Evaluering af anlægsarbejder

Sammenfatning af evalueringsresultater fra
M40, M60, M14 og M10

Puk Kristine Andersson
Poul Greibe

10. april 2018

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

Forord

I perioden mellem 2012 og 2017 er fire motorvejsstrækninger blevet udvidet med yderligere ét spor i hver køreretning. De fire udvidelsesprojekter er:

- M40, Fynske Motorvej mellem Nr. Åby og Middelfart
- M60, Østjyske Motorvej mellem Skærup og Vejle
- M14, Helsingørmotorvejen mellem Gl. Holte og Hørsholm S samt
- M10, Køge Bugt Motorvejen, Etape 1 mellem Greve S og Solrød S samt Etape 2 mellem Solrød S og Køge V

De fire motorvejsudvidelser adskiller sig fra hinanden på en række områder; det gælder bl.a. i relation til anlægslogistik/trafikafvikling, sporkonfiguration samt brugen af ITS under anlægsarbejdet.

I tilknytning til hvert af de fire projekter er der gennemført et evalueringsprogram. Programmet dækker bl.a. evaluering af de trafikale, sikkerhedsmæssige og adfærdsmæssige effekter under anlægsarbejdet. Evalueringerne er forsøgt koordineret således, at effekterne på en række trafikale og adfærdsmæssige parametre, relateret til forskellige trafiksituationer, kan sammenholdes på tværs af de fire projekter.

Evalueringsprogrammerne er gennemført af Trafitec, Tetraplan og ÅFHH i samarbejde med Vejdirektoratet.

Til hvert af de fire evalueringsprogrammer har der været knyttet en evalueringsgruppe sammensat af repræsentanter fra Vejdirektoratet, herunder, medarbejdere i Trafikteamet, Trafikafvikling, Trafikledelse og T.I.C. Evalueringsgruppens formål var at give konstruktiv kritik af de gennemførte analyser og udarbejdede evalueringsnotater. Desuden, undervejs i anlægsforløbene, at indgive ønsker om nye/opståede forhold, der kunne være relevante at se nærmere på. Yderligere skulle evalueringsgruppen løbende holdes underrettet og opdateret omkring ulykker, hændelser, trafikafvikling mv. på anlægsstrækningerne.

Trafitec har af Vejdirektoratet fået til opgave at sammenfatte resultaterne på tværs af de fire evalueringer. Sammenfatningen på tværs skal medvirke til et større vidensgrundlag for valg af løsninger, herunder anlægslogistik, afmærkning, brug af ITS mv., i fremtidige anlægsprojekter. Nærværende notat er resultatet heraf.

Indhold

Forord **3**

1 Introduktion **9**
1.1 Baggrund og formål 9
1.2 Tværanalysens indhold 9
1.3 M40 - Fynske Motorvej 10
1.4 M60 - Østjyske Motorvej 13
1.5 M14 - Helsingørmotorvejen 15
1.6 M10 - Køge Bugt Motorvejen 17

DEL 1 OPSAMLING AF RESULTATER **21**

2 Trafiksikkerhed **23**
2.1 Uheldsudvikling 23
2.2 Uheldskarakteristika 28
2.2.1 Eneuheld og bagendekollisioner 28
2.2.2 Mødeuheld / Krydsning af midteradskillelse 31
2.2.3 Påkørsel af afspærringsmateriel / autoværn 32
2.2.4 Uheld ved trængning, fletning eller vognbaneskift 33
2.2.5 Uheld i mørke 34
2.2.6 Uheld med tunge / udenlandske køretøjer 34
2.2.7 Uheld ved kø 35
2.2.8 Uheld på parallelruter 36
2.3 Uheldstidspunkt 36
2.4 Uheld fordelt på vejdele 38
2.5 ITS og trafiksikkerhed 39
2.6 Opsamling trafiksikkerhed 39

3 Hændelser **43**
3.1 Registrerede hændelser - De 4 anlægsstrækninger 43
3.2 Registrerede hændelser, M10 - Reversible vognbaner 45

4 Trafik, hastighed og fremkommelighed **47**
4.1 Fremkommelighed 47
4.2 Kapacitet 49
4.2.1 Sporkonfiguration 49
4.2.2 Kortvarende afspærring 52
4.2.3 Øvrige generelle observationer 54
4.3 ITS og fremkommelighed 55

5 Trafikanters tryghed og tilfredshed 57
5.1 Trafikanttilfredshedsundersøgelse 57
5.2 Hyppighed, tidsrum og køretøjstype 59
5.3 Tryghed 62
5.4 Hastighedstavler – variable og faste 64
5.5 Informationstavler 69
5.6 Køvarsling 71
5.7 Rejsetidsinformation 73
5.8 Fremkommelighed 76
5.9 De variable tavler og informationsniveauet generelt 79
5.10 Arbejdskørsel 80
5.11 Gul bjælke 82
5.12 Smileytavle 83
5.13 Rumlestriber 84
5.14 Midlertidig afmærkning 86
5.15 Overledning 86
5.16 Spærrelinjer som adskillelse af kørespor 87
5.17 Trafikanttilfredshed 2017 – Reversible vognbaner (M10) 88
5.18 Opsamling trafikanters tryghed og tilfredshed 91

6 Tilfredshed blandt professionelle brugere 95
6.1 ITS-systemet 95
6.2 Afmærkning 98
6.3 Anlægsvej/beredskabsvej 99
6.4 Arbejdsgange og kommunikation 99
6.5 Samlede anbefalinger 100

7 Trafik på parallelvejnettet 103
7.1 M40 103
7.2 M60 103
7.3 M10 104
7.4 M14 104
7.5 Opsamling 105

8 ITS systemets funktion og effekt 107
8.1 Akut vejarbejde 108
8.1.1 M40 108
8.1.2 M60 110
8.1.3 M10 112
8.1.4 M14 115
8.2 Akut vejarbejde - opsamling 117
8.3 Bagendekollision 120
8.3.1 M40 120
8.3.2 M60 122
8.3.3 M10 124
8.3.4 M14 125

8.4 Bagendekollision - opsamling 126
8.5 Resultater fra et par øvrige cases 127
8.5.1 Trafikal effekt af ITS nedbrud 127
8.5.2 Brug af ITS ved sporbortfald 127
8.6 Opsamling - ITS og anlægsarbejdet 129

DEL 2 SÆRSKILTE ANALYSER 131

9 Afmærkning og adfærd 133
9.1 Sideværtsplacering – 1 (M60) 133
9.2 Sideværtsplacering – 2 (M40 & M60) 134
9.3 Arbejdsudkørsel fra midt (M10) 135
9.4 Arbejdsudkørsel fra midt (M14) 137
9.5 Midlertidig afmærkning ved slidlag (M10 & M40) 139
9.5.1 Vognbaneafmærkning med smalle hvide støttelinjer (M10) 139
9.5.2 Pile på kørebanen (M40) 140
9.6 Spærrelinjer (M10) 141
9.7 Smalle spor – 110 km/t (M10) 143
9.8 Brug af nødlomme (M40) 145

10 Sporbortfald, sportilføjelse og adfærd 147
10.1 Sporbenyttelse og adfærd som følge af sporbortfald (M40) 147
10.2 Alternativt rutevalg som følge af sporbortfald (M10/M20) 148
10.3 Kapacitet i forbindelse med kortvarende sporbortfald 150
10.4 Sportilføjelse (M40) 150

11 Hastighedsdæmpende og opmærksomhedsskabende tiltag 153
11.1 Rumlestriber og -felter (M40 & M10) 153
11.1.1 Rumlestriber (M40) 153
11.1.2 Rumlestribefelter (M10) 154
11.1.3 Rumlestribefelter opstrøms sporbortfald (M40) 156
11.2 Sænk farten / Din fart (M40) 158
11.3 Fartkontrol (M40) 159
11.4 N42 pr. 10 m på gul bjælke (M40) 160

12 Øvrige analyser 161
12.1 Trafik- og hastighedssituationen før bagendekollision 161
12.2 Hastighedsprofil frem mod kø (M40 & M60) 162
12.3 Samfundsøkonomisk rejsetidstab (M10) 163
12.4 Særtransporter (M40) 164
12.5 Særtransporter - Et generelt problem? 165
12.6 Tid for detektering og oprydning ved hændelser (M60) 166
12.7 Adfærd ved dynamisk E16 tavle 168

DEL 3 ERFARINGER & ANBEFALINGER 171

13 Dataindsamling 173
13.1 Trafik- og hastighedsdata 173
13.2 Videokameraer 174
13.3 Løbende registrering af hændelser og trafikafvikling 174
13.4 Trafikanttilfredshed 175
13.4.1 Uddeling af spørgekort 176
13.4.2 Online spørgeundersøgelse 177

14 Afmærkning og geometri 179
14.1 Rampetilslutninger 179
14.2 Afmærkning af kurver 180
14.3 Overledning 182
14.4 Afmærkning i forskellige trafiksituationer 183
14.4.1 Midteradskillelse 183
14.4.2 Hastighedstavle (C55 tavle) 184
14.4.3 Øvrige forhold 185
14.5 Rumlestriber 185
14.6 Smalle hvide støttelinjer 187
14.7 Gul ledebjælke 188
14.8 Arbejdsudkørsel 190
14.9 Sporkonfiguration 192
14.10 Sporbredder 193

15 Trafikledelse og trafikantinformation 195
15.1 Dynamisk hastigheds- og vognbanestyring 195
15.2 Hændelsesdetektering og trafikovervågning 197
15.3 Nye anlægsprojekter – Anbefalinger 198

Bilag 1 De 4 anlægsstrækninger, karakteristika 199

Bilag 2 ITS- og etape oversigt 203
M60 ITS og etape oversigtsplan 203
M40 ITS oversigtsplan 2013 204
M40 ITS oversigtsplan 2014 205
M14 ITS oversigtsplan 208

Bilag 3 Evalueringsnotater 209
M60 209
M40 210
M10 212
M14 214
Øvrige notater 215

1 Introduktion

1.1 Baggrund og formål

I perioden mellem 2012 og 2017 gennemføres et evalueringsprogram for hvert af de fire motorvejsudvidelsesprojekter:

- M40, Fynske Motorvej mellem Nr. Åby og Middelfart
- M60, Østjyske Motorvej mellem Skærup og Vejle
- M14, Helsingørmotorvejen mellem Gl. Holte og Hørsholm S
- M10, Køge Bugt Motorvejen, Etape 1 mellem Greve S og Solrød S samt Etape 2 mellem Solrød S og Køge V

De fire anlægsprojekter adskiller sig fra hinanden på en række områder; det gælder bl.a. i relation til eksisterende tværsnit, antal tilslutningsanlæg, anlægslogistik/trafikafvikling, sporkonfiguration samt brugen af ITS (type og tæthed af VMS tavler og informationstavler).

For hvert af de fire anlægsprojekter har Vejdirektoratet ønsket en analyserende evaluering af bl.a. de trafikale, sikkerhedsmæssige og adfærdsmæssige effekter under anlægsarbejdet. Evalueringerne af de fire udbygningsprojekter er forsøgt koordineret således, at effekterne på en række trafikale og adfærdsmæssige parametre, relateret til forskellige trafiksituationer, kan sammenholdes på tværs af projekterne.

Alle fire evalueringsprogrammer er gennemført for Vejdirektoratet. Programmet for M40 er gennemført af Trafitec, mens evalueringen af de øvrige tre anlægsprojekter; M60, M10 og M14, er gennemført i samarbejde mellem Trafitec, Tetraplan samt ÅFHH.

Nærværende tværgående analyse er gennemført af Trafitec i samarbejde med Vejdirektoratet. Analysen på tværs af de fire anlægsprojekter skal medvirke til et større vidensgrundlag for valg af løsninger, herunder anlægslogistik, afmærkning, brug af ITS mv., i fremtidige anlægsprojekter.

1.2 Tværanalysens indhold

Som en del af introduktionen beskrives de fire anlægsprojekter i korte træk i de følgende afsnit 1.3 til 1.6.

Herefter indeholder tværanalysen tre dele:

DEL 1: Opsamling af resultater
Første del af tværanalysen indeholder en overordnet opsamling og sammenligning af hovedresultaterne fra hver de fire evalueringer. Opsamlingen er baseret på allerede udarbejdede analyser omhandlende: Trafiksikkerhed, hændelser og cases, tilfredshed og tryghed blandt både trafikanter og professionelle brugere af anlægsstrækningen, trafik, trafik på parallelvejnettet, hastighed, fremkommelighed samt ITS-systemets funktion og effekt.

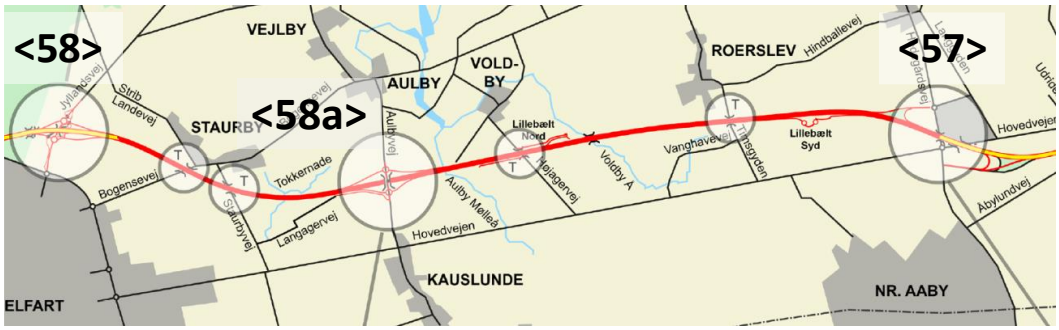
DEL 2: Særskilte analyser
Anden del indeholder et resumé af en række særskilte og supplerende analyser til evalueringerne af fx afmærkningsmæssige forhold, kapacitetsmæssige forhold eller lignende.

DEL 3: Erfaringer
Tværanalysens tredje del indeholder en liste, der kortfattet beskriver positive såvel som negative erfaringer, tanker og gode råd, som er opnået gennem arbejdet med evalueringerne. Erfaringslisten baseres på såvel veldokumenterede resultater/undersøgelser samt mere generelle betragtninger og erfaringer.

BILAG
Til slut følger en række bilag:
Bilag 1 indeholder en oversigt over de vigtigste karakteristika for de 4 anlægsstrækninger. *Bilag 2* indbefatter oversigter over de valgte ITS løsninger på anlægsstrækningerne, mens *Bilag 3* indeholder en referenceliste af alle udarbejdede notater og rapporter gennemført i forbindelse med evalueringerne.

1.3 M40 - Fynske Motorvej

I perioden marts 2013 til oktober 2014 blev den cirka 10 km lange strækning af M40, Fynske Motorvej, mellem <57> Nr. Aaby og <58> Middelfart udbygget fra 4 til 6 spor (Figur 1).



***Figur 1**. Anlægsstrækningen på Vestfyn fra <57> Nr. Aaby til <58> Middelfart (nu <58b>).*

Anlægsarbejdet forløb primært i to perioder:

- 2013: 7. marts - 16. november
- 2014: 5. marts - 3. oktober

De to anlægsperioder dækker samlet set over ca. 15 mdr. Vejdirektoratet benyttede en anlægslogistik, som ikke tidligere er afprøvet i Danmark.

I begge anlægsperioder blev trafikken afviklet i en 4+0 løsning med smalle spor og en hastighedsbegrænsning på 80 km/t med faste tavler – en anlægslogistik, som ikke tidligere er afprøvet i Danmark. Det er en anlægslogistik, der bl.a. forventes at optimere entreprenørernes arbejdsproces og afviklingen af trafik på strækningen. Der er to tilslutningsanlæg samt en rasteplads på anlægsstrækningen. I anlægsperioden blev der etableret yderligere ét tilslutningsanlæg på strækningen.

I vinterperioden 2013/2014 blev trafikken kortvarigt lagt tilbage i en 2+3 løsning med en tilladt hastighed på 110 km/t.

I 2013 blev 4+0 løsningen etableret på den nordlige side af motorvejen. Sporbredderne var ca. 270 cm (venstre), 290 cm (højre) + 15 cm delelinje. Midteradskillelsen var 90 cm (inkl. gul bjælke og kystlinjer) (Figur 2). Den gule bjælke blev tydeliggjort med 50 cm høje N42-tavler etableret på selve bjælken for hver 30 m.

