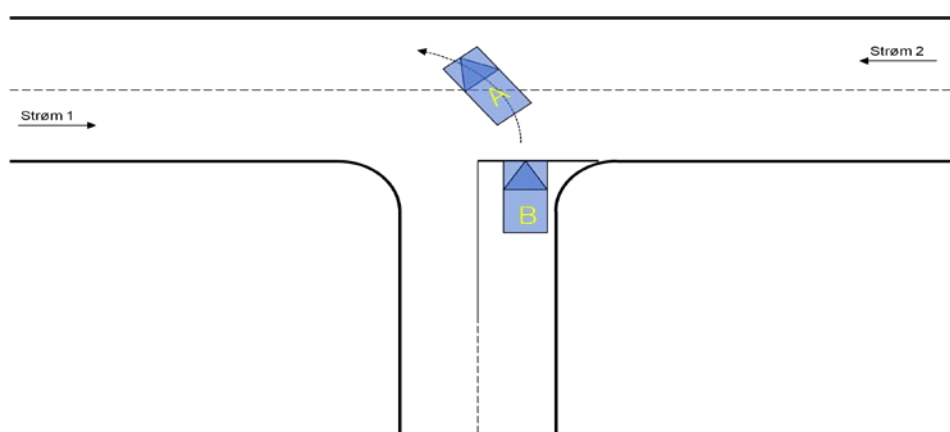
Der måles kun passagetider mellem på hinanden følgende køretøjer når køretøjerne holder stille i kø inden opstart. (køretøj i 1. kø position skal som minimum holde i stille)

Passagetiden for køretøj A beregnes da som $T1 - T0$, se nedenstående figurer.

