



Adfærd ved motorvejstilslutninger

Fletteadfærd, vognbaneskift, tidsafstand

November 2005



Poul Greibe
Puk Kristine Andersson

Trafitec
Scion-DTU
Diplomvej, bygning 376
2800 Kgs. Lyngby
www.trafitec.dk

Indhold

1 Indledning	3
2 Måleprogram	5
2.1 Trafik- og hastighedsmålinger.....	5
2.2 Videoptagelse af trafikantadfærd.....	6
3 Registrering af adfærd	7
3.1 Fletteadfærd.....	7
3.2 Vognbaneskift.....	8
3.3 Tidsafstand.....	9
4 Resultater	11
4.1 Fletteadfærd	11
4.2 Vognbaneskift.....	16
4.3 Tidsafstand.....	18
5 Sammenfatning	22
Referencer	24

1 Indledning

Med henblik på at kunne justere vejreglerne for udformning af motorveje, under hensyn til ændrede hastighedsniveauer, igangsatte Vejdirektoratet i 2003 en undersøgelse af trafikanters adfærd ved motorvejtillutninger.

De eksisterende projekteringsvejregler for motorveje stammer fra starten af 1970'erne, hvori den dimensionerende hastighed er sat til 120 km/t, og hvor indfletningshastigheden fra ramper er fastsat til 90 km/t. Siden da har både køretøjerne, trafikantadfærden og det tilladte hastighedsniveau ændret sig.

Det er målet, at undersøgelsens resultater skal være med til at danne baggrund for vurderinger af hvorvidt de gældende projekteringsregler for tillutninger, i form af rampeanlæg/flettestrækninger, skal ændres i relation til de nye forhold som gør sig gældende i dag.

Projektet blev opdelt i fire faser.

Fase 1 Fase 1 indeholder en beskrivelse af de nuværende projekteringsregler for motorvejtillutninger (danske + udenlandske) samt en problemanalyse, hypoteser og udkast til måleprogram.

Fase 1 er afrapporteret i notatet *Udformninger af motorvejtillutninger. Problemanalyse, hypoteser og måleprogram* fra juni 2003 [1].

Fase 2 Fase 2 indeholder en gennemførelse af et måleprogram med det på det tidspunkt eksisterende hastighedsniveau.

Fase 2 blev gennemført sommer/efterår 2003.

Fase 3 Fase 3 indeholder en eventuel gentagelse af måleprogrammet efter ændring af det tilladte hastighedsniveau på motorveje, hvor hastighedsniveauer på 90, 110 og 130 km/t forekommer.

Behovet for gennemførelse af Fase 3 har endnu ikke været tilstede.

Fase 4 Fase 4 består i opsamling af resultater, analyser og anbefalinger.

I relation til Fase 4 er der, foruden dette notat, udarbejdet to notater: *Analyse af trafik og hastigheder på motorvejsramper*, februar 2005 [2] samt *Tilkørselsramper – konflikter af type 5*, april 2005 [3].

Foreliggende notat indeholder en opsamling af måleprogrammets resultater omkring trafikanternes adfærd på motorvejen i forbindelse med otte rampetillutninger. Trafikanternes fletteadfærd, tidsgab og vognbaneskift ses i relation til hastigheder og trafikintensiteter på motorvejen. Notatet er det sidste i rækken i tilknytning til Fase 4.

2 Måleprogram

Som nævnt indledningsvis indgår i alt otte tilkørselsramper i det gennemførte måleprogram bestående af trafik- og hastighedsmålinger samt videooptagelser af trafikantadfærd.

Lokalitet, rampelængde, krydsregulering ved rampestart samt det i måleperioden gældende hastighedsniveau fremgår af nedenstående Tabel 1.

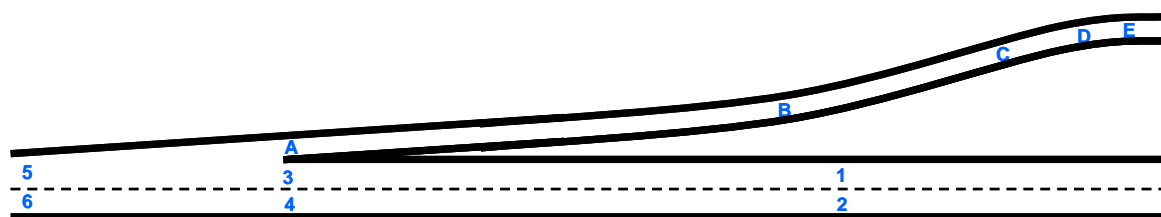
Lokalitet	Afkørselnr./retning	Rampelængde til konvergenssnit (m)	Krydsregulering ved rampestart	Gældende hastgrænse efterår 03
Odense	50 / vest	397	Vigepligt	110
Vejle	60 / syd	460	Signal	110
Horsens /Lund	56 / syd	520	Vigepligt	110
Haderslev / Vojens	68 / syd	514	Vigepligt	110
Nyborg	46 / vest	675	Vigepligt	110
Kildebjerg Raste-anlæg	53-54 / vest	180	-	110
Kildebjerg Raste-anlæg	53- 54 / øst	303	-	110
Buddinge	19 / sydvest	191	Signal	90

Tabel 1. Rampelokalitet, afkørselsnummer, rampelængde, krydsregulering ved rampestart samt gældende hastighedsniveau i måleperioden.

2.1 Trafik- og hastighedsmålinger

For hver af de otte tilkørselsramper er der foretaget trafik- og hastighedsmålinger vha. Histarplader monteret på vejbanen før og umiddelbart efter flettestrækningen samt på rampen. Målingerne er foretaget som 15 minutters tællinger over 3-4 dage i perioden august – oktober 2003.

I Figur 1 ses en principskitse med angivelse af målesnittenes placering. Seks Histarplader (1-6) er monteret på motorvejen i tre snit; ca. 200 m før konvergenssnittet (1 og 2), ved konvergenssnittet (3 og 4) og i det snit hvor kilestrækningen ophører (5 og 6). Derudover er der placeret fem målesnit på rampen (A-E), hvor snit A ligger i konvergenssnittet og snit E ligger først på rampen.



Figur 1. Placering af målesnit til trafik- og hastighedsmålinger.