***Figur 2**. M40, km ca. 194,0400, foto mod vest, maj 2013. 4+0 løsningen etableret på den nordlige side af motorvejen.*

I **2014** blev 4+0 løsningen etableret i den sydlige side af motorvejen. Sporbredderne var ca. 255 cm (venstre), 315 cm (højre) + 15 cm delelinje. Midteradskillelsen var på ca. 135 cm (inkl. gul bjælke og profilerede kystlinjer) (Figur 3). Højden af N42-tavlerne på den gule bjælke blev forøget til 71 cm, og på en 2 km lang delstrækning blev afstanden mellem N42-tavlerne reduceret til 10 m. På dele af anlægsstrækningen i vestgående retning var der nødrabat på ca. 2 m.

***Figur 3**. M40, km ca. 199,0400, foto mod øst, april 2014. 4+0 løsningen etableret på den sydlige side af motorvejen.*

I vinterperioden (17. november 2013 – 4. marts 2014) var trafikken lagt tilbage med 2 spor i vestgående køreretning og 3 spor i østgående køreretning, og en hastighedsgrænse på 110 km /t (Figur 4).

***Figur 4**. M40, km ca. 196,0900, foto mod vest, november 2013. Trafikken er lagt tilbage med 2 spor i vestgående køreretning og 3 spor i østgående køreretning. Optakt til sporbortfald i østgående køreretning, ses forrest/ til venstre i billedet.*

I forbindelse med udvidelsen etableres ét nyt tilslutningsanlæg ved Aulby (<58a> Middelfart Ø). Det eksisterende tilslutningsanlæg <58> Middelfart ombygges og navngives <58b> Middelfart, mens der foretages mindre justeringer på rampen ved tilslutningsanlæg <57> Nr. Aaby.

I overgangen til anlægsstrækningen, i både øst- og vestgående køreretning, er der etableret variable C55 tavler i 3-4 snit suppleret med infotavler til rejsetidsinformation og køvarsling. Samtidig er der etableret detektorsnit (inkl. videokameraer) pr. 800-1200 m på selve anlægsstrækningen til overvågning af trafikken. I Bilag 2 ses en oversigtsplan over den valgte ITS løsning i forbindelse med anlægsarbejdet i hhv. 2013 og 2014. Da hastighedsbegrænsningen på selve anlægsstrækningen er

80 km/t med faste tavler er muligheden for hastighedstilpasning vha. de variable tavler på strækningerne op til anlægsstrækningen begrænset til to visninger; 110 km/t og 80 km/t. Af samme grund justeres de variable hastighedstavler yderst sjældent.

Det skal bemærkes, at der i månederne april–juli, både i 2013 og 2014, samtidig med anlægsarbejdet på M40, var driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro. Driftsarbejdet var således delvist sammenfaldende med anlægsarbejdet på M40, hvilket - specielt i 2013 – har påvirket en række af evalueringsresultaterne. I relation til driftsarbejdet på Ny Lillebæltsbro er der gennemført separate undersøgelser.

Anslået ÅDT for strækningen i anlægsperioden ligger i intervallet fra 59.000 til 60.000 ktj. (Se Bilag 1 for ÅDT i det enkelte anlægsår samt øvrige karakteristika for anlægsstrækningen).

1.4 M60 - Østjyske Motorvej

I perioden november 2011 til december 2013 blev den cirka 13 km lange strækning af Østjyske Motorvej, M60, mellem Skærup og Vejle Nord udbygget fra 4 til 6 spor (Figur 5).

Under anlægsarbejdet blev trafikken afviklet i minimum 2 spor i begge køreretninger med varierende anlægslogistik (Figur 6). [1]

Anlægsarbejde og anlægsstrækning var opdelt i 8 etaper. Dertil kommer de to tilstødende strækninger nord hhv. syd for anlægsstrækningen, TL nord og TL syd. TL syd dækker sammenfletningen mellem M50 og M60.

Omfanget af anlægsarbejdet har varieret en del mellem etaperne, ligesom sporkonfigurationen har varieret både afhængig af tid og etape. Længden af etaperne var fra 400 m op til 3500 m. Af Bilag 2 fremgår placeringen af strækningens etaper.

***Figur 5**. Anlægsstrækning M60 mellem Skærup og Vejle nord.*

[1] De benyttede trafikafviklingsplaner under anlægsarbejdet på M60 blev baseret på VD rapport 368, *Manual for Trafikafviklingsplaner under Motorvejsudvidelsesarbejder.*

Anlægsarbejdet på de tre sydlige dele af anlægsstrækningen, Etape 1, 2 og 3, har været kendetegnet ved få omlægninger af trafikken, men hvor de benyttede sporkonfigurationer har været forskellige (2+2, 3+1, 4+0). Midt på strækningen Etape 1-3 findes rastepladsen, Skærup, og i den nordlige ende er frakørsel <61> Vejle S.

Etape 5 dækkede Vejlefjordbroen uden egentlig anlægsarbejde.

Etape 4 og 6A var kendetegnet ved at være overgange mellem bro og anlægsstrækninger. Her var flere mindre trafikomlægninger og rampelukninger. Etape 6B dækkede den nordligste del af anlægsstrækningen op til frakørsel <60> Vejle N. På Etape 6A og 6B har perioder med 4+0 sporkonfiguration været meget korte.

Den tilstødende strækning nord for anlægsstrækningen (TL Nord) var i perioder påvirket af anlægsarbejdet omkring den nye sammenfletning mellem M60 og M64.

Den samlede anlægsstrækning er lidt mere end 13 kilometer lang, mens de tilstødende strækninger samlet set er knap 6 km (TL Nord 1900 m, TL Syd 4 km). Der er to tilslutningsanlæg samt en rasteplads på anlægsstrækningen. I anlægsperioden blev der etableret yderligere ét tilslutningsanlæg på strækningen.

Den skiltede hastighed på anlægsstrækningen var som udgangspunkt 80 km/t.

Der blev etableret et trafikledelsessystem på anlægsstrækningen og på de tilstødende strækninger. Trafikledelsessystemet gav mulighed for dynamisk og manuel hastighedsregulering, køvarsling, kameraovervågning, manuel vognbaneregulering syd for Vejlefjordbroen samt variable advarsels- og informationstavler. Syd for Vejlefjordbroen blev tavlerne etableret på portaler med ca. 600-900 meters afstand. Nord for Vejlefjordbroen blev der anvendt standere placeret i vejsiden. ITS-systemet fungerede som udgangspunkt fuldautomatisk, med mulighed for manuel betjening fra Vejdirektoratets TrafikInformationsCenter (T.I.C.).

I Bilag 2 ses en oversigtsplan over anlægsstrækningens etaper sammen med den valgte ITS løsning på strækningen.

Anslået ÅDT for M60 strækningen i anlægsperioden ligger i intervallet fra 66.000 til 68.000 ktj. (Se Bilag 1 for ÅDT i det enkelte anlægsår samt øvrige karakteristika for anlægsstrækningen).

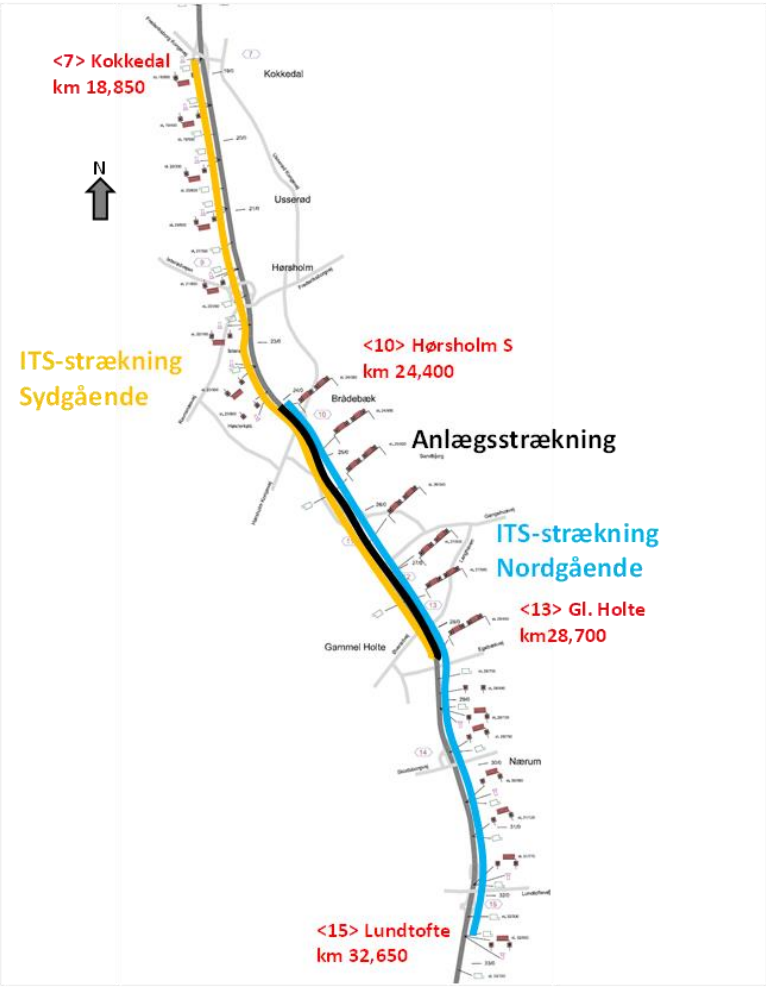
***Figur 6**. Eksempel på sporkonfiguration 4+0 (venstre foto) samt 3+1 (højre foto) på M60 under anlægsarbejdet.*

1.5 M14 - Helsingørmotorvejen

I perioden fra 1. april 2013 frem til 3. august 2016 blev den ca. 4,3 km lange strækning, mellem Gl. Holte og Hørsholm S på Helsingørmotorvejen udvidet fra 4 til 6 spor (Figur 7).

Under anlægsarbejdet blev trafikken som udgangspunkt afviklet i 2 spor i begge retninger og med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t. Udvidelsesarbejdet foregik enten asymmetrisk eller symmetrisk afhængig af den konkrete lokalitet.

Forud for anlægsarbejdet blev der etableret et trafikledelsessystem op til og på selve den kommende anlægsstrækning. Systemet blev sat i drift i 2012 - ét år før anlægsarbejdet startede. ITS systemet bestod af variable hastighedstavler, informationstavler til visning af rejsetid, køvarsling mv. Systemet gav således mulighed for hastighedsharmonisering, vognbanestyring, varsling om hændelser/kø/uheld, information om rejsetider mellem udvalgte frakørsler og kameraovervågning.



***Figur 7**. Helsingørmotorvejen udvides fra fire til seks spor mellem <13> Gl. Holte og <10> Hørsholm S. Fra <7> Kokkedal til <13> Gl. Holte er der etableret ITS i sydgående køreretning, mens ITS i nordgående køreretning er etableret fra <15> Lundtofte til <10> Hørsholm S.*

I *sydgående* køreretning blev ITS etableret på den knap 10 km lange strækning fra <7> Kokkedal til <13> Gl. Holte (ITS Sydgående km 18/0850 – km 28/0700), Figur 7. I *nordgående* køreretning blev ITS-systemet etableret på den ca. 8 km lange strækning fra <15> Lundtofte til <10> Hørsholm S (ITS Nordgående km 32/0650 – km 24/0400). Selve udvidelsesstrækningen er den 4,3 km lange strækning, mellem <13> Gl. Holte og <10> Hørsholm S (km 28/0700 – km 24/0400).

Der er tre tilslutningsanlæg på anlægsstrækningen.

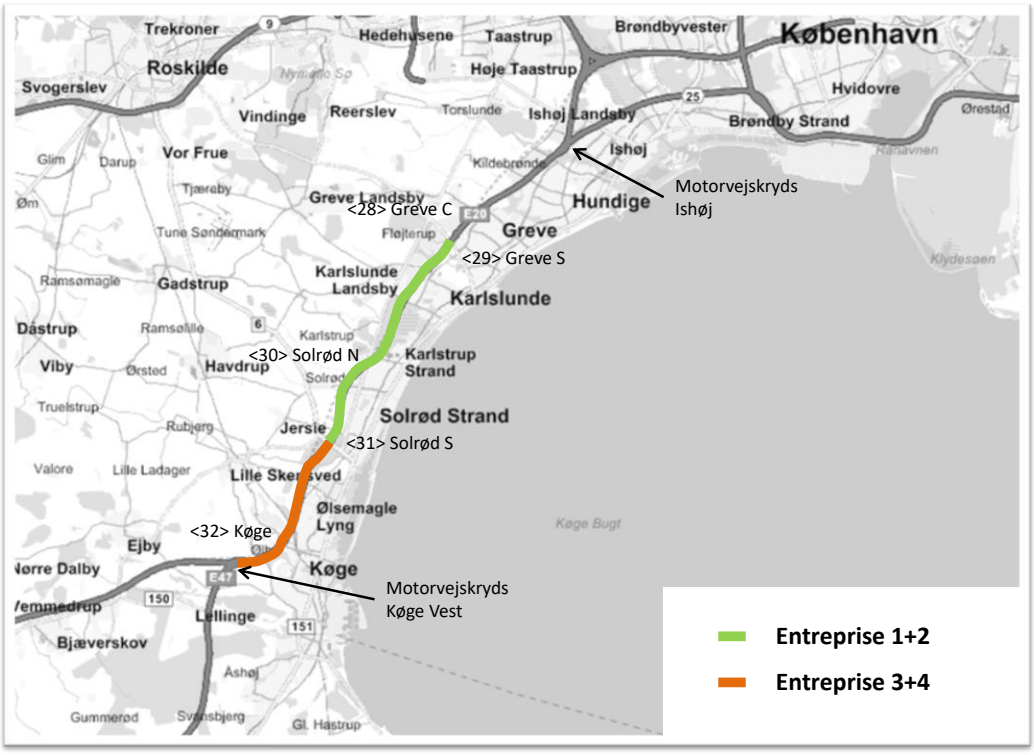
***Figur 8**. Helsingørmotorvejen, nordgående, km 27,6.*

I Bilag 2 ses en oversigtsplan over den valgte ITS løsning på strækningen.

Anslået ÅDT for strækningen i anlægsperioden ligger i intervallet fra 63.000 til 69.000 ktj. (Se Bilag 1 for ÅDT i det enkelte anlægsår samt øvrige karakteristika for anlægsstrækningen).

1.6 M10 - Køge Bugt Motorvejen

I perioden marts 2013 til sommeren 2017 udvides Køge Bugt Motorvejen, M10, fra 6 til 8 spor. Udvidelsen sker i to etaper. Etape 1; Entreprise 1+2 mellem Greve S og Solrød S blev færdig i august 2015. Etape 2; Entreprise 3+4 mellem Solrød S og MVX Køge V blev påbegyndt i april 2014 og åbnede i 8 spor i november 2016. Slidlaget på Etape 2 etableres i sommeren 2017 (Figur 9).



***Figur 9**. Køge Bugt Motorvejen udvides fra seks til otte spor på to delstrækninger. Nærværende sammenfatningsnotat beskriver evalueringsresultaterne fra Entreprise 1+2 (Etape 1) samt tilgængelige resultater fra Etape 2 (Entreprise 3+4).*

Som udgangspunkt er det evalueringsresultaterne fra anlægsprojektets Etape 1 (entr. 1+2) mellem <29> Greve S og <31> Solrød S, som beskrives i nærværende notat, men i det omfang det er muligt på tidspunktet for udarbejdelse af nærværende notat, medtages resultaterne for analyser vedrørende Etape 2 (entr. 3+4).

Etape 1

Udbygningen af den ca. 10 km lange strækning (km 23/0050-km 32/0780) fandt sted i perioden fra 25. marts 2013 til udgangen af august 2015.

Under anlægsarbejdet blev trafikken hovedsageligt afviklet i 3 spor i begge retninger, med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t. I korte perioder, typisk i forbindelse med nat- eller weekendarbejde, blev strækningen nogle steder reduceret til 1 eller 2 spor i den ene retning. I slutningen af anlægsperioden blev der benyttet 4 smalle spor i hver retning med 110 km/t.

Trafikken er således primært afviklet i en 3+3 sporkonfiguration med forlægning af trafikken til højre eller til venstre i det oprindelige motorvejsprofil. Anlægsstrækningen har således været kendetegnet ved relativt mange forsætninger. Overledning af trafikken på tværs af midteradskillelse har alene været anvendt i korte perioder.