T0



T1

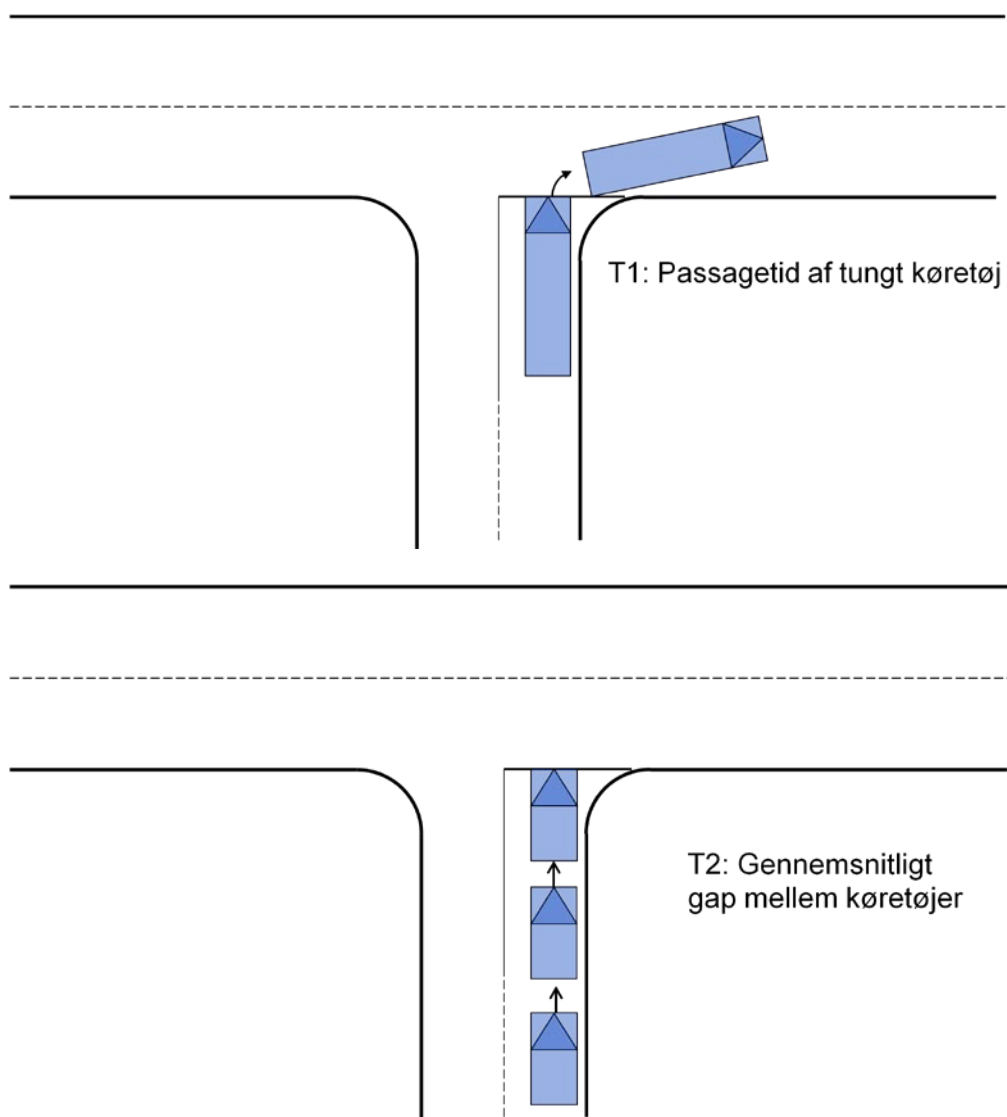


Hvis bilen i 1. køposition holder længere fremme end vigelinien, benyttes en fiktiv linie der hvor bilen holder.

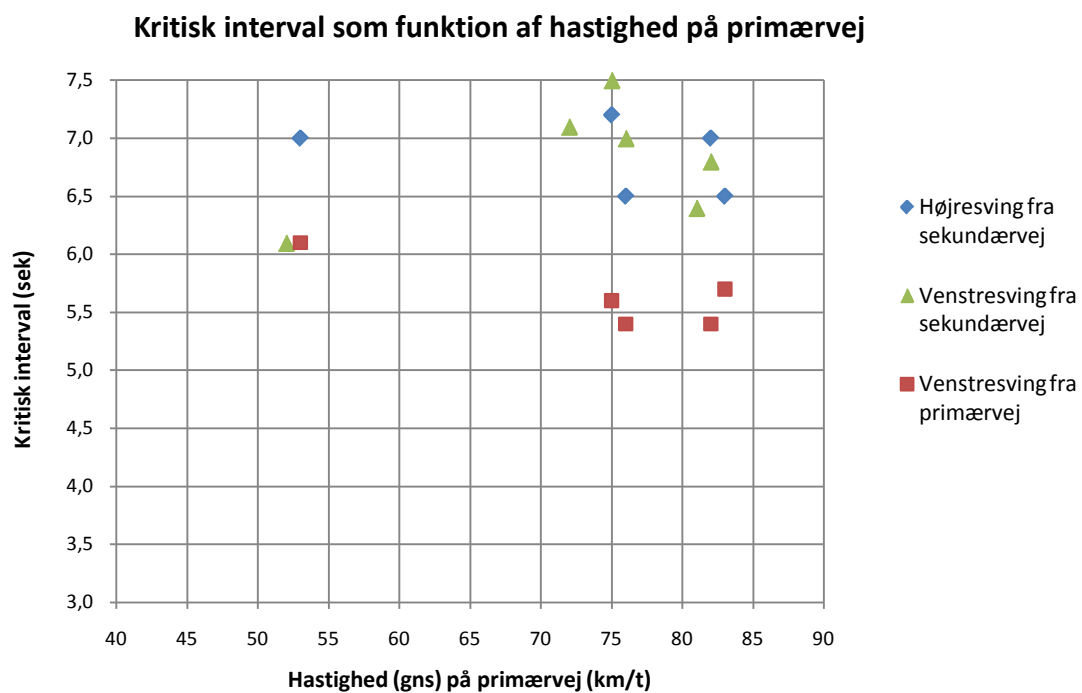
Passagetid for venstresvingende primærtrafikanter måles på tilsvarende måde.