2.2 Videooptagelse af trafikantadfærd

For hver af de otte tilkørselsramper er der i samme periode, hvor der er gennemført trafik- og hastighedsmålinger, desuden foretaget ca. 2x7 timers videooptagelser over to hverdage. Optagelserne har typisk været i tidsrummet 08:00-11:00 og 13:00-16:30. For rampen i Buddinge er der dog kun filmet én dag i dagtimerne.

Optagelserne er typisk gennemført vha. to videokameraer, der tilsammen dækker motorvej og rampe i et observationsområde der strækker sig fra det første målesnit på motorvejen (1-2) til det sidste målesnit (5-6), se Figur 1.

Videooptagelserne benyttes til vurdering af fletteadfærd, tidsafstand mellem rampebilist og motorvejsbilist ved indfletning samt antallet af vognbaneskiift.

En detaljeret beskrivelse af det samlede måleprogram findes i notatet fra Fase 1, [1].

3 Registrering af adfærd

Rampe- og motorvejstrafikanternes adfærd er registreret ud fra de i alt ca. 14 timers videooptagelser per rampe. Registreringen har fokuseret på fletteadfærd, tidsafstanden mellem rampe- og motorvejstrafikanter samt vognbaneskit.

For enkelte optagelser har det ikke været muligt at foretage en fuldstændig registrering af videooptagelserne pga. periodevis dårlig sigt ved nedbør eller forringede lysforhold.

Videoregistreringen af fletteadfærd, tidsafstande samt vognbaneskit er foretaget ud fra kriterierne beskrevet nedenfor.

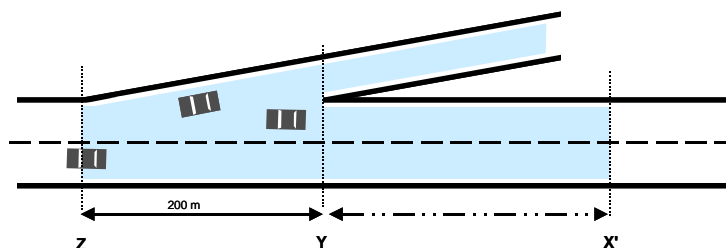
3.1 Fletteadfærd

For hver rampetraфикant er der foretaget en *subjektiv* vurdering af, hvorvidt *rampetraфикanten* foretager en eller anden form for uhensigtsmæssig eller ulovlig manøvre, som bliver udløst af, at rampetraфикanten skal ud på motorvejen. Der blev skelnet mellem følgende seks manøvrer:

1. Tydelig opbremsning/acceleration
2. Vognbaneskit (pludselig/forsøg på pludselig vognbaneskit)
3. Tætkørende
4. Overskridelse af spærreflade eller fuldt optrukken linie
5. Stop for enden af flettestrækning *eller* fortsætter i eller delvist i nødspor
6. Andet

Ligeledes er det registreret om der i forbindelse med rampetraфикanternes indfletning foretages opbremsning, pludselige vognbaneskit, tæt kørsel eller andre uhensigtsmæssige eller ulovlige manøvrer af *motorvejstrafikanterne* (samme mulige manøvrer som for rampetraфикanterne bortset fra 4 og 5). Rampetraфикantens hhv. motorvejstrafikantens køretøjsart er ligeledes registreret.

Vurderingerne/observationerne er foretaget i hele observationsfeltet, fra X' til Z, se Figur 2.



Figur 2. Observationsfeltet er markeret med lys blå (X' til Z). Den nederste del af rampen er inkluderet i observationsområdet. Udstrækningen af observationsfeltet langs rampen afgøres fra lokalitet til lokalitet. I princippet starter observationsfeltet, der hvor rampebilist og motorvejsbilist kan se hinanden.

I tilfælde af samtidige reaktioner fra både rampetraфикant og motorvejstrafikant i forbindelse med rampetraфикantens indfletning er begge køretøjsarter blevet registreret.

Det skal bemærkes at der i Z og X' ligger Histarplader. Histarpladerne kan ses på videooptagelserne, hvilket gør det let at afgrænse observationsfeltet i forbindelse med videoregistreringen.

3.2 Vognbaneskift

Antallet af køretøjer der foretager vognbaneskift indenfor observationsområdet er opgjort i 15 minutters intervaller.

Et vognbaneskift er defineret ved at køretøjet krydser midterlinien med et hjulpar (på langs af bilen). Kun vognbaneskift i observationsområdet medtages, se Figur 3. Et vognbaneskift kan dog godt udløses af en rampebilist, som befinder sig uden for observationsområdet, altså som fx har passeret snit Z.

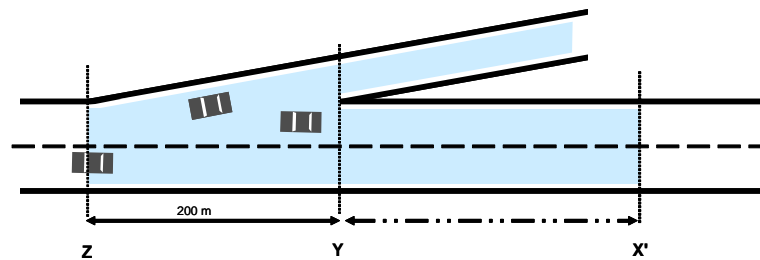
For de køretøjer der foretager vognbaneskift er der foretaget en *subjektiv* vurdering/skøn af, om vognbaneskiftet sker som følge af en rampebilist eller ej. Således er registreringen opdelt på to situationer, hvor:

1. Vognbaneskiftet helt sikkert *ikke* sker pga. en rampebilist. Dvs. at der ikke befinder sig rampebilister i nærheden, hverken foran eller bagved, der kan påvirke eller udløse et vognbaneskift.
2. Vognbaneskiftet skyldes (eller måske skyldes) en rampebilist der befinder sig enten foran eller bagved motorvejstrafikanten.

Hvis det samme køretøj har foretaget flere vognbaneskift i observationsområdet medregnes alle vognbaneskift. Antallet af vognbaneskift (situation 1 og situation 2) opdeles på, om det er en motorvejstrafikant eller en rampebilist der foretager vognbaneskiftet. En rampebilist kan således godt efter indfletning foretage vogn-

baneskift som følge af en foranliggende rampebilist eller en motorvejstrafikant. For vognbaneskift foretaget af en motorvejsbilist, er det endvidere registreret om vognbaneskiftet sker fra højre til venstre vognbane eller omvendt.