I en kortere periode har trafikken været afviklet i en 2+4 og 2+5 sporkonfiguration.

Der er tre tilslutningsanlæg samt én rasteplads på anlægsstrækningens Etape 1.

***Figur 10**. M10 har under anlægsarbejdet været præget af relativt mange forsætninger.*

I forbindelse med anlægsarbejdet blev der etableret et trafikledelsessystem op til og på anlægsstrækningen, som gav mulighed for hastighedsregulering, køvarsling, kameraovervågning og variable advarsels- og informationstavler. I Bilag 2 ses en oversigtsplan over den valgte ITS løsning på strækningen.

ITS systemet blev i anlægsperioden løbende ændret. I perioder blev fx alle VMS hastighedstavler fastlåst på 80 km/t, og i slutningen af anlægsperioden benyttes primært faste tavler dog med elektroniske tavler i porten (overgangen) til anlægsstrækningen.

Etape 2

Etape 2 mellem Solrød S og MVX Køge V blev påbegyndt i april 2014. På anlægsstrækningen blev trafikken afviklet i 2x3 spor med 80 km/t skiltet med faste tavler. I november 2016 blev strækningen åbnet med 8 smalle spor og en hastighedsbegrænsning på 110 km/t. Slidlaget på Etape 2 blev etableret maj-august 2017. I forbindelse hermed blev der benyttet reversible vognbaner, således at trafikken blev afviklet i 4 spor i den mest trafikerede retning og 3 spor i den mindst trafikerede retning. Der er to tilslutningsanlæg på anlægsstrækningens Etape 2. I anlægsperioden blev der etableret yderligere ét tilslutningsanlæg.

Anslået ÅDT for strækningen i anlægsperioden (Etape 1 og 2) ligger i intervallet fra 90.000 til 106.000 ktj. (Se Bilag 1 for ÅDT i det enkelte anlægsår samt øvrige karakteristika for anlægsstrækningen).

DEL 1 OPSAMLING AF RESULTATER

Del 1 indeholder en overordnet opsamling og sammenligning af hovedresultaterne, fra hver af de fire evalueringer.

Resultaterne omhandler temaerne:

- Trafiksikkerhed (Kapitel 2)
- Registrerede hændelser (Kapitel 3)
- Trafik, hastighed og fremkommelighed (Kapitel 4)
- Tilfredshed og tryghed blandt trafikanter og professionelle brugere (Kapitel 5 og 6)
- Trafik på anlægsstrækningernes parallelvejnet (Kapitel 7) samt
- Beskrivelse af cases, herunder ITS-systemets funktion og effekt i relation til konkrete hændelser (Kapitel 8)

2 Trafiksikkerhed

Trafiksikkerheden under anlægsarbejderne er vurderet ud fra politiregistrerede personskadeuheld, materielskadeuheld og ekstrauheld.

Personskadeuheld er uheld med personskade (dræbte, alvorligt tilskadekomne eller let tilskadekomne). *Materielskadeuheld* er uheld udelukkende med materiel skade, der overstiger en omkostning på 50.000 kr. *Ekstrauheld* er uheld med ubetydelig materiel skade og ingen grove overtrædelser af færdselsloven. Ekstrauheld registreres af politiet, men politiet optager ikke rapport, som det er tilfældet med person- og materielskadeuheld.

De politiregistrerede uheld udgør erfaringsmæssigt en mindre andel af de uheld, der faktisk sker på en anlægsstrækning. De fleste uheld af de uheld der sker på en anlægsstrækning er mindre alvorlige og alene med materielskade, og bliver derfor sjældent registreret af politiet.

I det følgende sammenholdes resultaterne af uheldsanalysen for hvert af de 4 anlægsprojekter.

2.1 Uheldsudvikling

I relation til hver af de fire anlægsprojekter er den sikkerhedsmæssige effekt af anlægsarbejdet fundet. Sikkerhedseffekten er baseret på politiregistrerede uheld i en førperiode (før anlægsarbejdet startede) samt en periode med anlægsarbejde (anlægsperiode). Tidspunktet for førperiode og anlægsperiode varierer mellem de fire anlægsprojekter.

Grundlæggende for uheldsevalueringerne er, at man sammenligner det forventede antal uheld, som ville være sket hvis anlægsarbejdet ikke var gennemført, med det reelt observerede antal uheld under anlægsarbejdet.[2] Det forventede antal uheld beregnes med udgangspunkt i antal uheld i førperioden korrigeret for den *generelle* uheldsudvikling.

Der korrigeres for den generelle udvikling, fordi antallet af ulykker og personskader generelt ændres over tid. Til dette benyttes en kontrolgruppe. Således er der for hver af de fire anlægsprojekter opstillet den bedst mulige kontrolgruppe af *sammenlignelige* motorveje, både når det gælder geometri, trafikintensitet, -sammensætning mv. Kontrolgrupper og andre detaljer vedr. de enkelte uheldsanalyser er nærmere beskrevet i baggrundsrapporterne for hver af de fire anlægsprojekter (se Bilag 3).

[2] *Trafiksikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse. Håndbog.* Vejdirektoratet, august 2015.

Således viser Tabel 1:

- Det observerede antal uheld i en 4- til 5-årig periode før anlægsarbejdet gik i gang (før).
- Det forventede antal uheld i anlægsperioden baseret på uheldstal i førperioden korrigeret for den generelle uheldsudvikling.
- Det observerede antal uheld i anlægsperioden (anlægsperiodernes varighed er på mellem 15 og 39 måneder afhængig af anlægsstrækning).
- Den beregnede trafiksikkerhedseffekt. Effekt med "-" fortegn betegner en reduktion i uheld (markeret med grønt), effekt med "+" fortegn betegner en stigning i uheld (markeret med rødt).

Bemærk, at kun Etape 1 er medtaget for M10 projektet, og at de angivne uheldstal for M14 alene dækker selve anlægsstrækningen og ikke trafikledelsesstrækningerne uden anlægsarbejde.

			Antal uheld			
			Persuh	Matuh	Persuh+Matuh	Alle uheld (incl. Exuh)
M40	Før (5 år)	Observeret (antal uheld)	14	41	55	209
	Anlægsperiode (15 mdr.)	Forventet (antal uheld)	2,3	12,8	14,3	55,5
		Observeret (antal uheld)	5	12	17	67
		Effekt	+ 114%	- 6%	+ 19%	+ 21%
	(9,5 mdr.)	(Effekt*)	+ 144%	- 88%	- 48%	- 10%
M60	Før (5 år)	Observeret (antal uheld)	20	45	65	222
	Anlægsperiode (20 mdr.)	Forventet (antal uheld)	1,6	16,5	18,1	76,8
		Observeret (antal uheld)	6	15	21	125
		Effekt	+ 280%	- 9%	+ 16%	+ 63%
M14	Før (5 år)	Observeret (antal uheld)	6	15	21	53
	Anlægsperiode (39 mdr.)	Forventet (antal uheld)	2,5	9,3	11,7	37,6
		Observeret (antal uheld)	4	8	12	34
		Effekt	+ 63%	- 14%	+ 2%	- 10%
M10	Før (4 år)	Observeret (antal uheld)	17	34	51	161
	Anlægsperiode (29 mdr.)	Forventet (antal uheld)	9,9	20	29,9	109,7
		Observeret (antal uheld)	7	24	31	145
		Effekt	- 29%	+ 20%	+ 4%	+ 32%

***Tabel 1**. Det observerede antal uheld i en 4- til 5-årig periode før anlægsarbejdet gik i gang (før), det forventede antal uheld i anlægsperioden, det observerede antal uheld i anlægsperioden samt effekten. Effekt med negativt fortegn betegner en reduktion i uheld (grøn skrift), effekt med positivt fortegn betegner en stigning i uheld (rød skrift). *Effekt af anlægsarbejde på M40 alene i anlægsperioder **uden** driftsarbejde på Lillebæltsbroen. Bemærk, at de angivne uheldstal for M14 alene dækker selve anlægsstrækningen.*

På **M40** er antallet af personskadeuheld i anlægsperioden steget (små tal), mens antallet af materielskadeuheld er på niveau med det forventede (Tabel 1). Samlet er antallet af person- og materielskadeuheld steget med ca. 20%. Det forventede uheldstal var 14,3, og der er sket 17 uheld. For alle uheld samlet (person-, materielskade og ekstrauheld) ses ligeledes en stigning på ca. 20%.

M40 er speciel, idet der - i en periode i 2013 og 2014 - samtidig med anlægsarbejdet var driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro. Opdeles M40 anlægsperioden således i de forskellige anlægsfaser og to køreretninger finder man, at anlægsarbejdet i *vestgående* køreretning (mod Ny Lillebæltsbro) har medført en stigning i antallet af person- og materielskadeuheld på 65%, og en stigning på 38% for alle uheld. Arbejdet i *østgående* køreretning har medført et fald i antallet af person- og materielskadeuheld på 29%, og et uændret antal (+2%) for alle uheld. Den ringe sikkerhedseffekt af anlægsarbejdet er i særdeleshed observeret i de ca. tre måneder i 2013, hvor der samtidig med anlægsarbejdet på Vestfyn har været driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro. Ses der udelukkende på de resterende tolv måneder af anlægsperioden, har anlægsarbejdet medført et fald i antallet af person- og materielskadeuheld på 10% og et fald på 9% for alle uheld.

De i alt 5 personskadeuheld på M40 involverede 2 dræbte, 4 alvorligt og 2 let tilskadekomne personer.

Det skal bemærkes, at effekten af anlægsarbejdet på **M40** *alene* i anlægsperioder ***uden* driftsarbejde** på Ny Lillebæltsbro i 2013 og 2014, tillige fremgår af Tabel 1. De to anlægsperioder uden driftsarbejde udgør ca. 9,5 måneder. I de 9,5 måneder findes et samlet fald i person- og materielskadeuheld på 48% og et fald i alle uheld på 10%. Antallet af personskadeuheld er steget fra forventet 1,6 til observeret 4 uheld, svarende til en stigning på 144%.

På **M60** er der for person- og materielskadeuheld samlet set sket en stigning på 16% i antallet af uheld i anlægsperioden sammenlignet med det forventede (Tabel 1). Stigningen er fordelt med 11% i sydgående køreretning og 20% i nordgående køreretning. Der er fundet en stigning i antallet af personskadeuheld (6 mod 1,6), men det bygger på små tal og dermed stor usikkerhed.

Omkring 75% af samtlige politiregistrerede uheld på anlægsstrækningen er ekstrauheld. For alle uheld (inkl. ekstrauheld) ses således en samlet uheldsstigning på 63% i anlægsperioden. Stigningen er mest markant i sydgående køreretning med 110% mod 30% i nordgående. Det er uvist, om anlægsarbejdet og kameraovervågningen øger opmærksomheden på uheld og dermed registreringsgraden for de mindre alvorlige uheld, og om dette kan forklare noget af stigningen.

De i alt 6 personskadeuheld på M60 involverede 6 alvorligt og 11 let tilskadekomne personer – ingen personer blev dræbt.

På **M14** er uheldseffekten foruden anlægsstrækningen, tillige opgjort for hver af de to trafikledelsesstrækninger (uden anlægsarbejde), TL Nord (sydgående køreretning) og TL Syd (nordgående køreretning), samt for den samlede analysestrækning (de tre delstrækninger samlet). Opgørelsen i Tabel 1 dækker alene anlægsstrækningen.

På *anlægsstrækningen* har anlægsarbejdet medført et omtrent uændret antal person- og materielskadeuheld (Tabel 1). Der er samlet registreret 2% flere person- og materielskadeuheld, end det kunne forventes, hvis der ikke havde været anlægsarbejde. Dette fordeler sig på en stigning i antallet af personskadeuheld og et mindre fald i antallet af materielskadeuheld. I absolutte tal er forskellene små. Inkluderes ekstrauheldene ses et fald for alle uheld på 10% på anlægsstrækningen. I sydgående retning er der sket et fald i det samlede antal uheld, mens det samlede antal uheld i nordgående retning ligger på det forventede niveau. Både i før- og i anlægsperioden er der sket flere alvorlige uheld i nordgående køreretning – set i forhold til sydgående.

På *trafikledelsesstrækningerne* er sikkerhedseffekten positiv, både når det gælder person- og materielskadeuheld og alle uheld samlet. Effekten har været lidt mindre gunstig i nordgående end i sydgående køreretning.

På den *samlede analysestrækning* er antallet af person- og materielskadeuheld i anlægsperioden faldet med 36% set i forhold til, hvad man kunne forvente, hvis der ikke havde været vejarbejde. Der er sket 5 personskadeuheld, hvilket er på det forventede niveau. De 5 personskadeuheld involverer 3 alvorligt og 2 let tilskadekomne personer. Ingen personer blev dræbt under anlægsarbejdet. For materielskadeuheld ses et klart fald i anlægsperioden (observeret 11, forventet 19,9).

Ekstrauheld udgør godt 60% af samtlige politiregistrerede uheld på M14 strækningen. Medtages ekstrauheldene i opgørelsen finder man, at anlægsarbejdet og etableringen af ITS systemet samlet set har betydet et fald i alle uheld på 26%.

På **M10** har perioden med anlægsarbejde ikke givet anledning til nævneværdig stigning i antallet af person- og materielskadeuheld, set i forhold til det forventede (Tabel 1). Der er samlet registreret 4% flere person- og materielskadeuheld, end det kunne forventes, hvis der ikke havde været anlægsarbejde (forventet 29,9, observeret 31). Dette fordeler sig på et fald i antallet af personskadeuheld og en stigning i antallet af materielskadeuheld. Som for resten af motorvejsnettet er personskadeuheld således sjældne på M10. I førperioden udgør personskadeuheld ca. 10% af det samlede antal politiregistrerede uheld på anlægstrækningen, mens det falder til ca. 5% i anlægsperioden.

Ses på udviklingen i det samlede antal uheld, dvs. personskade-, materielskade- og ekstrauheld, er der sket en stigning på 32% (forventet 109,7 mod observeret

145). Andelen af ekstrauheld er steget fra ca. 70% i førperioden til ca. 80% i anlægsperioden. Anlægsarbejdet har således medført en stigning i antallet af politiregistrerede uheld, men uheldene er til gengæld mindre alvorlige.

I sydvestgående retning er der registreret en stigning i antallet af person- og materielskadeuheld på i alt 9% og en stigning for samtlige uheld på 47%. 30 af de i alt 74 politiregistrerede uheld i sydvestgående retning, svarende til 41%, er observeret i de 8 måneder i 2015, som udgør ca. 28% af anlægsperioden. En mulig årsag hertil kan være, at flaskehalsen i sydvestgående retning er flyttet fra før anlægsstrækningen til anlægsstrækningens sydlige del i forbindelse med anlægsarbejdet på Entreprise 3+4.

I nordøstgående retning har uheldsudviklingen været mere gunstig end i sydvestgående. Antallet af person- og materielskadeuheld er således stort set uændret i anlægsperioden (-2%), og det samlede antal registrerede uheld er steget med kun 18%.

På anlægsstrækningen er der i alt registreret syv personskadeuheld i løbet af anlægsperioden. I de syv uheld er der i alt én dræbt, fem alvorligt tilskadekomne og tre let tilskadekomne personer

2.2 Uheldskarakteristika

I Tabel 2 fremgår ændringen i uheldssammensætningen fra før til under anlægsarbejdet. For en række forskellige uheldssituationer ses således andelen af uheld i førperioden sammenholdt med andelen af uheld sket i anlægsperioden. ”Uheld” dækker alle uheld, dvs. person-, materielskade og ekstrauheld samlet.

For hver uheldssituation er det angivet, hvorvidt ændringen i andelen af uheld går i retning mod et fald eller en stigning (trend). Af tabellen fremgår desuden antal observerede uheld for hver af de konkrete uheldssituationer i hver af de to perioder. Her er der altså ikke tale om forventede værdier, hvor der er taget hensyn til den generelle ulykkesudvikling, men det faktiske antal politiregistrerede uheld. Mens førperioden for anlægsprojekterne har en længde på 4-5 år, varierer anlægsperioden for projekterne mellem 1,3 og 3,3 år.