Passagetid tungt køretøj

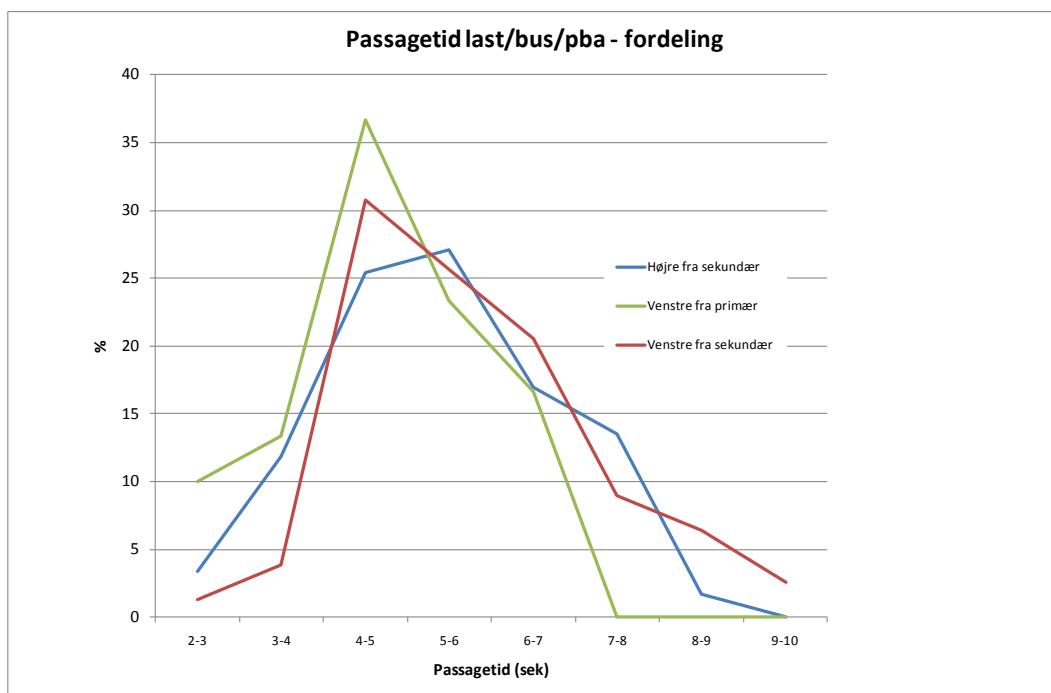
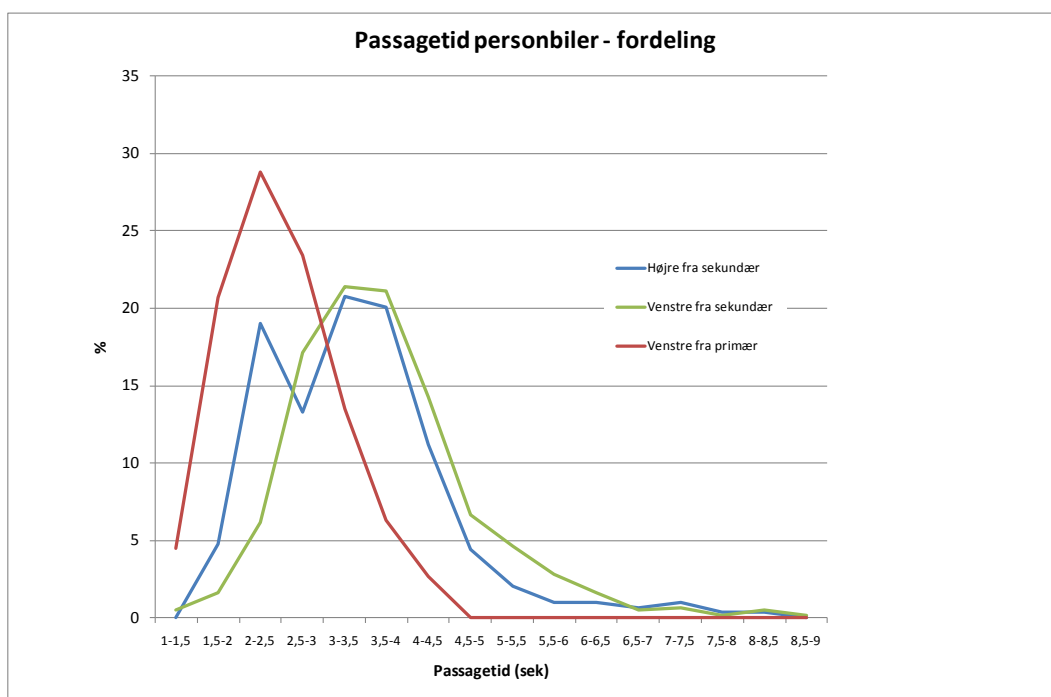
Da antallet af passagetider for sættevogntog og påhængsvogntog er lille, er registreringerne suppleret med en alternativ beregningsmetode. For både lastbiler, busser, personbil med anhænger, sættevogntog og påhængsvogntog er der registreret den tid, det tager det enkelte køretøj, at køre en strækning, der svarer til køretøjets længde ($T1$). Herudover er registreret den tid ($T2$) det tager en personbil at tilbagelægge strækningen frem til det forankørende køretøj, se nedenstående figurer. Den samlede passagetid er da beregnet som $T1+T2$.