Observationsområdet defineres som vist på Figur 3, hvor snit X' ligger ca. 100 m før konvergenssnittet (Y), og snit Z ligger hvor kilestrækningen ophører.

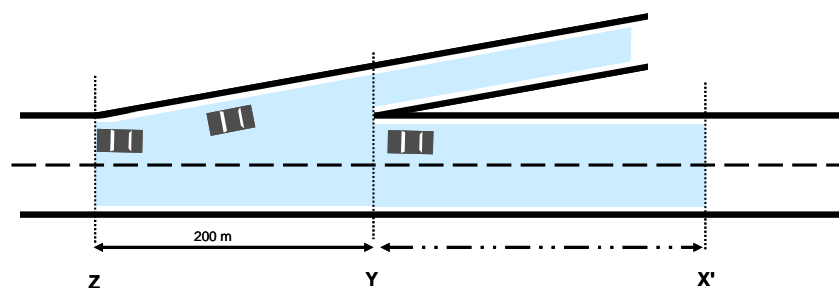


Figur 3. Registrering af vognbaneskift foretages indenfor observationsområdet (X' – Z).

3.3 Tidsafstand

For hver rampebilist er det benyttede tidsgab blevet registreret. Tidsgabet er defineret som den tidsmæssige afstand mellem de to køretøjer på motorvejen, som rampebilisten kører ind i mellem.

Tidsregistreringerne er foretaget i snit Z, svarende til det snit, hvor indfletningsrampen er helt inde på motorvejen, se Figur 4. Der måles kun i højre kørespor.



Figur 4. Tidsregistreringer foretages i snit Z.

Tidspunkt for passage i snit Z er registreret for:

- køretøjet foran rampebilisten
- rampebilisten
- køretøjet efter rampebilisten

Tidsafstanden mellem køretøjet foran og bagved rampebilisten udgør det benyttede tidsgab. Tidsafstanden beskriver hvor "tæt" rampebilisten kommer på motorvejstrafikanterne.

I tilfælde af, at der er flere rampebilister der følger efter hinanden i samme gab er følgende parametre registreret:

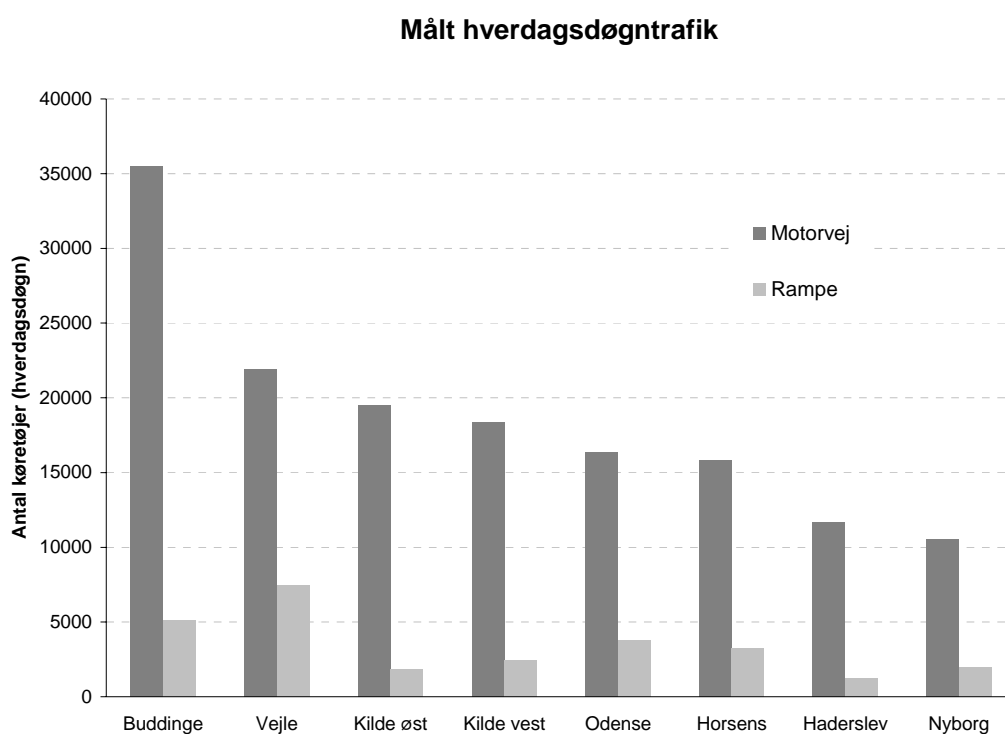
- tidsgab mellem motorvejsbilister
- antal rampebilister der benytter samme tidsgab

I tilfælde af at rampebilisten ved konvergenssnittet foretager vognbaneskift til venstre kørespor, registreres det benyttede tidsgab mellem motorvejsbilister i højre kørespor. Samtidig noteres at rampebilisten har foretaget vognbaneskift.

4 Resultater

I de efterfølgende afsnit gengives en række af hovedresultaterne fra de indsamlede data. Kun de mest relevante hovedtal er gengivet.

Ikke overraskende er resultaterne generelt set meget afhængig af den konkrete trafikbelastning på rampen og på motorvejen. En sammenligning af ramperne indbyrdes kan derfor kun lade sig gøre, hvis man samtidig prøver at tage trafikbelastningen med i betragtningerne. Figur 5 viser trafikbelastningen på de målte lokaliteter. Buddinge er den rampelokalitet med flest køretøjer på motorvejen, mens Vejle er den lokalitet med mest rampetrafik. Ved Vejle svarer rampetrafikken til ca. 1/3 af trafikintensiteten på motorvejen (før indfletning).



Figur 5. Trafikbelastning på motorvej og rampe for de forskellige lokaliteter.

4.1 Fletteadfærd

Antallet af registrerede konfliktskabende manøvrer for de 8 ramper er vist i nedenstående Tabel 2.