2.2.1 Eneuheld og bagendekollisioner

Parameteren *Eneuheld* er defineret som uheld, der alene involverer ét køretøj og uden påkørsel af genstande på kørebanen. Parameteren er registreret som hovedsituation 0 i vejman.dk. *Bagendekollisioner* dækker held mellem ét eller flere køretøjer med samme køreretning registreret som uheldssituation 140.

Andelen af eneuheld i anlægsperioden varierer mellem 14% og 21% af det samlede antal uheld på de enkelte anlægsstrækninger (Tabel 2). På alle fire anlægsstrækninger ses en halvering – eller mere - i andelen af eneuheld fra før til under anlæg.

Til trods for reduktionen i andelen af eneuheld er andelen af bagendekollisioner ikke steget i anlægsperioden på M60 og M10. Det er den på M40 - og i mindre grad på M14. På M60 er antallet af bagendekollisioner status quo under anlæg, mens andelen er faldet på M10.

Stigningen i andelen af bagendekollisioner samt faldet i andelen af eneuheld, som der ses på M40 og M14, indikerer en stigning i andelen af de uheld, der typisk opstår i tæt trafik, og et fald i andelen af uheld, der i større udstrækning forekommer i perioder med mindre trafik. Stigningen i andelen af bagendekollisioner er dog betragteligt større på M40 end på M14. Hertil bør det i tilknytning til M40 bemærkes, at selv hvis der i perioden med anlægsarbejde ses bort fra perioder med samtidigt driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro ændres andelen af bagendekollisioner sket på anlægsstrækningen minimalt (fra 67% til 64%). Det skal også bemærkes, at der på de to tilstødende strækninger til M14, TL Nord og TL Syd, er sket en mindre stigning både i andelen af eneuheld og i andelen af bagendekollisioner.

Uheldstype	UHELD (p+m+e)	ÆNDRING i UHELDSSAMENSÆTNING Andel / Antal uheld fra før til under anlæg M60	M40	M14	M10
Eneuheld	Andel	29% -> 14%	39% -> 15%	43% -> 21%	29% -> 14%
	Antal	64 -> 17	81 -> 10	23 -> 7	47 -> 20
	Trend	Fald	Fald	Fald	Fald
Bagendekollisioner (uhsit. 140)	Andel	48% -> 49%	47% -> 67%	40% -> 44%	46% -> 39%
	Antal	106 -> 61	98 -> 45	21 -> 15	74 -> 57
	Trend	Status quo	Stigning	Stigning	Fald
Mødeuheld (hovedsit. 2)	Andel	2% -> 6%	<0,5% -> 4%	0% -> 3%	1% -> 1%
	Antal	5 -> 8	1 -> 3	0 -> 1	1 -> 1
	Trend	Stigning	Stigning	Stigning	Status quo
Krydsning af midteradskillelse på MV (uheldstekster)	Andel	0,5% -> 5,5%	0% -> 8-9%	0% -> 0%	0% -> 1%
	Antal	1 -> 7	0 -> 5-6	0 -> 0	0 -> 1
	Trend	Stigning	Stigning	Status quo	Status quo
Påkørsel af afspærringsmateriel (uhsit. 930)	Andel	1% -> 2%	1% -> 1%	0% -> 9%	0% -> 3%
	Antal	1 -> 3	2 -> 1	0 -> 3	0 -> 4
	Trend	Stigning	Status quo	Stigning	Stigning
Påkørsel af afspærringsmateriel (uheldstekst)	Andel	1% -> 8%	1% -> 4%	0% -> 21%	0% -> 11%
	Antal	3 -> 10	2 -> 3	0 -> 7	0 -> 16
	Trend	Stigning	Stigning	Stigning	Stigning
Påkørsel af autoværn	Andel	17% -> 10%	38% -> 10%	34% -> 21%	29% -> 11%
	Antal	32 -> 12	80 -> 7	18 -> 7	47 ->16
	Trend	Fald	Fald	Fald	Fald
Uheld ved trængning, flettemanøvre eller vognbaneskift	Andel	16% -> 25%	11% -> 10%	15% -> 21%	22% -> 39%
	Antal	36 -> 31	22 -> 7	8 -> 7	35 -> 57
	Trend	Stigning	Status quo	Stigning	Stigning
Uheld i mørke	Andel	25% -> 14%	18% -> 15%	32% -> 41%	30% -> 29%
	Antal	56 -> 18	26 -> 10	17 -> 14	48 -> 42
	Trend	Fald*	Fald	Stigning	Status quo
Uheld med tunge køretøjer involveret	Andel	23% -> 24%	14% -> 10%	9% -> 21%	24% -> 33%
	Antal	51 -> 30	30 -> 7	5 -> 7	38 -> 48
	Trend	Status quo	Fald	Stigning	Stigning
Uheld med udenlandske køretøjer	Andel	29% til 22%	9% -> 27%	13% -> 21%	20% -> 34%
	Antal	64 -> 28	19 -> 18	7 -> 7	32 -> 49
	Trend	Fald	Stigning	Stigning	Stigning
Uheld ved kø	Andel	33% -> 41%	37% -> 51%	28% -> 32%	25% -> 28%
	Antal	71 -> 51	75 -> 33	15 -> 11	40 -> 41
	Trend	Stigning	Stigning	Stigning	Stigning
Uheld på parallelruter	Trend	-	Status quo	-	-

***Tabel 2**. Ændring i uheldssammensætningen fra førperioden til perioden under anlægsarbejdet. *Der indgår færre "mørkemåneder" i anlægsperiode set ift. førperiode.*

2.2.2 Mødeuheld / Krydsning af midteradskillelse

Parameteren *mødeuheld*, i Tabel 2, dækker uheld mellem ét eller flere køretøjer, hvor to af køretøjerne kører i hver sin retning (registreret iht. politiets uheldssituation 211, 241, 242, 270). I denne opgørelse kan eksempelvis indgå spøgelsesbilister, der ikke nødvendigvis har krydset midteradskillelsen, eller last der er fløjet fra et køretøj i én køreretning og ramt et andet køretøj i modsatte retning.

Parameteren *krydsning af midteradskillelse* dækker uheld, hvor én eller flere parter reelt krydser midteradskillelsen mellem de to køreretninger, evt. som led i et mere kompliceret uheldsforløb, og enten med eller uden at modkørende rammes (baseret på video mv.)

Under normale omstændigheder er mødeuheld sjældne på motorveje, da det kræver, at et køretøj - eller dele af et køretøj - kommer over i modsatrettede kørespor. Sædvanligvis er midteradskillelsen på motorvej så god, at mødeuheld typisk kun finder sted i forbindelse med meget voldsomme uheld med brud på autoværn eller i situationer med spøgelsesbilister.

På de fire anlægsstrækninger udgør andelen af mødeuheld 1%-6% af uheldene i anlægsperioden, største andel på M60 og mindste andel på M10. På M60, M40 og M14 er der tendens til en stigning, men der er tale om meget små tal. På M10 findes ingen ændring i andelen fra før til under anlæg.

Både på M60 og på M40 finder man en pæn stigning i andelen af uheld, hvor midteradskillelsen krydses. På M60 har der været perioder, hvor flere etaper af anlægsstrækningen var kendetegnet ved en 3+1 eller en 4+0 sporkonfiguration (Etape 1, 1A, 2 og 3), og hvor modkørende trafik var adskilt af en smal midteradskillelse i form af steler/pullerter uden autoværn. Samtlige af de 8 mødeuheld, der er sket i anlægsperioden på M60, er sket i perioder med midteradskillelse af denne type og i 7 af disse uheld krydses midteradskillelsen.

På M40 var midteradskillelsen mellem køreretningerne på hele anlægsstrækningen en gul bjælke med N42-faner og kantlinjer på hver side af den gule bjælke.

Under anlægsarbejdet har der på store dele af M14 og M10 været autoværn imellem de to køreretninger. Dog har midteradskillelsen på begge anlægsstrækninger været reduceret periodevis i forbindelse med overledning af trafik. På M10 er der således kun registreret ét mødeuheld i anlægsperioden (alkoholpåvirket spøgelsesbilist) samt ét uheld, hvor midteradskillelsen krydses. Sidstnævnte sker idet en bilist med et ildebefindende krydser adskillelsen til det midlertidige "Københavnerspor" i nordøstgående retning. Der er tale om et eneuheld, så mødeuheld undgås. Ligeledes gælder det på M14, at der er registreret ét mødeuheld på anlægsstrækningen. Uheldet sker på et rampeanlæg, hvor en trafikant misforstår vejforløbet. Der er ikke noget der tyder på, at der er sket krydsning af midteradskillelsen på M14 på delstrækninger med overledning af trafik.

2.2.3 Påkørsel af afspærringsmateriel / autoværn

Parameteren *påkørsel af afspærringsmateriel (uhsit. 930)* dækker eneuheld, hvor et køretøj påkører afspærringsmateriel (registreret af politiet som uheldssituation 930). Uheld registreret som uheldssituation 930 dækker dog ikke nødvendigvis alle uheld, hvor midlertidige vejarbejdsrelaterede genstande er blevet påkørt, idet disse uheld kan være noteret af politiet som fx eneuheld (hovedsituation 0) eller påkørsel af genstand på vejbane (uhsit. 920).

Påkørsel af afspærringsmateriel (uheldstekst) dækker derfor tillige uheld, hvor det ud fra en gennemgang af uheldstekster fremgår, at afspærrings-/ afmærkningsmateriel (fx kegler, N42 afmærkning, tavlevogn el. lign) er blevet påkørt i forbindelse med uheldet (Tabel 2).

Både på M60, M40 og M10 forekommer påkørsel af afspærrings- og vejarbejdsmateriel kun i ganske få uheld - både før og under anlægsarbejdet, men naturligt dog lidt oftere i anlægsperioden. På M14 synes uheld med påkørsel af afspærringsmateriel at udgøre en lidt større andel af det samlede antal uheld end på de tre øvrige anlægsstrækninger. Men tallene er små.

Gennemgås uheldsteksterne fremkommer det, at antallet af uheld med påkørsel af afspærringsmateriel reelt indbefatter flere uheld end det umiddelbart fremgår, når dette alene vurderes ud fra uheldssituationen. På M60, M40 og M10 varierer andelen af uheld med afspærringsmateriel i anlægsperioden således mellem 4% og 11%, mens andelen udgør 21% på M14 (7 uheld).

Påkørsel af autoværn dækker over uheld, hvor autoværnet er blevet påkørt (Tabel 2). Opgørelsen er baseret dels på elementart, dels en gennemgang af uheldstekster.

På M60, M40 og M10 udgør andelen af uheld med påkørsel af autoværn ca. 10% i anlægsperioden – på M14 er andelen 21%. For alle fire anlægsstrækninger gælder det, at andelen er faldet i anlægsperioden.

På M60 er det i førperioden primært autoværn i midteradskillelsen, der påkøres. Reduktionen formodes derfor bl.a. at hænge sammen med, at der på dele af anlægsstrækningen ikke er autoværn mellem de to køreretninger. Desuden har det formentlig betydning, at andelen af eneuheld er lavere i anlægsperioden.

På M40 er reduktionen fra før til under anlæg betydelig større end den reduktion der ses på M60, men andelen af uheld med påkørsel af autoværn i anlægsperioden udgør 10% ligesom på M60. Også på M40 hænger reduktionen naturligt sammen med, at trafikken er overledt under vejarbejdet (ingen autoværn mellem de to køreretninger), og at andelen af eneuheld er lavere under anlæg.

Både på M10 og M14 er andelen af uheld med påkørsel af autoværn reduceret betydeligt under anlægsarbejdet. Det kan skyldes, at dele af autoværnet har været

nedtaget eller afskærmet i forhold til trafikanterne. Derudover har det formentlig også betydning, at andelen af eneuheld er lavere i anlægsperioden.

Det skal bemærkes, at der på M14 trafikledelsesstrækningerne, TL Nord og TL Syd, findes en stigning i andelen af uheld med påkørsel af autoværn.

2.2.4 Uheld ved trængning, fletning eller vognbaneskift

Uheld ved trængning, flettemanøvre eller vognbaneskift er uheld med ét eller flere køretøjer i forbindelse med vognbaneskift, trængning eller sammenfletning (registreret som uheldssituation 111/112, 151/152, 160, 170, 198). På de fire anlægsstrækninger varierer andelen mellem 10% og 39% i anlægsperioden, mindst på M40 og størst på M10.

På tre af anlægsstrækningerne, M60, M10, M14, er andelen af disse uheldssituationer steget under anlæg (Tabel 2). Tilsvarende findes ikke på M40, hvor andelen af uheld ved trængning, flettemanøvre eller vognbaneskift er den samme før og under anlæg.

Stigningen i andelen af uheld på M60 (fra 16% til 25%) dækker bl.a. en stigning i uheld ved indfletning fra rampe, hvilket kan hænge sammen med ændrede tilkørselsforløb fra rampe til motorvej. Således forekommer der under anlægsarbejdet kortere ramper/flettestrækninger, skarpere kurver og smallere spor ved indfletning end i førperioden. Samtlige indfletningsuheld involverer tunge køretøjer, som hovedregel aldrig fra tilkørselsrampen, men på motorvejen (gælder både i før- og i anlægsperioden).

Ligesom på M60 stiger andelen af uheld ved trængning, flettemanøvre eller vognbaneskift på M10 betragteligt (fra 22% til 39%). En mulig forklaring på stigningen kan være de mange forsætninger på strækningen og de forkortede tilkørselsramper.

På M14 udgør andelen af trængningsuheld, uheld ved vognbaneskift, overhaling og fletning på anlægsstrækningen 15% i førperioden og 21% i anlægsperioden. På de tilstødende strækninger, TL Nord og TL Syd findes derimod et fald (fra 27% til 19%).

2.2.5 Uheld i mørke

Andelen af uheld i mørke/tusmørke varierer mellem 14% og 41% i anlægsperioden på de fire anlægsstrækninger, mindste andel på M60 og M40 og største på M14.

Der er ingen vejbelysning på de fire anlægsstrækninger. Man kunne derfor umiddelbart forvente, at vejarbejdet ville forårsage flere uheld i mørke, da det fx kan være sværere for trafikanter at orientere sig ved gennemkørsel af forsætninger mv. Dette er tilsyneladende ikke tilfældet under anlægsarbejdet på M60, hvor andelen af uheld i mørke er faldet under anlæg. På M40 ses også tendens til et fald, dog knapt så stor en reduktion som på M60.

Andelen af uheld i mørke/tusmørke udgør den absolut største andel på M14 og M10. På M10 er andelen ca. 30% - både før og under anlæg. Ses nærmere på hvordan mørkeuheldene fordeler sig på vejens føre finder man, at andelen af uheld i mørke *og* vådt føre er 7% højere i anlægsperioden set i forhold til førperioden. På M10 kan det således tyde på, at kombinationen af forsætninger, vådt føre, mørke og problemer med kørebaneafmærkningens retroreflektion i mørke/regn har medført en stigning i andelen af uheld.

På M14 sker 41% af uheldene i anlægsperioden i mørke/tusmørke. Det er knapt 10% højere end i førperioden. Ændringen skal ses i lyset af, at anlægsperiodens 40 måneder indeholder de lyse forår- og sommermåneder for fire år, mens de mørke efterår- og vintermåneder alene indgår for tre år. I førperioden indgår fem hele kalenderår. Stigningen i andelen af mørke uheld på M14 hænger sammen med, at der i anlægsperioden sker en mindre andel af uheld midt på dagen og en større andel først og sidst på dagen, set i forhold til førperioden.

2.2.6 Uheld med tunge / udenlandske køretøjer

Et tungt køretøj er defineret som et køretøj, der vejer mere end 3.500 kg. På M40 er der under anlæg observeret et mindre fald i andelen af *uheld med tunge køretøjer*.

På de fire anlægsstrækninger varierer andelen af uheld med tunge køretøjer involveret mellem 10% og 33% i anlægsperioden, højst på M10 og mindst på M40.

På M60 ses omtrent ingen ændring fra før til under anlægsperioden. På M40 ses et mindre fald.

En stigning i andelen af uheld med tunge køretøjer ses derimod på M10 og på M14. Hvor det på M10 i førperioden er lige under hvert fjerde uheld, er det i anlægsperioden hvert tredje uheld, der involverer et tungt køretøj. Det er særligt uheld i forbindelse med vognbaneskift fra venstre, der er steget (uheldssituation

151). Uheldssituation 151 anvendes ofte i forbindelse med uheld ved indfletning fra rampe.