Bilag 3 - Hastighed og kritisk interval



Bilag 4 - Passagetider – fordeling



Bilag 5 - Internationale adfærdsparametre

Svingbevægelse	Basis værdier for det kritiske interval og passagetid, der benyttes i hhv. Danmark, USA, Sverige og Tyskland (sek.)			
	Model	Ubetinget vigepligt	Fuldt stop	Passagetid
Højresving fra sekundærvej	DK - vejregler	5,5 (5,5 ¹)	6,5 (6,5 ¹)	3,0
	HCM	6,2 (6,9 ¹)	6,2 (6,9 ¹)	3,3
	CapCal	5,9 ² (6,9 ³)	6,6 ² (7,5 ³)	3,5 ² (4,1 ³)
	HBS	7,3	7,3	3,1 (3,7 ⁴)
Vestresving fra sekundærvej	DK - vejregler	7,0 (8,0 ¹)	8,0 (9,0 ¹)	3,0
	HCM	6,4	7,1 (7,5 ¹)	3,5
	CapCal	6,2 ² (7,2 ³)	6,9 ² (7,8 ³)	3,7 ² (4,3 ³)
	HBS	7,4	7,4	3,4 (3,8 ⁴)
Krydsning af primærvej	DK - vejregler	6,0 (7,0 ¹)	7,0 (8,0 ¹)	3,0
	HCM	6,5	6,5 (6,5 ¹)	4,0
	CapCal	6,0 ² (7,0 ³)	6,7 ² (7,6 ³)	3,6 ² (4,2 ³)
	HBS	7,0	7,0	3,5 (4,0 ⁴)
Venstresving fra primærvej	DK - vejregler	5,5 (6,0 ¹)	5,5 (6,0 ¹)	3,0
	HCM	4,1	4,1 (4,1 ¹)	2,2
	CapCal	5,7 ² (6,7 ³)	5,7 ² (6,7 ³)	3,4 ² (4,0 ³)
	HBS	5,9 (6,4)	5,9	2,6

Basisværdier for det kritiske interval ved to gennemgående spor på primærvejen samt passagetiden. For alle lande gælder at det kritiske interval korrigeres mht. geometri og trafikforhold i det enkelte kryds.

¹ Værdi for fire gennemkørende spor på primærvejen

² Værdi ved skiltet hastighed på 70 km/t

³ Værdi ved skiltet hastighed på 90 km/t

⁴ HBS opererer med passagetider for kryds med hhv. ubetinget vigepligt eller fuldt stop på sekundærvejen. Værdi i parentes angiver passagetid ved fuldt stop.