Tallene for de forskellige ramper kan ikke sammenlignes direkte, da antallet af registrerede timer på lokaliteterne ikke er ens. Derudover kan det ikke udelukkes, at antallet af registrerede manøvrer til dels afhænger af den konkrete kameraplace-

ring. Ved nogle ramper (bl.a. Vejle og Haderslev) var der mulighed for en optimal kameraplacering, hvor adfærden meget nemt kunne observeres og efterfølgende registreres. Ved andre ramper var det mere vanskeligt at finde en god kameraplacering, hvor kameravinklen til køretøjerne i fletteområdet var optimal. Ved disse ramper vil der muligvis være registreret færre manøvrer pga. et dårligere udsyn/vinkel til køretøjerne i fletteområdet.

Manøvre	1	2	3	4	5	6	I alt
	Tydelig decc/acc.	"Farlig" vognbaneskift	Tætkørende	Overskrid. spærrefi. / kantlinie	Kører/stop i nødspor	Andet	
Buddinge	74	6	7	3	2	2	94
Haderslev	2	4	13	5	12	0	36
Horsens	19	5	21	48	6	2	101
Kilde vest	37	4	34	1	2	6	84
Kilde Øst	2	5	12	145	4	2	170
Nyborg	8	7	13	20	1	0	49
Odense	87	3	121	20	9	0	240
Vejle	12	7	89	276	79	3	466
Total	241	41	310	518	115	15	1241

Tabel 2. Antal registrerede manøvrer opdelt på rampe og type.

Den manøvre som er registreret oftest, er "overskridelse af spærreflade / fuldt optrukket linie" (type 4). Manøvren er især registreret i Vejle og ved Kildebjerg Øst hvor den udgør størstedelen af de registrerede manøvrer.

Også "tætkørende" (type 3) optræder ofte. Denne manøvre er dog baseret på en mere subjektiv vurdering og en sammenligning ramperne imellem er formentlig mere vanskelig. Det samme gælder manøvre type 1 (tydelig decc/acc). En nærmere gennemgang af manøvre 4 og 5 kan ses i afsnit 4.1.1 og 4.1.2. Manøvrer 4 og 5 kan knyttes til noget der ligner "lovovertrædelser" og kan endvidere vurderes meget objektivt, idet der er tale om manøvrer hvor køretøjet overskrider en kantlinie eller spærreflade.

Som det ses i Tabel 3, er der i gennemsnit registreret 6 u hensigtsmæssige manøvrer pr. 100 rampekøretøjer for alle ramper samlet set. Kildebjerg øst har flest manøvrer pr. 100 rampekøretøjer (i alt 12), mens de resterende ramper har mellem 4 og 9 manøvrer pr. 100 rampekøretøjer.

Rampe	Antal rampekøretøjer	Manøvrer i alt	Manøvrer pr. 100 rampekøretøjer
Buddinge	1733	94	5
Haderslev	419	36	9
Horsens	2617	101	4
Kilde vest	1686	84	5
Kilde øst	1401	170	12
Nyborg	1224	49	4
Odense	3849	240	6
Vejle	8150	466	6
Total	21079	1241	6

Tabel 3. Antal registrerede manøvrer (type 1-6) set i forhold til antal rampebilister.

En nærmere analyse af hvordan antallet af registrerede manøvrer afhænger af antal rampekøretøjer, viser, ikke overraskende, at jo flere rampekøretøjer der er, jo flere manøvrer. Nedenstående Figur 6 viser en gennemsnitlig sammenhæng mellem antal manøvrer og antal rampebilister for hver rampe illustreret ved en ret linie. Liniernes dækker dog over generelt stor variation. Som før nævnt, kan der være en forskel i registrerbarheden af de undersøgte manøvrer ramperne imellem pga. forskellige kameraplaceringer. Derfor kan det være svært at sammenligne niveauerne for liniernes i figuren direkte. Derimod vil liniernes hældning afspejle, hvordan ændringer i antal manøvrer for den enkelte rampe afhænger af trafikintensiteten på rampen.



Figur 6. Antal registrerede manøvrer som funktion af trafik på rampen. Angivet som gennemsnitlige tendenslinier.

Buddinge og Kildebjerg øst er de ramper, hvor antallet af registrerede manøvrer stiger kraftigst ved øget rampetrafik. For Kildebjerg vest der, ligesom Kildebjerg øst og Buddinge, er en kort rampe, er situationen ikke kritisk på tilsvarende vis.

I de efterfølgende afsnit ses nærmere på udvalgte adfærdssituationer, nærmere bestemt manøvre 4 og manøvre 5.

4.1.1 Overskridelse af spærreflade eller fuldt optrukken linie (manøvre 4)

Denne manøvre dækker over rampebilister som overskrider spærrefladen eller den fuldt optrukne linie ud mod motorvejen før konvergensen. Manøvren er primært registreret ved Vejle, Kildebjerg Øst og ved Horsens. I næsten alle tilfælde udføres manøvren af en personbil.

Ved Kildebjerg Øst er rampen udformet med spærreflade efterfulgt af en ca. 120 m lang fuldtoptruknet linie, se nedenstående foto. Rampeudformningen kan næsten karakteriseres som en parallelrampe, hvor rampebilisterne kører parallelt med motorvejen før selve kilestrækningen nås. På denne strækning er der registreret mange rampebilister som krydser kantlinjen, dvs. de fletter ind på motorvejen før kilestrækningen. Det sker på trods af, at rampen er forholdsvis kort (303 m).



Rampeanlæg ved Kildebjerg Øst.

Vejle-rampen må karakteriseres som en lang rampe (460m), men med meget store trafikmængder på både motorvej og rampe. Ved Vejle er der ligeledes registreret mange manøvrer af type 4. Det skyldes formentlig flere ting. For det første er trafikken på rampen styret af et signalanlæg, hvilket betyder, at rampetrafikken ankommer til kilestrækningen i "klumper", dvs. typisk 4-5 biler ad gangen. Er den første rampebilist "lidt langsom" bliver de bagvedkørende rampebilister utålmodige, og i nogle tilfælde krydser de spærrefladen eller den fuldt optrukne linie før

konvergensnittet, for at komme først ud på motorvejen. I andre tilfælde krydser rampebilisten den fuldt optrukne linie umiddelbart før konvergensnittet for at udnytte et "hul" i motorvejstrafikken.