På M14 fordeler uheld med tunge køretøjer sig på både eneuheld, bagendekollisioner og uheld ved vognbaneskift, herunder uheld ved indfletning fra tilkørselsrampe. Det skal bemærkes, at der på de tilstødende M14 strækninger, TL Nord og TL Syd, er sket et fald i andelen af uheld med tunge køretøjer (24% før til 15% under anlæg). På TL Nord og TL Syd er der i uheldene med tunge køretøjer næsten udelukkende tale om flerpartsuheld, enten bagendekollisoner eller uheld ved vognbaneskift.

I anlægsperioden varierer andelen af uheld med mindst ét *udenlandsk køretøj* impliceret mellem 21% og 34% (udenlandsk registreringsnummer) på de fire anlægstrækninger.

På M60 er der sket et mindre fald under anlæg, mens andelen på M40 er steget til det tredobbelte. Hovedparten af de uheld på M40, der involverer udenlandske køretøjer, er registreret som bagendekollisioner.

Også på M14 og M10 er andelen af uheld, der implicerer mindst ét udenlandsk køretøj steget i anlægsperioden. I mere end halvdelen af uheldene er der tillige mindst ét tungt køretøj impliceret- det gælder både på M14 og M10. Det skal bemærkes, at andelen af uheld med mindst ét udenlandsk køretøj stort set er uændret på M14's tilstødende strækninger, TL Nord og TL Syd.

2.2.7 Uheld ved kø

Parameteren *uheld ved kø* dækker uheld sket i forbindelse med opstået kø. Opgørelsen er baseret på gennemgang af politiets relativt korte uheldstekster.

Andelen af uheld sket på anlægsstrækningerne i forbindelse med kø varierer mellem 28% og 51% i anlægsperioden. Ligesom for bagendekollisioner findes den største andel på M40 og mindste på M10. På alle fire strækninger er der tendens til en stigning i anlægsperioden.

På M60 har politiet i forbindelse med 33% af uheldene i førperioden og 41% af uheldene under anlæg registreret kø/tæt trafik eller opbremsning/pludseligt stop af forankørende. Stigningen er særligt stor blandt uheld i Etape 4 og 5, hvor andelen er helt oppe på 80% i anlægsperioden.

På M40 vurderes 37% af uheldene i førperioden at være sket i forbindelse med kø eller tæt trafik, hvilket stiger markant til 51% i anlægsperioden. Køsituationer var specielt udtalt i vestgående køreretning i de to perioder med driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro, og gav i disse perioder udslag i flere uheld. Udelades perioderne med driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro er andelen af uheld sket i forbindelse med kø den samme før og under anlæg. Det vurderes desuden, at nogle af uheldene i

kø/tæt trafik på M40 kan være opstået som følge af de hastighedsnedsættelser, der er observeret i kølvandet på særtransporters og større lastbilkolonners passage af anlægsstrækningen (se evt. p. 165).

På M10 og M14 udgør uheld sket i forbindelse med kø eller tæt trafik 25%-28% i førperioden og andelen øges minimalt til 28%-32% i anlægsperioden. Set i lyset af, at bagendekollisioner og uheld ved trængning og vognbaneskift tilsammen udgør 70-80% af uheldene i anlægsperioden, forventes det, at andelen af uheld ved kø eller tæt trafik er underestimeret for begge anlægsstrækninger.

Ses på de to køreretninger på M10 finder man ingen forskel på udviklingen i andelen af uheld i kø/tæt trafik fra før til under anlæg. På M14 ses en stigning i andelen af uheld i kø/tæt trafik i sydgående retning og et fald i nordgående retning. På begge de tilstødende M14 strækninger ses en stigning i andelen af uheld i forbindelse med kø/tæt trafik (fra 19% før til 38% under anlæg), men andelen er størst på TL Syd (nordgående retning).

Den hyppigste uheldssituation sket i tilknytning til kø/tæt trafik er - ikke overraskende bagendekollisioner. Det gælder alle fire anlægsstrækninger.

Se i øvrigt afsnit 12.1, side 161, der beskriver resultaterne fra en analyse af trafik- og hastighedssituationen før bagendekollision.

2.2.8 Uheld på parallelruter

Uheld på parallelruter beskriver uheldsudviklingen på anlægsprojektets definerede parallelruter (alternative ruter). I tilknytning til M40 er der særligt på rute 161 oplevet en trafikstigning på den del, der løber parallelt med anlægsstrækningen, dvs. Hovedvejen – Brovejen – Gamle Lillebæltsbro – Kolding Landevej. Der er dog ikke noget der tyder på, at den stigende trafikmængde på den alternative rute grundet anlægsarbejdet på M40 har givet anledning til en stigning i antallet af uheld.

Der er ikke set nærmere på uheldsudviklingen på de tre øvrige anlægsprojekters parallelruter.

2.3 Uheldstidspunkt

Figur 11 illustrerer andelen af uheld fordelt på døgnet på hver af de fire anlægsstrækninger i anlægsperioden. Generelt gælder det, at andelen af uheld er størst i dagtimerne mellem kl. 06 og 18, med toppe i morgen- og eftermiddagsmyldretiden.

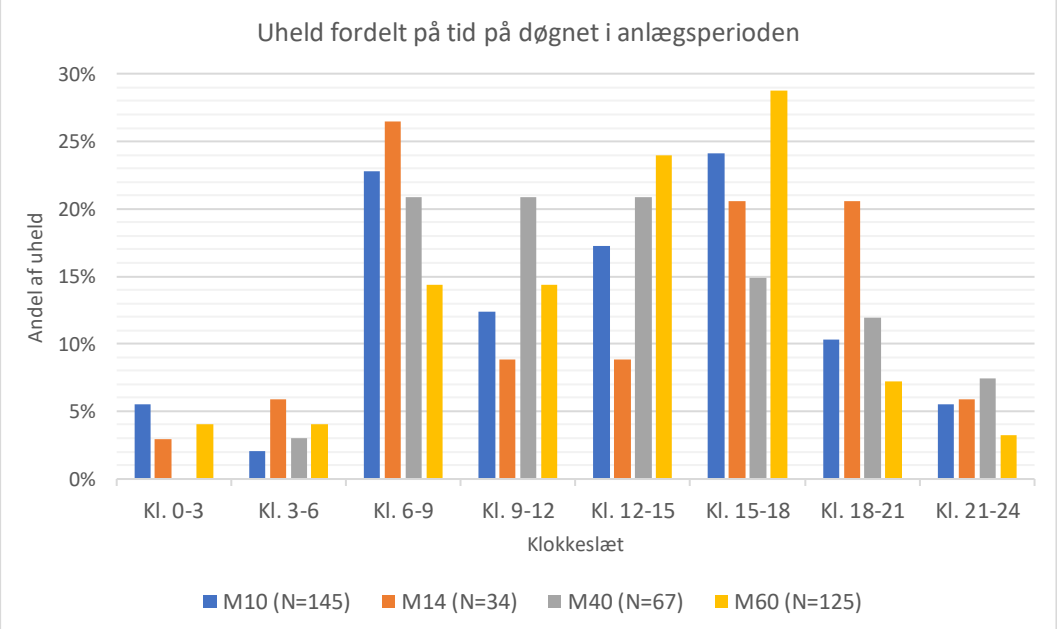
På nogle punkter skiller strækningerne sig dog ud fra hinanden:

På M60 sker 14% af uheldene i morgenmyldretiden (kl. 06-09), og 29% af uheldene om eftermiddagen (kl. 15-18).

På M40 er uheldene mere jævnt fordelt i dagtimerne (06-18), hvor andelen af uheld varierer mellem 21% og 15%, lavest i eftermiddagsmyldretiden.

På M10 topper andelen af uheld i morgen- og eftermiddagsmyldretiden, som er ligeligt fordelt med 23-24%.

På M14 topper andelen af uheld i morgenmyldretiden (kl. 06-09) med 26% - og skiller sig ud fra de tre øvrige strækninger ved at have en relativ lav andel af uheld midt på dagen mellem kl. 12 og 15, og delvist også om formiddagen mellem kl. 9 og 12. Den lavere andel opvejes af en betydelig højere andel af uheld, end de tre andre strækninger, først på aftenen mellem kl. 18-21. I dette tidsrum er andelen af uheld lige så høj som i eftermiddagsmyldretiden (kl. 15-18); 21%. En smule overraskende, da det er uden for tidsrum med størst trafikbelastning, og samtidig ikke det tidsrum, hvor der typisk foregår mest anlægsarbejde. Den noget højere andel af uheld i de tidlige aftentimer kan være en medvirkende årsag til, at andelen af uheld i mørke eller tusmørke er lidt højere i anlægsperioden på M14 end for de tre øvrige anlægsstrækninger. Det skal bemærkes, at på trafikledelsesstrækningen TL Syd sker mere end halvdelen af uheldene mellem kl. 15-18, hvor trafikbelastningen på TL Syd er størst.



***Figur 11**. Uheld på anlægsstrækningerne fordelt på klokkeslæt (anlægsperiode).*

2.4 Uheld fordelt på vejdele

Andelen af uheld fordelt på vejdele i før- og i anlægsperioden fremgår af Tabel 3. Til forskel fra de øvrige opgørelser er uheld i rampekryds og på rastepladser medtaget i denne opgørelse. Der skelnes således mellem uheld på selve motorvejen, uheld på motorvejen i forbindelse med ind- og udfletninger ved ramper, uheld på selve til- eller frakørselsramperne, uheld i rampekryds samt uheld på rastepladser. Antallet af til- og frakørselsramper på anlægsstrækningerne fremgår af Bilag 1.

	M60		M40		M14		M10	
VEJDEL	Før	Under anlæg	Før	Under anlæg	Før	Under anlæg	Før	Under anlæg
(N=antal uheld)	(N=247)	(N=134)	(N=214)	(N=71)	(N=60)	(N=34)	(N=186)	(N=156)
Motorvej	84%	84%	95%	92%	75%	91%	81%	77%
Indfletning	2%	7%	0%	0%	8%	6%	4%	11,5%
Udfletning	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0,5%	1%
Rampe_fra	1%	0%	3%	1%	3%	3%	1%	3%
Rampe_til	2%	2%	0%	1%	2%	0%	0,5%	0,5%
Rampekryds	9%	5%	2%	6%	0%	0%	8%	3%
Rasteplads	2%	2%	0%	0%	12%	0%	5%	4%
Hovedtotal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

***Tabel 3**. Andelen af uheld fordelt på vejdele for anlægsstrækningen i før- og anlægsperioden. Uheld i rampekryds og på rastepladser er inkluderet.*

Andelen af uheld stedfæstet på selve motorvejsstrækningen varierer mellem 77% og 92%. Andelen er lavest på M10 og størst på M40 og M14. På M14 er andelen steget fra før til under anlæg, mens andelen er faldet en anelse eller er uændret på de tre øvrige anlægsstrækninger.

Der er ikke sket nogle uheld i forbindelse med indfletning på M40 – hverken i førperioden eller under anlæg. Det er også på M40, at der er færrest tilkørselsramper (4 stk.). På M14, M60 og M10 udgør indfletningsuheld hhv. 6%, 7% og knap 12%, og antallet af tilkørselsramper er hhv. 7, 5 og 6 stk. På M60 og M10 er andelen af indfletningsuheld steget fra før til under anlæg, hvilket formentlig hænger sammen med, at der på begge strækninger har været ændrede tilkørselsforløb fra rampe til motorvej, bl.a. forkortede tilkørselsramper (se evt. afsnit 2.2 Uheldskarakteristika).

Som den eneste af de fire anlægsstrækninger er der på M40 sket en stigning i andelen af uheld i rampekryds i anlægsperioden set i forhold til førperioden.

I relation til M14 skal det bemærkes, at de tilstødende trafikledelsesstrækninger, TL Nord og TL Syd, tilsammen har 6 tilkørselsramper og fem frakørselsramper. Også på de tilstødende strækninger er andelen af uheld på selve motorvejen steget (fra 73% før til 81% under anlæg). Det er primært andelen af uheld i rampekryds,

der er reduceret, mens andelen af uheld på ramper og ved indfletning stort set er den samme.

2.5 ITS og trafiksikkerhed

På M14 har man som den eneste af de fire anlægsstrækninger etableret ITS systemet ét år før anlægsarbejdet blev igangsat. Det har således været muligt, at belyse den sikkerhedsmæssige effekt alene af ITS-systemet ud fra uheldsdata på strækningen registreret over en 5 års periode før ITS systemet blev sat i drift, sammenholdt med en 1 års periode efter systemet blev sat i drift. I ingen af de benyttede perioder har der været vej-/anlægsarbejde. Eneste forskel i de to perioder er altså ITS systemet.

Antallet af politiregistrerede uheld er generelt lavt, hvorfor de fundne ændringer er små og usikre. I perioden med ITS blev der således observeret 8 person- og materielskadeuheld mod forventet 6,5 person- og materielskadeuheld, svarende til en stigning på 1,5 p+m uheld.

For *alle* uheld samlet set, dvs. inkl. ekstrauheld, blev der observeret 17 uheld i perioden med ITS mod forventet 17,7 uheld, svarende til et fald på 0,7 p+m+e uheld. Ingen af de fundne ændringer er signifikante.

I perioden med ITS reduceres andelen af bagendekollisioner, hvilket tillige gælder andelen af alle uheld i eftermiddagsspidstimen. Til gengæld stiger andelen af uheld i aften-/nattetimerne. Alle uheldstal er dog små.

Der er således ikke påvist nogen nævneværdige ændringer i uheldstallene som følge af ITS systemet.

2.6 Opsamling trafiksikkerhed

Blandt de fire anlægsprojekter er den bedste sikkerhedseffekt opnået på M14, hvor der er sket et samlet fald i alle uheld (personskade-, materielskade- og ekstrauheld) på anlægsstrækningen i anlægsperioden på 10%. Den ringeste effekt er opnået på M60, hvor der er registreret en samlet stigning i alle uheld på 63%. Effekten på M40 og M10 ligger på niveau med hinanden – her er der sket en samlet stigning i alle uheld på hhv. 21% og 32%.

Ses alene på udviklingen i personskadeuheld findes den bedste effekt på M10, hvor der er sket et fald i personskadeuheld på 29%. På de øvrige strækninger er der sket en stigning på op til 280% (M60). Generelt er der for alle fire strækninger dog tale om ganske få personskadeuheld, hvilket betyder, at bare ét uheld fra eller til har stor betydning for den fundne effekt.

På hver af de fire strækninger er der ét eller flere forhold, som vurderes at have haft en negativ effekt på trafiksikkerheden på den pågældende anlægsstrækning:

På **M10** ses en stor stigning i andelen af uheld mellem ligeud kørende med samme retning (bortset fra bagendekollisioner). Dvs. uheld i forbindelse med fx trængning, vognbaneskift og overhaling. Årsagerne hertil vurderes at være afkortede tilkørselsramper og/eller kilestrækninger samt de mange forsætninger (S-kurver), som har været et generelt kendetegn for anlægsstrækningen på M10.

Uheldsudviklingen på M10 har været mere gunstig i nordøstgående end i sydvestgående retning. Det kan skyldes, at strækningens flaskehalse er flyttet i forbindelse med anlægsarbejdet. Det synes at have været et særligt problem i 2015, hvilket kan skyldes, at flaskehalsen i sydvestgående køreretning er flyttet fra før (opstrøms) anlægsstrækningen til anlægsstrækningens sydlige del i forbindelse med anlægsarbejdet på Etape 2 (Entreprise 3+4).

På **M14** anlægsstrækningen og de to tilstødende strækninger (TL Nord og TL Syd) vurderes det, at ændringer i trafikafviklingen også har haft indflydelse på uheldssammensætningen. I sydgående køreretning udgør kø-relaterede uheld på anlægsstrækningen (ofte bagendekollisioner i morgentrafikken) en større andel i anlægsperioden set i forhold til førperioden. I nordgående retning er der klare tegn på, at flaskehalsen i anlægsperioden er flyttet fra anlægsstrækningen til TL Syd, hvor der, specielt i det sidste år af anlægsperioden, er observeret en øget uheldstæthed kort før anlægsstrækningen, til trods for et generelt fald i antallet af uheld.

Ses på den sikkerhedsmæssige effekt alene af ITS-systemet på M14 (FØR anlæg, uden/med ITS) kan der ikke påvises nogen nævneværdige ændringer i uheldstallene, som følge af ITS. Uheldstallene er generelt små.

På **M40** vurderes driftsarbejdet på Ny Lillebæltsbro at have haft stor indflydelse på sikkerhedseffekten af anlægsarbejdet på anlægsstrækningen, hvor anlægsarbejdet medførte en stigning i antal uheld i vestgående køreretning, men et fald eller uændret antal uheld i østgående køreretning. Den ringe effekt, specielt i vestgående retning, er især observeret i de ca. tre måneder i 2013, hvor der samtidig med anlægsarbejdet var driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro. Ses alene på det år af anlægsperioden, hvor der ikke var driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro var effekten af anlægsarbejdet et fald i hhv. person- og materielskadeuheld samt alle uheld.

På **M60** har sporkonfigurationen været varierende, og der har ligeledes været forskel på, hvor omfattende anlægsaktiviteterne har været på de enkelte etaper i anlægsperioden. Disse forhold vurderes at have haft relativ stor indflydelse på udviklingen i antallet af uheld. Opdeles effekterne på en nordlig hhv. en sydlig delstrækning findes således forskelle i uheldsudviklingen. På den nordlige delstrækning (Etape 1-3) har uheldsudviklingen (person- og materielskadeuheld) være bedst i nordgående retning, mens udviklingen på den sydlige del af anlægsstrækningen (Etape 4-6B), har været bedst i sydgående retning.

Ligesom på M10 har der været eksempler på ændrede tilkørselsforløb til motorvejen, herunder for korte ramper/flettestrækninger og skarpere kurver/smallere spor ved indfletning.

3 Hændelser

Formålet med hændelsesregistrering i anlægsperioderne har været at undersøge omfang og type af hændelser sket på anlægsstrækningerne i forbindelse med udvidelsesarbejderne. De registrerede hændelser dækker typisk over uheld, havarerede køretøjer, tabt gods, påkørsel af afmærkningsmateriel, akut vejarbejde og lignende.

For alle fire anlægsstrækninger er hændelserne blevet registreret på ugebasis, hvilket har gjort det muligt at agere relativt hurtigt i tilfælde, hvor hændelserne kan tilskrives mangler ved afmærkning, vejudformning, skiltning eller andet. Videokameraer på strækningerne har i en lang række tilfælde muliggjort kortlægning af hændelsesforløb – og evt. formodet uheldsårsag.

Erfaringsmæssigt registrerer Politiet kun en mindre andel af de uheld, som sker på anlægsstrækningen, og her kan hændelsesregistreringen være med til at give et mere fyldestgørende billede af det reelle uheldsomfang.

De registrerede hændelser er baseret på indberetninger fra Vejdirektoratets Trafik-InformationsCenter (T.I.C.). Indberetningerne kommer primært fra indberetningssystemet Reporterman, suppleret med trafikmeldinger fra T.I.C. Det bør bemærkes, at ikke alle politiregistrerede uheld registreres som en hændelse hos T.I.C. Omvendt gælder det altså også, at uheld, som registreres i T.I.C. ikke altid er registeret af politiet og dermed heller ikke i vejman.dk.

I tilknytning til M10 og M14 skiftede T.I.C. sagsbehandlingssystem og overgik til Trafikman2. Registreringsgraden/-metoden for hændelsesregistreringen på M10 og M14 har således varieret igennem analyseperioden.

Dette kapitel indeholder en opgørelse over antal hændelser og typen af hændelser på de fire anlægsstrækninger i anlægsperioden. Antal hændelser på M10, Etape 2, strækningen med reversible vognbaner, er opgjort separat (se afsnit 3.2).

3.1 Registrerede hændelser - De 4 anlægsstrækninger

Alle hændelser registreret på hver af de fire anlægsstrækninger under udvidelsesarbejderne er opgjort i Tabel 4. Det skal bemærkes, at hændelsesdata for M14 inkluderer de to tilstødende trafikledelsesstrækninger TL Nord og TL Syd i begge køreretninger. Selve anlægsstrækningen på M14 udgør kun godt 1/3 af den samlede analysestrækning.

Ved sammenligning af hændelsesdata bør man have in mente, at perioder for hændelsesregistrering, antallet af registreringsdage samt længde af analyse- og anlægsstrækning varierer de fire anlægsstrækninger i mellem. Desuden, at hændelsesregistreringen på M10 alene dækker Etape 1, og at hændelsesregisteringen på M60 kun dækker en periode på 1 år.

	M60	M40	M10	M14*
Baggrundsdata				
Analysestrækning (cirka km)	13	10	10	14
Anlægsstrækning (cirka km)	13	10	10	4,4
Registreringsperiode	2012-2013	2013-2014	2013-2015	2013-2015
Registreringsdage (cirka antal)	365	541	844	958
Hændelser				
I alt (antal)	222	353	619	694
Hændelser/dag (antal)	0,6	0,7	0,7	0,7
Hændelser/år/km analysestrækning (antal)	17	24	27	19
Hændelsestype				
Uheld (%)	31%	20%	18%	14%
Havarerede/efterladte ktj. (%)	25%	25%	23%	29%
Tabt gods (%)	6%	25%	28%	26%
Vejarbejde, spærring af spor mv. (%)	3%	4%	4%	4%
Øvrigt (%)	35%	26%	27%	27%
I alt	100%	100%	100%	100%

***Tabel 4**. Det samlede antal registrerede hændelser på de fire anlægsstrækninger samt fordelingen af hændelser på hændelsestype. *Data for M14 inkluderer hændelser på TL-Nord og TL-Syd i begge køreretninger.*

Antallet af hændelser pr. år pr. km analysestrækning varierer mellem 17 og 27. Hertil skal bemærkes, at trafikmængden på de fire strækninger varierer mellem ca. 45.000 og 120.000 - mindst på M14 med ÅDT=45.000 og størst på M10 med ÅDT=120.000. Endvidere, at trafikmængden generelt har været stigende i perioden fra 2012 og frem.

Ses på fordelingen af hændelser på hændelsestype fremgår det, at den største andel af uheld er registreret på M60 (31%), mens den laveste andel er registreret på M14 (14%). Hertil skal bemærkes, at selve anlægsarbejdet alene forekommer på godt 1/3 af hele analysestrækningen.

Andelen af havarerede køretøjer ligger mellem 23-29%. Tabt gods udgør blot 6% på M60, hvilket synes ekstremt lavt set i forhold til de tre øvrige strækninger, hvor

tabt gods udgør mellem 25-28%. Hvorvidt dette skyldes forskel i indberetningsprocedure eller lignende er uvist.

Hændelser under betegnelsen "Øvrigt" udgør mellem 26-35% og indbefatter ambulancekørsel, spøgelsesbilister, personer/dyr/døde dyr på kørebanen, meldinger/klager om vejbelægning, slaghuller, vand på kørebanen, løse brønddæksler, påkørsel af afspærringsmateriel mv. Heraf udgør meldinger om vand på kørebanen mellem 1-4% af hændelserne og dyr/døde dyr på kørebanen mellem 6-12%.

3.2 Registrerede hændelser, M10 - Reversible vognbaner

I tilknytning til M10, Etape 2 blev der i forbindelse med slidlagsarbejdet etableret reversible vognbaner (mobilt autoværn) på den ca. 5,6 km lange strækning fra ca. km 31,5 til km 37,1 i perioden fra den 15. maj til 6. august 2017.

I Tabel 5 ses antal, andel og type af hændelser sket på strækningen med reversible vognbaner i den knap 3 måneder lange periode.

Hændelser	Køreretning		I alt (antal)	I alt (andel)
	Nord	Syd		
Uheld	2	14	16	15%
Påkørsel af afspærringsmateriel	14	4	18	17%
Havarerede køretøjer	16	12	28	26%
Tabt gods	13	21	34	31%
Dyr på kørebanen		1	1	1%
Akut vejarbejde		3	3	3%
Andet	4	4	8	7%
Samlet	49	59	108	100%

***Tabel 5**. Antal hændelser fordelt på hændelsestype på M10 strækningen med reversible vognbaner (Etape 2, ca. km 31,5-37,1, perioden 15. maj - 6. august 2017). "Andet" dækker meldinger om diverse opringninger/klager, vand på kørebanen, løse brønddæksler mv.*

Uheld udgør 15% af det samlede antal hændelser på strækningen med reversible vognbaner. I sydgående køreretning er der registreret 14 uheld, mens der er alene er registreret 2 uheld i nordgående retning.

17% af hændelserne dækker påkørsel af afspærringsmateriel. Hovedparten af disse hændelser sker i nordgående køreretning (14 påkørsler, mod 4 i sydgående) (Tabel 5). Langt de fleste påkørsler af afspærringsmateriel i nordgående retning er sket i tilknytning til overledningen i den sydlige ende af strækningen.

Havarerede køretøjer og tabt gods udgør hhv. 27% og 31% af det samlede antal hændelser registreret på strækningen i perioden med reversible vognbaner.

Fordelingen af hændelsestype på strækningen med reversible vognbaner adskiller sig ikke nævneværdigt fra fordelingen af hændelser sket under anlægsarbejdet på M10, Etape 1 (Tabel 4).

4 Trafik, hastighed og fremkommelighed

I dette kapitel opsummeres resultaterne af de trafikale effekter som følge af anlægsprojekterne. Der ses på rejsetider og forsinkelsesarbejde for hver af de fire anlægsprojekter, før og under anlægsarbejdet.

På basis af de observerede trafikflow på hver af strækningerne er den omtrentlige kapacitet, afhængig af sporkonfiguration, desuden forsøgt opgjort. De observerede kapacitetstal er sammenholdt med erfaringer fra andre danske og udenlandske projekter, således at et samlet sæt kapacitetstal i relation til forskellige sporkonfigurationer og afspærringer er opstillet.

4.1 Fremkommelighed

Tabel 6 viser den procentmæssige ændring i rejsetid som følge af anlægsprojekterne.

Ændringerne i rejsetid er i tabellen opgjort som gennemsnitstal for anlægsperioden set i forhold til perioden før arbejdet gik i gang. Det skal bemærkes, at tallene dækker over stor variation i anlægsperioden afhængig af den konkrete sporkonfiguration, rampelukninger mv. Bemærk også, at tilstødende delstrækninger er medtaget for nogle af anlægsprojekterne (typisk opstrøms strækninger med kø).

Til tabellen bør bemærkes, at M40 projektet i retning vest i perioder har meget lange rejsetider, hvilket skyldes sammenfaldende driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro. Endvidere, at rejsetiderne på M10 er et produkt af både anlægsetape 1 og til dels anlægsetape 2.

Ændring i rejsetid fra før til under anlæg			
Anlægsprojekt	Retning	Uden for myldretid	I myldretid
M60 (kun anlægsstrækning)	Retning Nord	+ 19 %	+ 35 %
	Retning Syd	+ 25 %	+ 35 %
M40 (kun anlægsstrækning)	Retning Øst	+ 29 %	+ 16 %
	Retning Vest	+ 24 %	+ 19 % (+57 % *)
M14 (anlæg + tilstødende)	Retning Nord	+ 15 %	+ 20-50 %
	Retning Syd	+ 13 %	+ 9 %
M10 (anlæg + tilstødende)	Retning Nord	+ 15-22 %	+12-22 %
	Retning syd	+ 12-25 %	+17-32 %

***Tabel 6**. Procentvis ændring i rejsetid på typiske hverdage fra før til under anlægsarbejdet. "+" angiver en stigning i rejsetid. (*Driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro).*

Det bør også nævnes, at de viste ændringer er baseret på forskellen i rejsetid fra før til under anlægsarbejdet, uden at der er taget hensyn til eventuelle generelle trends eller trafikspring som følge af anlægsarbejdet.

Uden for myldretiden er rejsetiden typisk steget med ca. 20-30 % (Tabel 6). Det skal ses i lyset af, at en hastighedsnedsættelse fra 110 til 80 km/t vil give en stigning i rejsetid på ca. 38%. Rejsetiden uden for myldretiden er således typisk mindre, end hvad hastighedsnedsættelsen burde give.

I myldretiden ses ligeledes en stigning i rejsetid i området ca. 15-35%. Stigningen er meget afhængig af, hvordan trafikforholdene var i perioden før anlægsarbejdet. For flere af anlægsstrækningerne er rejsetiden i den ene eller i begge køreretninger i myldretiden steget mere, procentmæssigt, end uden for myldretiden, men det modsatte er også tilfældet (Tabel 6).

Den gennemsnitlige rejsetid samt spredning i rejsetid (dag-til-dag variation) i og uden for myldretiden, i førperioden hhv. under anlægsarbejdet, er angivet i Tabel 7. Tallene er afrundet.

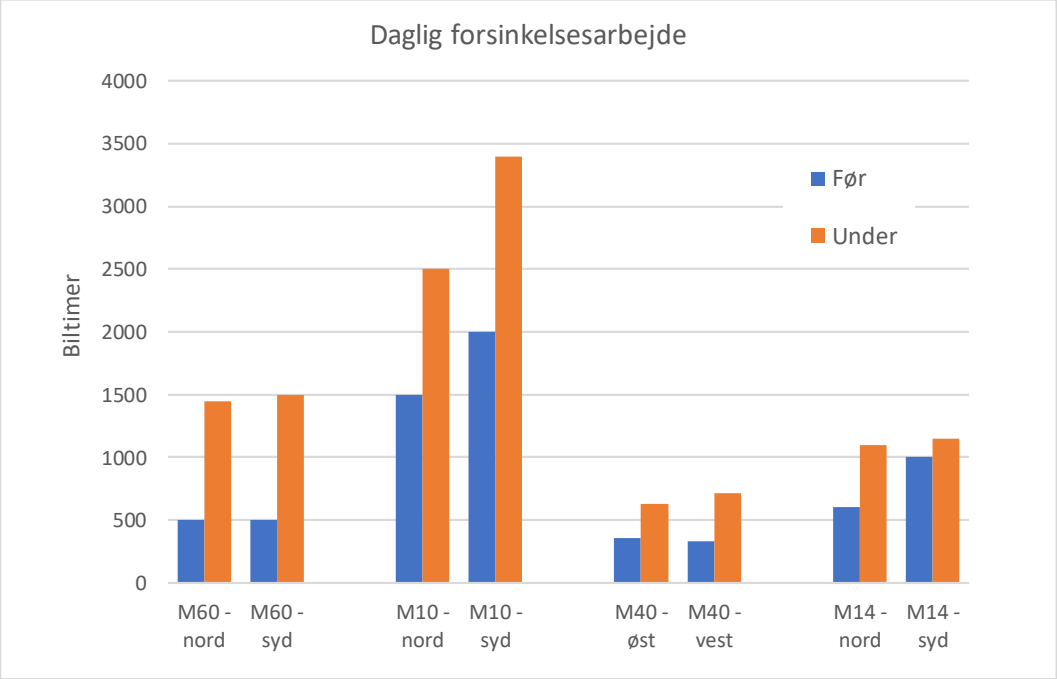
		Myldretid		Uden for myldretid	
		Rejsetid	Spredning	Rejsetid	Spredning
M60 nord+syd	Før	8 min	1 min	8 min	1 min
	Under	11 min	4 min	9 min	1 min
M40 øst	Før	6 min	0 min	5 min	0 min
	Under	8 min	2 min	7 min	0 min
M14 - syd	Før	9 min	2 min	5 min	0 min
	Under	11 min	3 min	5 min	1 min
M14 – nord	Før	17 min	7 min	5 min	1 min
	Under	18 min	7 min	6 min	1 min
M10 – nord	Før	16 min	4 min	10 min	0 min
	Under	19 min	4 min	12 min	1 min
M10 – syd	Før	17 min	7 min	11 min	0 min
	Under	22 min	7 min	12 min	1 min

Tabel 7*. Gennemsnitlig rejsetid og spredning i rejsetid i og udenfor myldretiden, før og under anlægsarbejdet.*

Rejsetiden er i myldretiden typisk øget med 1-4 minutter under anlægsarbejdet set i forhold til før. Uden for myldretiden er stigningen mindre. Spredningen i rejsetid er generelt størst i myldretiden og øges for flere af anlægsstrækningerne i anlægsperioden.