Horsens er ligeledes en lang rampe (520m), og her er der også registreret mange manøvrer af type 4. Manøvren ses typisk i situationer, hvor der er flere bilister på rampen, og hvor en bilist i 2. eller 3. position overskrider den fuldt optrukket linie for at "komme hurtigt" ud på motorvejen – og ofte direkte ud i overhalingsbanen. Manøvren må derfor ofte tilskrives "aggressive" bilister. Nedenstående foto viser hvor hovedparten af overskridelser finder sted.

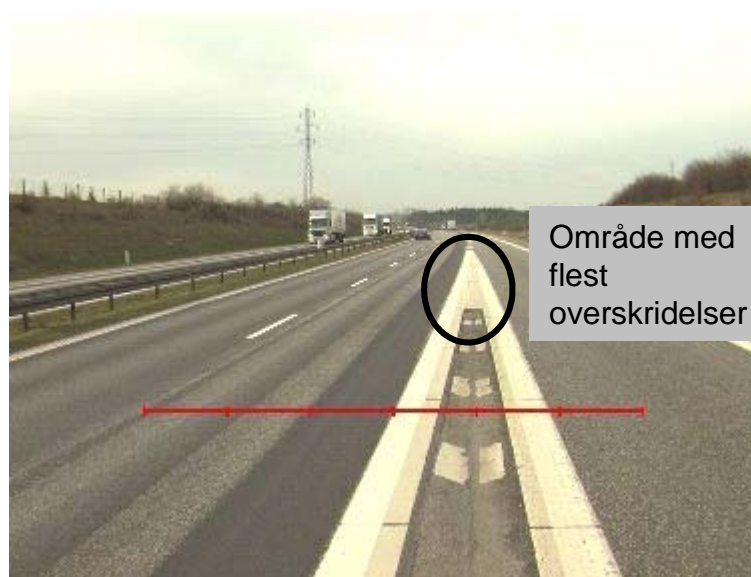


Foto fra Horsens der viser spærreflade og afmærkning i forlængelse af spærreflade.

4.1.2 Overskrider kantlinie til nødspor (manøvre 5)

En opgørelse over antallet af implicerede køretøjer på motorvejen i forbindelse med manøvre 5 (rampebilist stopper forenden af flettestrækning eller fortsætter i eller delvist i nødspor) er vist i nedenstående tabel.

Rampe	Impliceret køretøj på motorvej			Konflikter i alt
	lastbil	personbil	ingen	
Buddinge	2			2
Haderslev	10	1	1	12
Horsens	6			6
Kilde vest			2	2
Kildeøst	2	1	1	4
Nyborg	1			1
Odense	4	5		9
Vejle	63	14	2	79
Hovedtotal	88	21	6	115

Tabel 4. Antal registrerede manøvrer af type 5, opdelt på impliceret køretøj på motorvej.

Der er registreret i alt 115 tilfælde af manøvre type 5. Langt de fleste er registreret ved Vejle. Oftest er det en situation, hvor rampebilisten på en kortere strækning overskrider kantlinien og fortsætter delvist i nødsporet. Det er således kun et fåtal af situationer, hvor rampebilisten kører helt ud i nødsporet eller stopper helt op.

Blandt de 115 registrerede manøvrer er det i langt størstedelen af tilfældene en lastbil (88 ud af 115), som er det implicerede køretøj på motorvejen ved konflikten. I 21 ud af de 115 tilfælde var det en personbil og i 6 tilfælde kan rampebilistens adfærd ikke tilskrives nogen bilist på motorvejen.

Ud af de 8 ramper ligger 2 (Vejle og Odense) på strækninger, hvor der eksisterer overhalingsforbud for tunge køretøjer. Baseret på subjektive vurderinger forekommer der en del kolonnekørsel blandt lastbilerne, som kan medvirke til at rampebilister har svært ved at flette ind på motorvejen, hvilket kan udløse en konflikt der fører til den registrerede manøvre. Der er i videoregistreringerne ikke skelnet mellem, hvorvidt en evt. lastbil på motorvejen har været en del af en lastbilkolonne eller ej.

For Vejle og Odense gælder det ligeledes, at trafikintensiteten på rampen, set i forhold til trafikintensiteten på motorvejen, er størst blandt alle ramper. Dette kan måske forklare de mange situationer af denne manøvre type.

4.2 Vognbaneskift

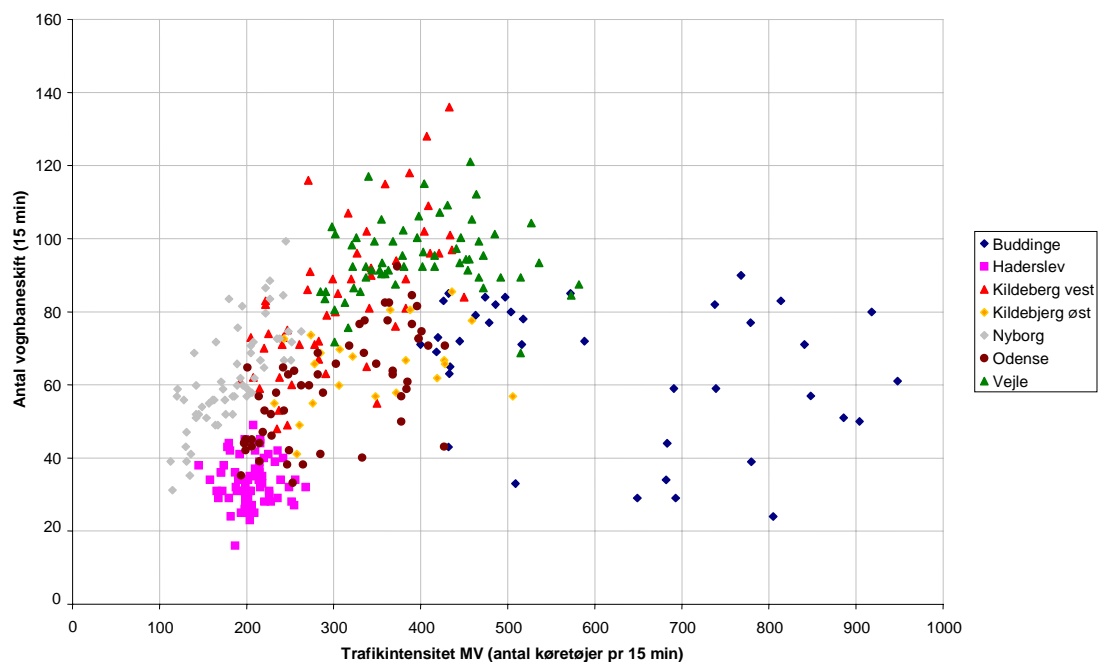
Det gennemsnitlige antal vognbaneskift per 15 min for de 8 lokaliteter er vist i nedenstående Tabel 5.