Figur 12 viser det daglige forsinkelsesarbejde på typiske hverdage før og under anlægsarbejdet. Forsinkelsesarbejdet er opgjort på basis af Hastrid, med de usikkerheder der nu er på trafikmængder og rejsetider. For M10 og M14 indgår tilstødende strækninger.

Der er stor forskel på omfanget af forsinkelsesarbejdet og ændringerne, fra før til under anlægsarbejdet, afhængig af, hvordan trafiksituationen har været før anlægsarbejdet gik i gang. Generelt stiger forsinkelsesarbejdet dog for alle fire anlægsprojekter. Stigningen er fra 15% (M14-sydgående) til en tredobling af forsinkelsesarbejdet (M60).



***Figur 12**. Daglig skønnet forsinkelsesarbejde (biltimer) på typiske hverdage før og under anlægsarbejdet.*

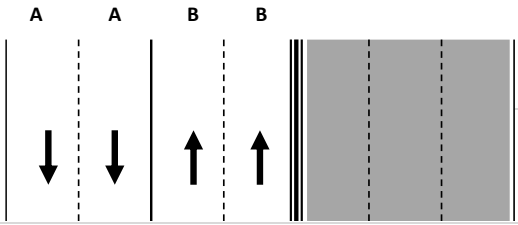
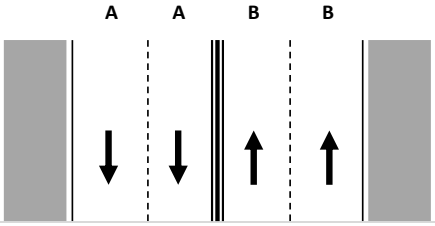
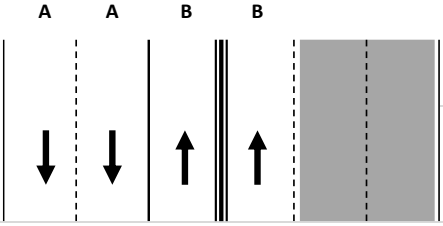
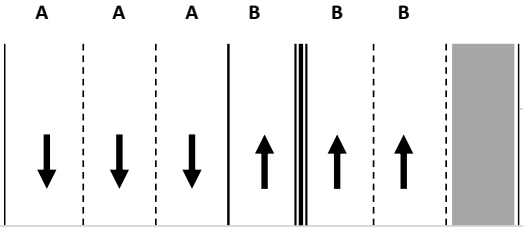
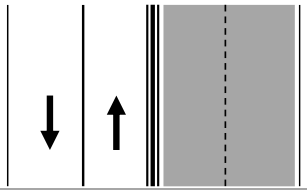
4.2 Kapacitet

4.2.1 Sporkonfiguration

I forbindelse med anlægsprojekterne er der indsamlet trafikdata til beskrivelse af kapaciteten i situationer med forskellig sporkonfiguration. Udfordringen ved tolkning af trafiktallene kan være, at selve strækningen ikke nødvendigvis udgør selve flaskehalsen i systemet, hvorfor den målte trafik kan være udtryk for flaskehalse længere opstrøms (rampetilkørsler/forsætninger/sporbortfald og lignende).

De observerede kapacitetstal er efterfølgende sammenholdt med tilsvarende erfaringer fra andre danske og udenlandske projekter, således at et samlet sæt skønnede kapacitetstal for forskellige sporkonfigurationer er opstillet.

Tabel 8 viser således kapaciteten ved forskellige sporkonfigurationer, hvor der i alle situationer gælder, at: Trafikken afvikles i smalle spor, der er anlægsarbejde, og den skiltede hastighedsgrænse er 80 km/t. Kapaciteten af ét smalt spor kan sættes til ca. 2.000 pe/t. I tilfælde af overledning reduceres med ca. 5%, og i tilfælde med sporreduktion reduceres med ca. 15%. Løsrevne spor, som fx en 3+1 situation, har mindre kapacitet pga. dårlig sporbenyttelse.

Sporkonfiguration		Kapacitet (pe/t)	
		Retning A	Retning B
4 + 0 	2+2 -> 4+0	4.000	3.800
	3+3 -> 4+0 (sp.reduk.)	3.400	3.300
2 + 2 	2+2 -> 2+2	4.000	4.000
3 + 1 	2+2 -> 3+1	4.000	3.500
	3+3 -> 3+1 (sp.reduk.)	3.400	3.000
4 + 2 	3+3 -> 4+2	6.000	5.200
	4+4 -> 4+2 (sp.reduk.)	5.200	4.500
2 + 0 	1+1 -> 2+0	2.000	1.900
	2+2 -> 2+0 (sp.reduk.)	1.700	1.600

***Tabel 8**. Anslået kapacitet ved forskellig sporkonfiguration. "sp.reduk."= sporreduktion.*

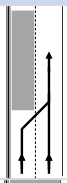
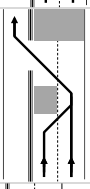
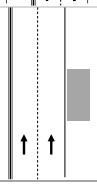
4.2.2 Kortvarende afspærring

Kapaciteten af kortvarende driftsafspærringer på anlægsstrækningerne er undersøgt med udgangspunkt i en række konkrete cases på de fire anlægsstrækninger.

De undersøgte cases, som kun dækker et udpluk af forskellige opstillinger/afspærringer, er brugt til at udvikle en generel model, der kan bruges til at skønne kapaciteten ved forskellige kombinationer af afspærringer og sporkonfigurationer.

Det skal bemærkes, at kortvarende afspærringer gælder < 72 timer/3 døgn.

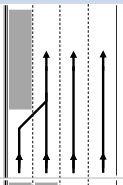
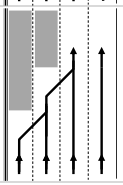
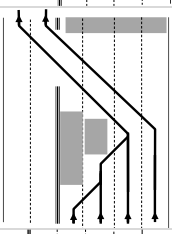
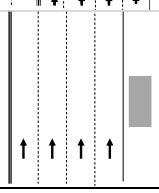
Tabel 9, Tabel 10 og Tabel 11 viser således den skønnede kapacitet på anlægsstrækninger med henholdsvis 2, 3 og 4 spor i forbindelse med kortvarende afspærringer. Den skønnede kapacitet er ved kø (efter trafiksammenbrud). Kapaciteten før kø skønnes at være en anelse større (0-15%).

Type af afspærring	Kapacitet
Sporreduktion til 1 spor 	1.550 pe/t
Sporreduktion til 1 spor + overledning 	1.450 pe/t
TMA i nødspor 	3.400 pe/t

***Tabel 9**. Kapacitet ved afspærring på 2-sporet anlægsstrækning.*

Type af afspærring	Kapacitet
Sporreduktion til 2 spor	3.050 pe/t
Sporreduktion til 2 spor + overledning	2.900 pe/t
Sporreduktion til 1 spor	1.250 pe/t
Sporreduktion til 1 spor + overledning	1.200 pe/t
TMA i nødspor	5.400 pe/t

***Tabel 10**. Kapacitet ved afspærring på 3-sporet anlægsstrækning.*

Type af afspærring	Kapacitet
Sporreduktion til 3 spor 	4.550 pe/t
Sporreduktion til 2 spor 	2.550 pe/t
Sporreduktion til 2 spor + overledning 	2.450 pe/t
TMA i nødspor 	7.600 pe/t

***Tabel 11**. Kapacitet ved afspærring på 4-sporet anlægsstrækning.*

4.2.3 Øvrige generelle observationer

- Andelen af tung trafik synes tilsyneladende ikke at påvirke kapaciteten ved forskellige typer afspærringer, når kapaciteten opgøres i personbilsenheder
- S-kurver kan virke kapacitetsreducerende – selv med radius 550 m
- Smalle spor er i sig selv ikke kapacitetsreducerende (kun lidt), men smalle spor i kombination med rampetilkørsler, S-kurver, overledninger og lign. giver en kapacitetsreduktion
- Løsrevne spor (3+1) giver dårlig kapacitet pga. dårlig sporudnyttelse
- Brug af vognbanesignaler (gul blinkende pil ved sporbortfald) på portal synes at give lavere kapacitet og dårlig fletteadfærd ved sporbortfald (se evt. p. 127). Brug af løbelys og sen fletteadfærd ved sporbortfald synes derimod at fungere bedre, i hvert fald på strækninger, hvor hastighedsniveauet som udgangspunkt er 80 km/t
- Kapaciteten i motorvejssammenløb (fx 2x2 spor -> 3 spor) er omtrent den samme som en situation med sporbortfald (4 -> 3 spor)
- Kapaciteten i mørke synes lavere end i dagslys
- Kapaciteten i weekenden synes lavere end på typiske hverdage med pendler-trafik (5-10% lavere i weekenden)

- Kapaciteten på dage med udbredt ferietrafik er mindre end på typiske hverdage
- Situationer med 2 x sporreduktion (fx 3 -> 1 spor) har overraskende lav kapacitet, hvilket formentlig kan skyldes kort afstand mellem de to sporbortfald
- Trafikafviklingen i en sporkonfiguration med overledte spor (fx en 3+1) er relativ følsom overfor hændelser, hvilket giver større variation i rejsetid.

4.3 ITS og fremkommelighed

Som nævnt i afsnit *2.5 ITS og trafiksikkerhed*, blev ITS systemet på M14 etableret ét år før anlægsarbejdet blev igangsat. Baseret på GPS data, for perioden 2011 og 2012, dvs. uden ITS (intet anlæg) og med ITS (intet anlæg), og de to ITS strækninger <7> Kokkedal til <13> Gl. Holte i sydgående retning og <15> Lundtofte til <10> Hørsholm S i nordgående køreretning, er rejsetidsdata for 2011 og 2012 sammenholdt.

I *sydgående* køreretning ses ingen ændring i den gennemsnitlige rejsetid uden for myldretiden. I myldretiden mellem kl. 07-09 ses en stigning i rejsetiden i 2012 på 1,5 minut (10%). Spredningen i rejsetid er dog mindsket med i gennemsnit 8%.

I *nordgående* køreretning ses, ligesom i sydgående retning, ingen ændring i den gennemsnitlige rejsetid udenfor myldretiden. I myldretiden mellem kl. 15 og 18 ses en stigning i rejsetid på ca. 0,5 minutter (8%). Der er ikke nogen entydig ændring i spredningen, men samlet set er der sket et gennemsnitlig fald på 3%.

De observerede ændringer på ITS strækningerne er således generelt små og ligger formentlig på niveau med de generelle ændringer i rejsetid i hovedstadsområdet. Bemærk, at der i tilknytning til rejsetidsændringerne er tale om faktiske forskelle – uden brug af kontrolgruppe for en eventuel generel udvikling.

Ses alene på fremkommeligheden på selve den 4,4 km lange strækning mellem <10> Hørsholm S og <13> Gl. Holte, som fra 2013 er anlægsstrækning, ligger rejsehastigheden i *sydgående* retning generelt under den skiltede hastighedsgrænse på 110 km/t. I morgenmyldretiden mellem kl. 07-09 kommer hastigheden længere ned (ca. 30 km/t), som følge af tæt trafik og kø. Hastigheden er en lille smule lavere i maj/juni 2012, set i forhold til maj/juni 2011.

Mellem <13> Gl. Holte og <10> Hørsholm S i *nordgående* retning gælder det også, at rejsehastigheden generelt er under 110 km/t – i både 2011 og 2012. I eftermiddagsmyldretiden mellem kl. 15-18 er hastigheden nede på omkring 60 km/t (tæt trafik). Der findes en svag tendens til, at rejsehastigheden i myldretiden er lidt lavere i maj/juni 2012 end i 2011.

Der kan i rejsetidsdata således ikke ses nogen entydig forskel mellem 2011 og 2012 (med/uden ITS).

5 Trafikanters tryghed og tilfredshed

I dette kapitel opsummeres trafikanters tryghed og tilfredshed under anlægsarbejderne på hhv. M60, M40, M14 og M10.

Formålet med at undersøge trafikanternes tilfredshed var at få indblik i deres oplevelse af at køre på strækningen under anlægsarbejdet samt deres holdning til det ITS-system, der er etableret på eller op til anlægsstrækningen. På hver af de fire anlægsstrækninger er der således gennemført én eller flere trafikanttilfredshedsundersøgelser baseret på spørgekort uddelt til trafikanter, som har kørt på hele eller dele af den pågældende anlægsstrækning.

5.1 Trafikanttilfredshedsundersøgelse

Af Tabel 12 nedenfor ses antallet af gennemførte trafikanttilfredshedsundersøgelser - på hver af de fire anlægsstrækninger – tidspunkt (måned/år) for uddeling af spørgekort, antal uddelte og returnerede spørgekort samt svarprocenten.

På M60 er der gennemført én trafikanttilfredshedsundersøgelse, mens der på M40 og M14 er gennemført to undersøgelser. På M10 er der uddelt spørgekort fire gange. Desuden blev der i maj/juni 2017 gennemført en femte tilfredshedsundersøgelse. Den femte undersøgelse blev gennemført som en webbaseret tilfredshedsundersøgelse, omhandlende strækningen mellem Solrød S og MVX Køge, hvor der i forbindelse med slidlagsarbejdet på Etape 2 er etableret mobilt autoværn (reversible spor). I tilknytning til denne tilfredshedsundersøgelse deltog 1000 panelmedlemmer tilknyttet en online dataleverandør.

Antallet af trafikanter (respondenter), der har deltaget i tilfredshedsundersøgelserne, varierer mellem ca. 850 og 1.170. I undersøgelserne varierer respondenternes gennemsnitsalder mellem 47 år og 51 år – og der indgår respondenter i alderen 18-96 år.

I det følgende sammenholdes svarene på spørgsmål, som har været stillet i relation til mere end én af de fire anlægsstrækninger. Selve formuleringen af spørgsmålene kan variere en anelse fra undersøgelse til undersøgelse, men hvis betydningen af spørgsmålet er den samme sammenstilles svarene. Hvis det samme spørgsmål har været stillet ved flere tilfredshedsundersøgelser på den *samme* anlægsstrækning (fx ved alle fire spørgekortsundersøgelser på M10), angives svarene for den pågældende strækning som et gennemsnit af de fire undersøgelser. Kun hvis der er nævneværdig forskel på svarene ved de fire undersøgelser, er dette bemærket.

Trafikanttilfredshed				
	M60	M40	M10	M14
Antal tilfredsheds-undersøgelser	1	2	5	2
Tidspunkt for uddeling (måned, år)	1) Nov. 2012	1) Sep. 2013 1) Okt. 2013* 2) Sep. 2014	1) Sep. 2013 2) Okt. 2014 3) Okt. 2015 4) Sep. 2016 5)** Maj 2017	1) Okt. 2013 2) Okt. 2014
Anlægsstrækning (fra - til)	1) Skærup – Vejle N	1) Nr. Aaby - Middelfart 2) Nr. Aaby - Middelfart	1) Greve S - Solrød S 2) Greve S - Egedesvej 3) Solrød S - MVX Køge V 4) Solrød S - MVX Køge V 5) Solrød S - MVX Køge V	1) Gl. Holte - Hørsholm S 2) Gl. Holte - Hørsholm S
Strækningslængde	1) 13 km	1) 10 km 2) 10 km	1) 8,5 km 2) 10,5 km 3) 5,5 km 4) 5,5 km 5) 5,5 km	1) 4,5 km 2) 4,5 km
Antal spørgekort Uddelt / Besvaret	1) 4000 / 975	1) 3.047/967 1) 2.251/740* 2) 3.187 / 887	1) 3.487 / 907 2) 3.850 / 1.169 3) 3.542 / 856 4) 2.629 / 789 5) - / 1000	1) 3.950 / 1.103 2) 3.700 / 856
Svarprocent	1) 24%	1) 32%-33%* 2) 28%	1) 26% 2) 30% 3) 24% 4) 30% 5) (100%)	1) 28% 2) 23%

***Tabel 12**. Trafikanttilfredshedsundersøgelser. Gennemførelsestidspunkt, anlægsstrækning fra-til, strækningslængde samt antal uddelte og returnerede spørgekort. *M40, spørge-kortundersøgelse 1) blev gennemført ad to omgange, grundet en ulykke på strækningen i forbindelse med uddelingen i september. **Online undersøgelse*

Resultater af spørgsmål, som alene er blevet stillet i tilknytning til én af anlægs-strækningerne, beskrives tillige.