Rampe	Gns. antal vognbaneskift på motorvej (15 min)
Vejle	94
Kildebjerg vest	83
Buddinge	65
Kildebjerg øst	64
Nyborg	61
Odense	58
Haderslev	34

Tabel 5. Gennemsnitlig antal vognbaneskift pr. 15 min.

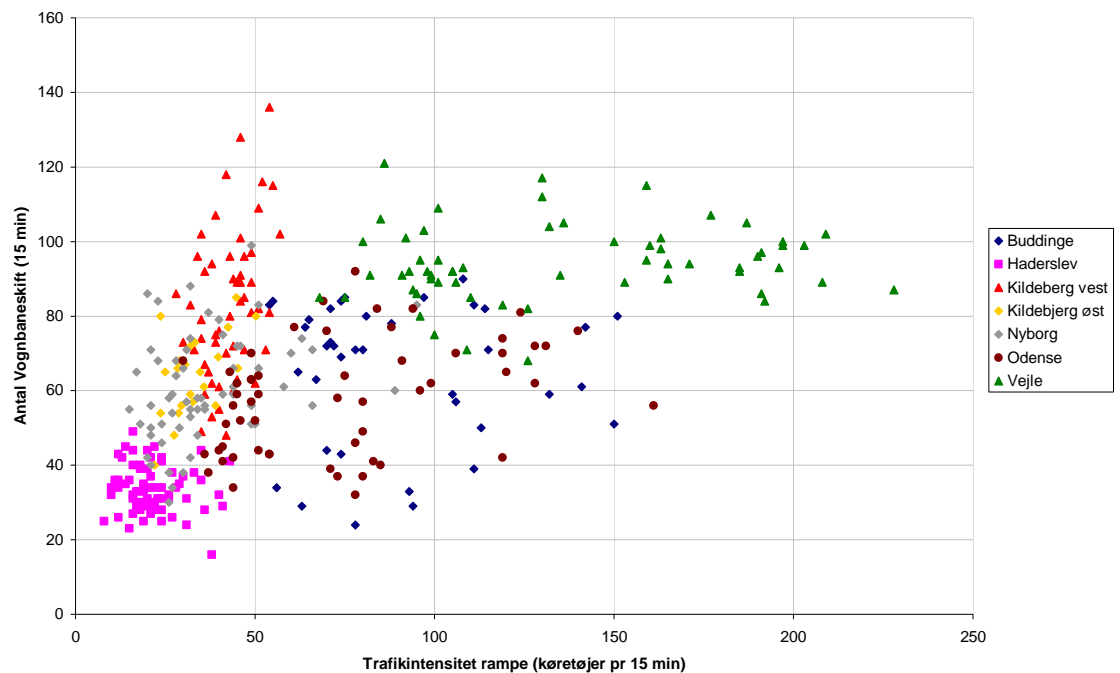
Som det ses er der stor forskel på, hvor mange vognbaneskift der foretages pr. 15 min. Ved Vejle foretages tre gange så mange vognbaneskift i forhold til Haderslev.

Antallet af vognbaneskift afhænger i høj grad af trafikintensiteten på rampen og på motorvejen. Figur 7 og Figur 8 viser antal vognbaneskifte pr. 15 min som funktion af trafikintensiteten på henholdsvis motorvej og rampe. Hver prik repræsenterer et 15 min interval.



Figur 7. Antal vognbaneskift som funktion af trafikintensitet på motorvej.

Ses der bort fra Buddinge-rampen, hvor trafikintensiteten er meget stor, er den generelle tendens, at jo mere trafik på motorvejen jo flere vognbaneskift. Kildebjerg Vest og Vejle har dog flere vognbaneskift end andre ramper ved samme trafikintensitet.



Figur 8. Antal vognbaneskift som funktion af trafikintensitet på rampe.

Figur 8 viser, at når rampetrafikken stiger, vil antallet af vognbaneskift ligeledes stige. Igen har Kildebjerg Vest og Vejle flere vognbaneskift i forhold til andre ramper med samme trafikmængde.

En nærmere analyse er gennemført, hvor antallet af vognbaneskift er sammenholdt med trafikintensitet på rampe og på motorvej. Den viser, at for de korte ramper (Buddinge, Kildebjerg vest/øst) er der flere vognbaneskift pr. rampetrafikant i forhold til de længere ramper. Det skyldes formentlig en lavere indfletningshastighed. Én rampetrafikant udløser mellem 0,7 og 1,4 vognbaneskift på de korte ramper, mens én rampetrafikant på de lange ramper udløser under 0,1 vognbaneskift. Tallene er fundet ud fra regressionsanalyser, hvor antal vognbaneskift pr. 15 min er sat som funktion af trafikintensitet på motorvej og rampe pr. 15 min.

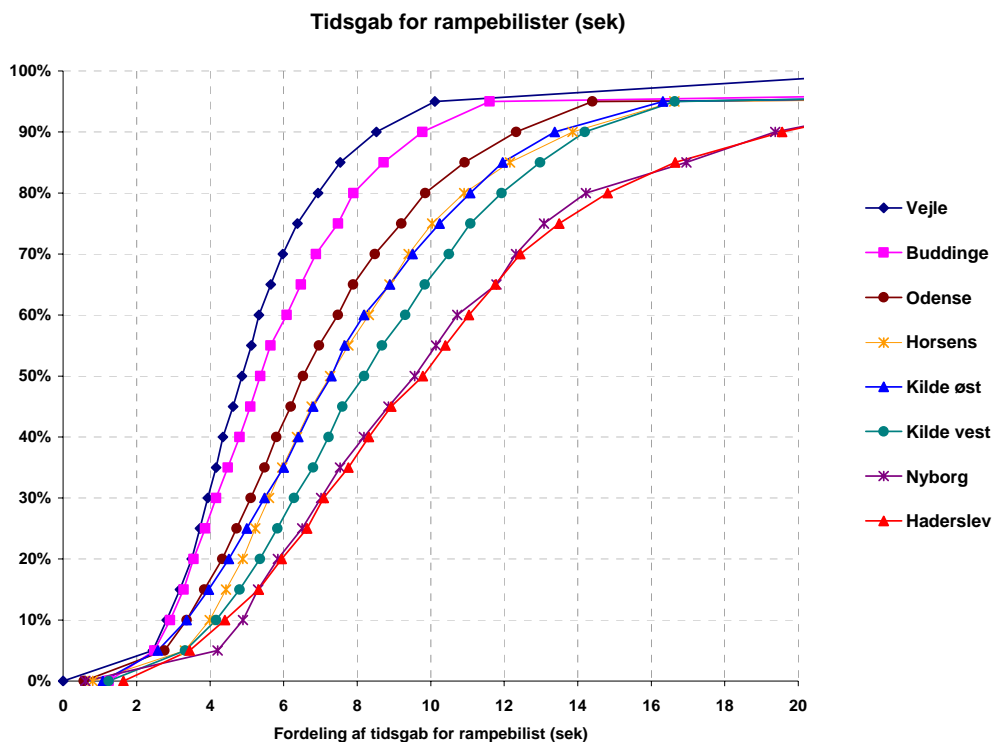
4.3 Tidsafstand

Det gennemsnitlige tidsgab, dvs. tidsafstanden mellem den - i forhold til rampe-trafikanten - foran- og bagvedkørende motorvejstrafikant, er for de 8 ramper som vist i nedenstående Tabel 6. Det mindste gennemsnitlige tidsgab er registreret ved Vejle efterfulgt af Buddinge. Det skal bemærkes, at flere rampebilister godt kan have benyttet samme gab.

Rampe	Middel tidsgab
Haderslev	9,8 sek
Nyborg	9,6 sek
Kildebjerg vest	8,2 sek
Horsens	7,3 sek
Kildebjerg øst	7,3 sek
Odense	6,5 sek
Buddinge	5,4 sek
Vejle	4,9 sek

Tabel 6. Gennemsnitlig tidsgab

Fordelingen af de målte tidsgab er vist i Figur 9. Haderslev og Nyborg har de største tidsgab og samtidig den største spredning på tidsgab. Vejle og Buddinge har den mindste spredning og den mindste middelværdi. Det skal bemærkes at krydsreguleringen ved rampestart netop ved disse de to ramper er signalstyret, hvilket måske kan have en indflydelse på dette udslag.

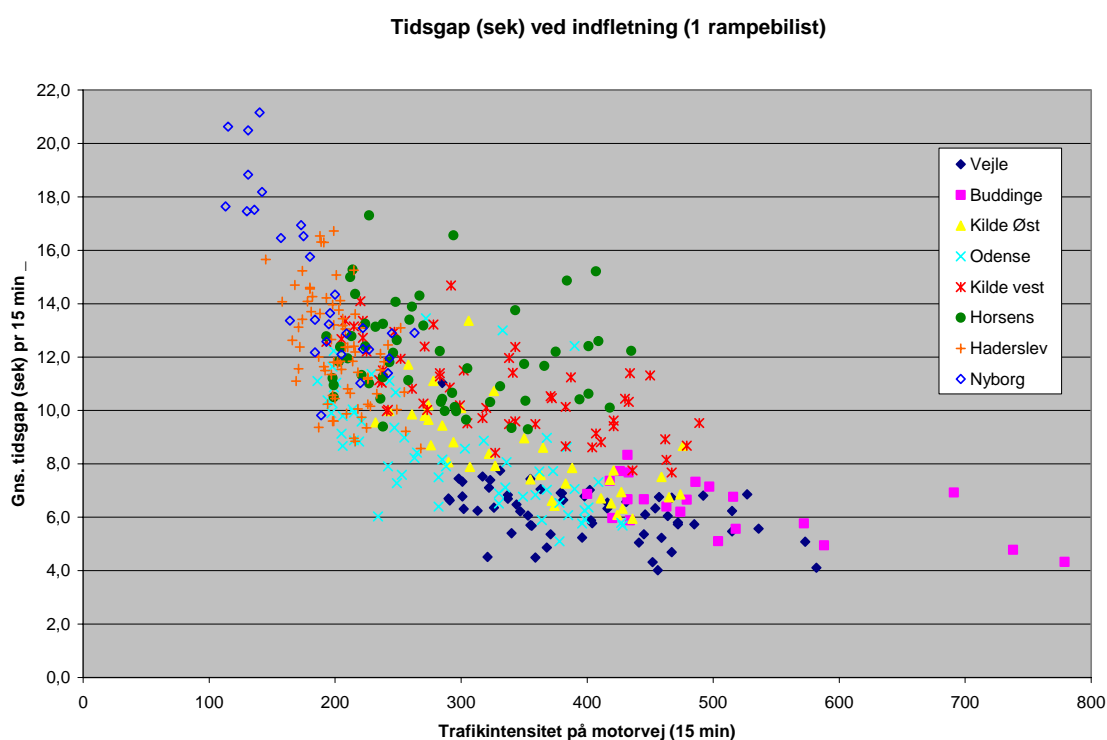


Figur 9. Fordeling af benyttede tidsgab for rampebilister.

De målte tidsgab er naturligvis meget afhængig af trafikintensiteten på motorvejen. Ikke overraskende er det således de to ramper med mest trafik (Vejle og Buddinge) der har de mindste tidsgab.

For at gøre data mere sammenlignelige medtages i det efterfølgende kun de gab, hvor kun én rampebilist har flettet ind.

Figur 10 viser de målte tidsgab (i situationer med én rampebilist) opdelt på de forskellige ramper og på trafikintensiteter på motorvejen. Hver ”prik” repræsenterer et 15 min interval.



Figur 10. Gennemsnitlig tidsgab som funktion af trafikintensitet på motorvej.

Jo større trafikintensiteten på motorvejen bliver, jo mindre tidsgab benyttes af rampetraffikanterne. Vejle og Odense har dog generelt lave tidsgab, lavere end f.eks. Horsens ved samme trafikmængde på motorvejen. De mindste gennemsnitlige tidsgab ligger på ca. 4 sekunder, svarende til at rampebilisten har ca. 2 sekunder til den foran/bagved kørende bilist.

En samlet analyse af alle de målte tidsgab viser, at tidsgab reduceres ved stigende trafikintensitet på motorvej og på rampe. Når trafikintensiteten på motorvejen stiger med 50 køretøjer per 15 min, falder tidsgabet med 0,6 sek. Når trafikintensiteten stiger med 25 køretøjer per 15 min på rampen, falder tidsgabet tilsvarende 0,6 sek. Til gengæld øges tidsgabet med 0,23 sek når rampelængden øges med 100 m. Den præcise sammenhæng er:

Gennemsnitlig tidsgab for én rampebilist (sek) =

$$13,3 + 0,0023 \cdot L_{rampe} - 0,023 \cdot N_{rampe} - 0,012 \cdot N_{mv}$$

hvor L_{rampe} er rampelængde i meter

N_{rampe} er trafikintensitet på rampe per 15 min

N_{mv} er trafikintensitet på motorvej per 15 min

Kortere ramper fører altså til kortere benyttede tidsgab.

5 Sammenfatning

Analysens fundne resultater er i det følgende opsummeret.

Adfærd

Jo større trafikintensiteten er på rampen, des flere uhensigtsmæssige manøvrer kan der registreres ved indfletning.

I relation til de korte ramper ser det ud til, at antallet af uhensigtsmæssige manøvrer stiger kraftigere ved øget trafikintensitet på rampen, set i forhold til de længere ramper.

Den hyppigste registrerede manøvre er type 4, hvor en rampebilist overskrider spærreflade eller fuldt optrukket linie mod motorvej før konvergenssnittet. Denne manøvre foretages næsten udelukkende af personbiler og optræder hyppigst ved Kildebjerg øst, Vejle og Horsens. Oftest skyldes det en utålmodig rampebilist som ikke kan vente med at komme ud på motorvejen, og derfor benytter den førstkommande mulighed for indfletning. Kildebjerg øst har en meget lang fuldt optrukket kantlinie der meget ofte overskrides. Manøvren ses generelt ved de lange ramper, måske fordi at rampen ”føles for lang” for den utålmodige bilist.

Manøvre type 5 er situationer hvor en rampebilist helt eller delvist overskrider kantlinien til nødsporet. Ved denne manøvre er det, i langt størstedelen af tilfældene, en lastbil som i relation til flettemanøvren er det implicerede køretøj på motorvejen. Lastbilerne er knap så gode til at give plads ved indfletning, hvilket resulterer i, at rampebilisten må overskride kantlinien til nødspor. Vejle, som er en lang rampe med meget store trafikintensiteter, er den rampe med flest registrerede manøvre af typen 5.

Vognbaneskift

Generelt er der tendens til, at jo højere trafikintensiteten er på motorvejen, des flere vognbaneskift registreres der på motorvejen. Ligeledes er tendensen, at når trafikintensiteten på rampen stiger, stiger antallet af vognbaneskift på motorvejen.

Ved de korte ramper findes flere vognbaneskift pr. rampetraфикant set i forhold til de længere ramper. Det skyldes formentlig den lavere indfletningshastighed, som udløser større trafikmæssig ”turbulens” i form af flere vognbaneskift på motorvejen. En rampetraфикant udløser i gennemsnit mellem 0,7 og 1,4 vognbaneskift på de korte ramper, mens en rampetraфикant kun udløser under 0,1 vognbaneskift på de lange ramper ved samme trafikbelastning.

Tidsgab

Jo højere trafikintensiteten er på motorvejen og/eller på rampen, des mindre bliver det tidsgab, som en rampebilist benytter i relation til indfletning på motorvejen, og des mindre bliver spredningen på tidsgabet.

I gennemsnit er der dog kun meget få tidsgab som er mindre end 4 sek., svarende til at rampebilisten efter indfletning vil have 2 sek. til den foran- og bagvedkørende bil. Det gælder også for de mest trafikbelastede ramper/motorveje.

Analyserne viser også, at for samme trafikbelastning har korte ramper mindre benyttede tidsgab i forhold til lange ramper.

Anbefalinger

Tilkørsler hvor accelerationsstrækningen forløber parallelt med motorvejen, adskilt med en fuldt optrukket kantlinie, indbyder rampebilisterne til indfletning på motorvejen før konvergensnittet nås. Anlæg af traditionel kileformet spærreflade før konvergensnittet forhindrer dette og anbefales.

Den fuldt optrukne linie der forløber i forlængelse af spærrefladen frem til konvergensnittet bør udformes med stærk rumleeffekt, således at en overskridelse bliver mindre attraktiv.

Korte rampelængder resulterer i langsommere indfletningshastighed, flere vognbaneskift på motorvejen og kortere benyttede tidsgab. I relation til de konfliktskabende manøvrer ser det ud til, at de korte ramper er mere følsomme overfor ændringer i trafikintensiteten end de længere ramper. For at opnå en så sikker og gnidningsfri trafikafvikling som muligt, anbefales det derfor at benytte lange rampelængder.

Der er dog en tendens til, at flere bilister overskrider spærreflade/kantlinie mod motorvej ved de lange ramper sammenlignet med de korte ramper.

Særlig fokus bør der være på ramper og motorveje med store trafikintensiteter. Især hvis rampetrafikken udgør en anseelig andel af den samlede trafik. Vejle rampen er et eksempel på dette, hvor der er registreret mange konfliktskabende manøvrer, på trods af at rampen har en længde på 460 m. Det bør overvejes at udvide motorvejen med et ekstra kørespor til rampetrafik, ved ramper som har store trafikintensiteter.

Baseret på en subjektiv vurdering, ser det ud til, at kolonnekørsel blandt lastbiler, formentlig forårsaget af overhalingsforbud, kan medføre flere konflikter ved indfletning. Dette fænomen bør undersøges nærmere.

Referencer

- [1] *Udformninger af motorvejtstilslutninger. Problemanalyse, hypoteser og måleprogram*, Poul Greibe & Puk Kristine Andersson, ATKINS, juni 2003.
- [2] *Analyse af trafik og hastigheder på motorvejsramper*, Poul Greibe, Trafitec, februar 2005.
- [3] *Tilkørselsramper – konflikter af type 5*, Poul Greibe, Trafitec, april 2005.