Det skal bemærkes, at resultaterne for den webbaserede tilfredshedsundersøgelse i 2017, ikke indgår i gennemsnitsopgørelserne for M10. Det skyldes først og frem-mest, at metoden til indhentning af data adskiller sig fra de øvrige fire tilfreds-hedsundersøgelser på M10. Der vil naturligt være en forskel i stikprøven ved at

indsamle i myldretiden – som det er gjort i tilknytning til de fire tidligere undersøgelser - og ved at indsamle blandt respondenter, der har kørt på strækningen minimum én gang i løbet af en 1-3 ugers periode, som det er tilfældet i 2017-undersøgelsen. En direkte sidestilling af resultaterne fra enslydende spørgsmål fra den webbaserede undersøgelse og de fire spørgekortsundersøgelser vil derfor ikke altid være rimelig. De overordnede resultater fra den webbaserede undersøgelse fremgår af afsnit s. 88.

Der henvises i øvrigt til afrapporteringerne af de enkelte trafikanttilfredshedsundersøgelser.

5.2 Hyppighed, tidsrum og køretøjstype

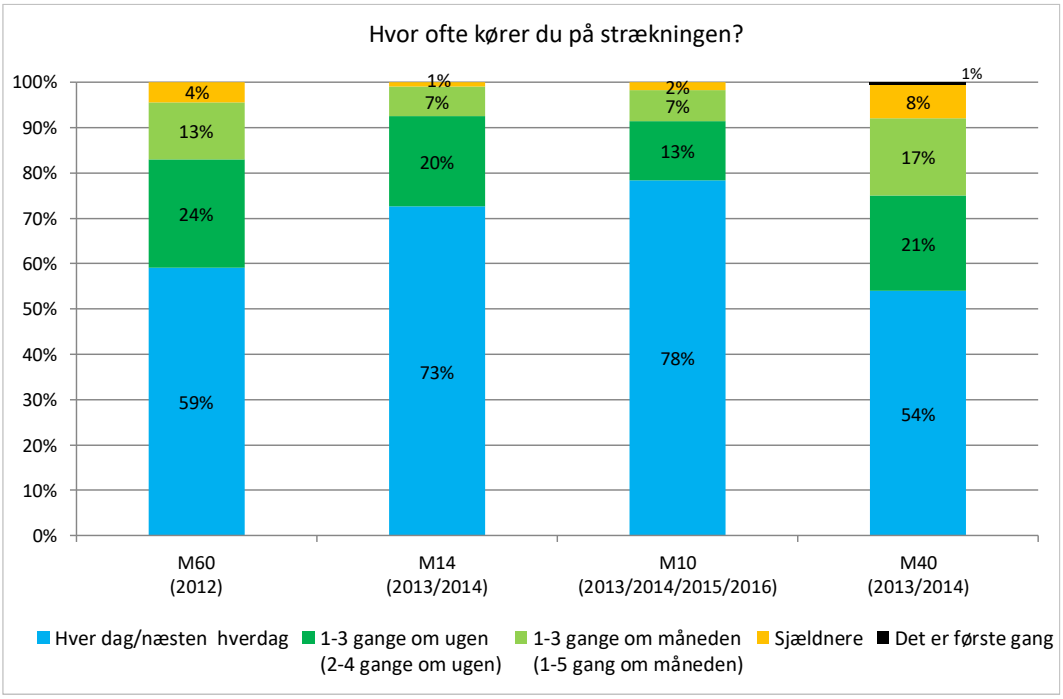
I tilknytning til alle trafikantundersøgelserne er trafikanterne indledningsvis blevet spurgt, hvor ofte de kører på den pågældende anlægsstrækning, hvornår de typisk kører der, og hvilket køretøj de normalt benytter, når de kører på strækningen.

Det skal bemærkes, at svarkategorierne til spørgsmålet:

"Hvor ofte kører du på strækningen?" adskiller sig en anelse fra hinanden tilfredshedsundersøgelserne imellem. På M60 og M14 (i 2013) havde respondenterne følgende muligheder: "Hverdag", "2-4 gange om ugen", "1-5 gange om måneden", "Sjældnere", "Det er første gang".

På M14 i 2014, M10 og M40 var svarkategorierne følgende:
"Hverdag/næsten hverdag", "1-3 gange om ugen", "1-3 gange om måneden", "Sjældnere", "Det er første gang"

Af Figur 13 ses, at andelen af respondenter der kører på strækningen 1-3 gange om måneden/1-5 gange om måneden eller sjældnere er størst på M40 (26%) og mindst på M10 og M14 (8%-9%).



***Figur 13**. Hvor ofte kører trafikanterne på strækningen?*

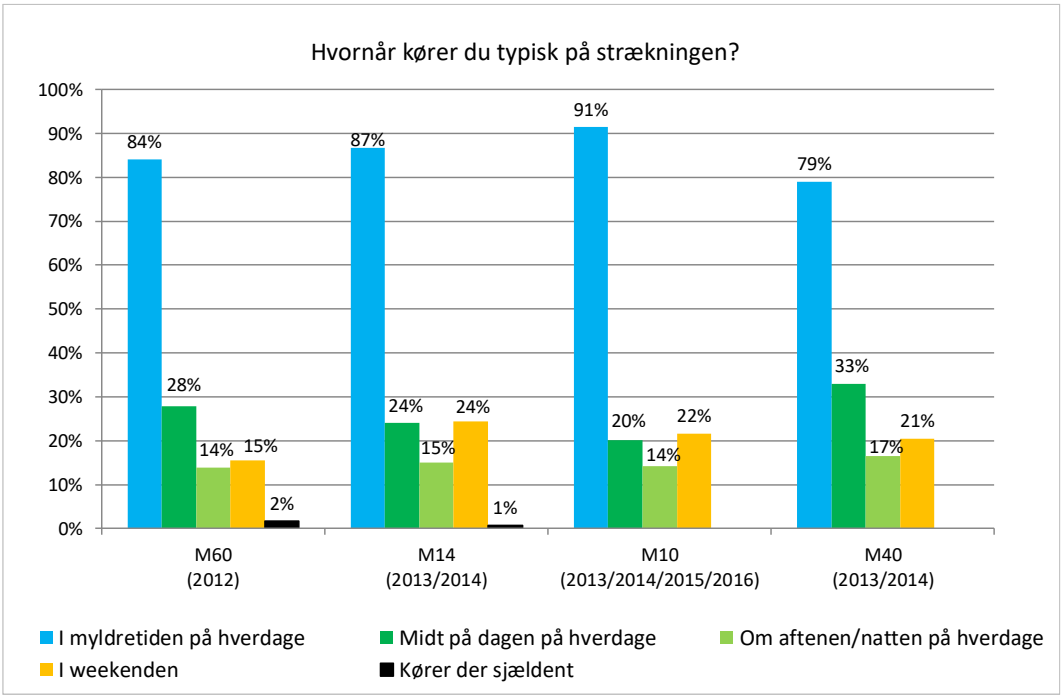
På M14 var der i 2014 en større andel respondenter, der kørte på strækningen hver dag – set i forhold til 2013 (69% i 2013, 76% i 2014). Forskellen kan skyldes ændringen i svarmuligheden fra "hver dag" i 2013 til "hver dag/næsten hver dag" i 2014. Samlet set udgør svarene hver dag/næsten hver dag og 2-4 gange om ugen 92-93% af det samlede antal respondenter i begge undersøgelser.

På M10 er andelen af respondenter, der kører på strækningen hver dag/næsten hver dag på mellem 75%-77%, bortset fra i 2014, hvor andelen er på 85%. Forskellen skyldes formodentlig, at en mindre andel af spørgekortene blev uddelt *udenfor* myldretiden i 2014 set i forhold til de tre øvrige år. Samme tendens ses også i relation til svarene på spørgsmålet om, hvornår respondenterne typisk kører på strækningen (Figur 14).

På M40 var der et fald i andelen af respondenter, der kørte på strækningen hver dag/næsten hver dag fra 57% i 2013 til 51% i 2014.

Hvornår kører du typisk på strækningen?

Til dette spørgsmål har respondenterne haft mulighed for at sætte kryds ved mere end én svarmulighed.



***Figur 14**. Respondenternes typiske tidspunkt for færdsel på anlægsstrækningen.*

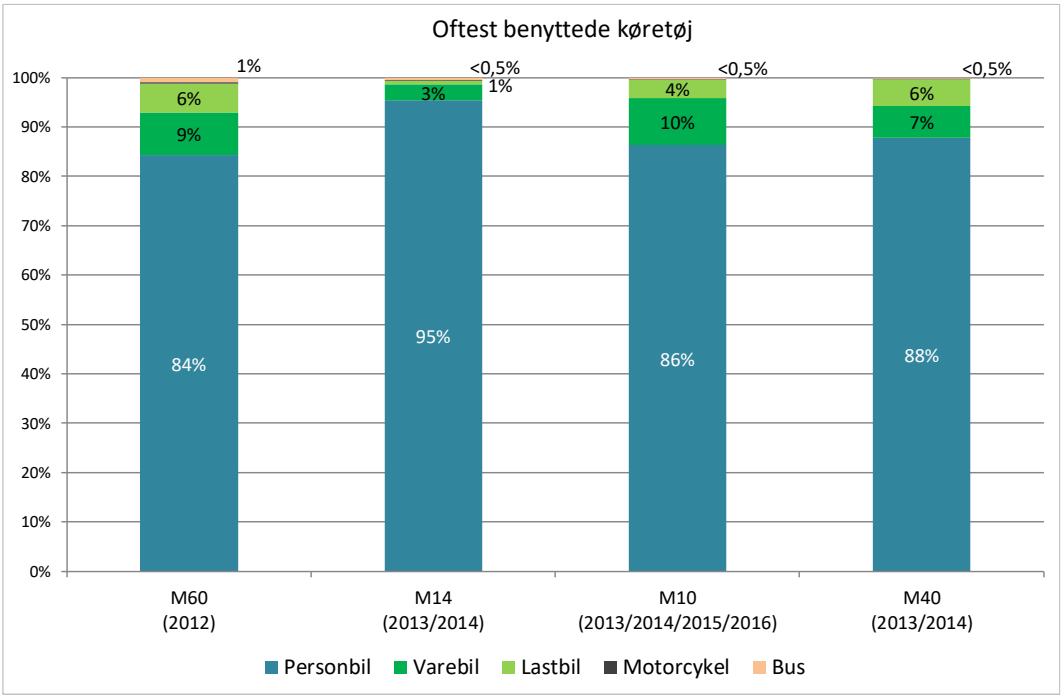
Svarmuligheden "Kører der sjældent" har alene været mulig i tilfredshedsundersøgelserne på M60 og M14.

Det fremgår, at respondenterne på M40 skiller sig ud fra respondenterne på de øvrige anlægsstrækninger, ved at færre respondenter typisk kører på strækningen i myldretiden på hverdage, og flere typisk kører på strækningen midt på dagen på hverdage (Figur 14).

På M10 havde respondenterne i 2015/2016 desuden mulighed for at angive, i hvilken køreretning de typisk kører på strækningen (mod syd eller nord). Ikke overraskende benytter hovedparten af respondenterne strækningen i køreretning mod nord i morgenmyldretiden og mod syd i eftermiddagsmyldretiden. I weekenden og uden for myldretiden er fordelingen på køreretning meget ensartet (51% nord; 49% syd).

Hvilket køretøj benytter du oftest, når du kører på strækningen?

Uanset hvilken anlægsstrækning der er tale om, illustrerer Figur 15, at langt hovedparten af de adspurgte trafikanter oftest benytter personbil på anlægsstrækningen. Andelen af respondenter der oftest benytter lastbil på strækningen er størst på M60 og M40.



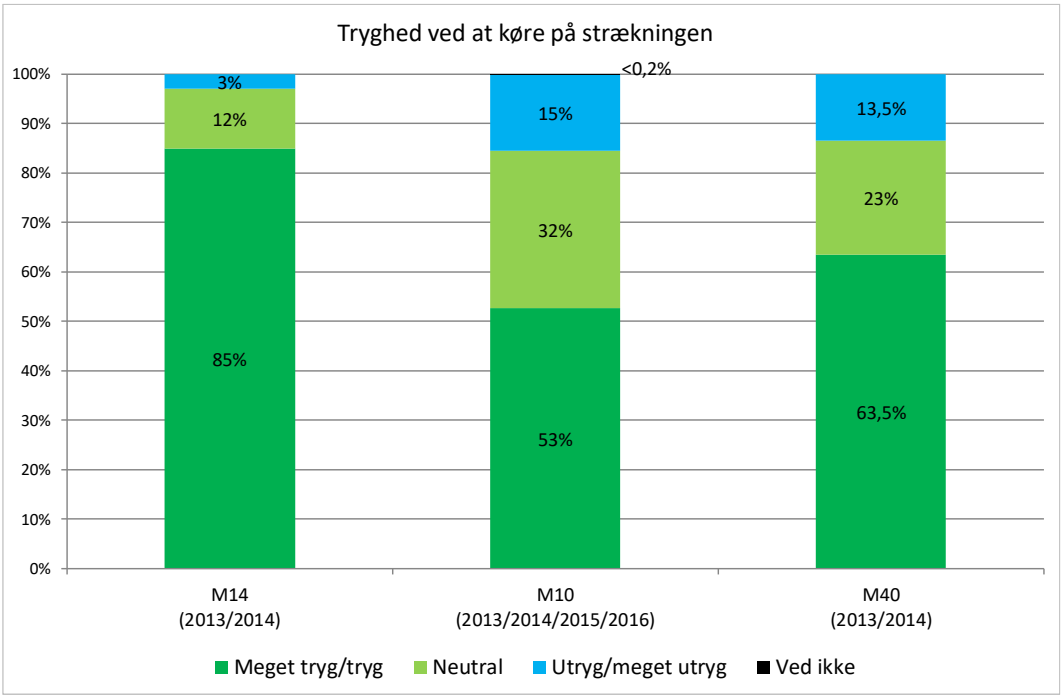
***Figur 15**. Respondenternes oftest benyttede køretøj på anlægsstrækningen. Bemærk: Datætikette for andel respondenter der benytter motorcykel (sort serie) fremgår ikke, idet alle andele ligger på 0,3% eller derunder.*

5.3 Tryghed

Hvor tryg er du, når du kører på strækningen?

Trafikanter på tre af de fire anlægsstrækninger er blevet adspurgt, hvor trygge de er, når de kører på strækningen (Figur 16). Andelen af trafikanter, der føler sig meget tryg/tryg ved at køre på strækningen, er størst på M14, hvor 85% føler sig meget tryg/tryg og kun 3% meget utryg/utryg.

På M10 og M40 er andelen af trafikanter der føler sig meget tryg/tryg hhv. 53% og knap 64%. Andelen af trafikanter, der føler sig meget utryg/utryg er på begge anlægsstrækninger ca. 5 gange højere end på M14.



***Figur 16**. Respondenternes tryghed ved at køre på strækningen.*

I 2013 og 2014 er trafikanter på M40 blevet spurgt:

Er der forskel på hvor tryg du er, når du kører i højre/venstre spor?

På uddelingstidspunktet i 2013 var bredden af højre og venstre spor hhv. 2,9 m og 2,7 m. I 2014 var højre spor en anelse bredere end i 2013; 3,0-3,1 m, mens venstre spor var noget smallere; 2,5-2,55 m. Højre og venstre spor var adskilt af en 15 cm bred delelinje.

Begge år svarer 43%-44% af respondenterne, at: ”Ja, højre spor er tryggere end venstre spor”. Cirka halvdelen, 50%-54%, svarer ”Nej, der er ingen forskel”, 2%-4% svarer ”Ja, venstre spor er tryggere end højre spor”, mens 1-2% ikke ved, om der er forskel på, hvor trygge de er, når de kører i højre/venstre kørespor.

Er vognbanen længst mod venstre for bred/smal?

Spørgsmålet er blevet stillet til trafikanter på M10 i 2013, 2014 og 2016. Alle tre år var sporbredderne på Køge Bugt Motorvejen i forbindelse med tilfredshedsundersøgelsen: Højre spor 3,0 m, midterste spor 2,75 m og venstre spor 2,5 m.

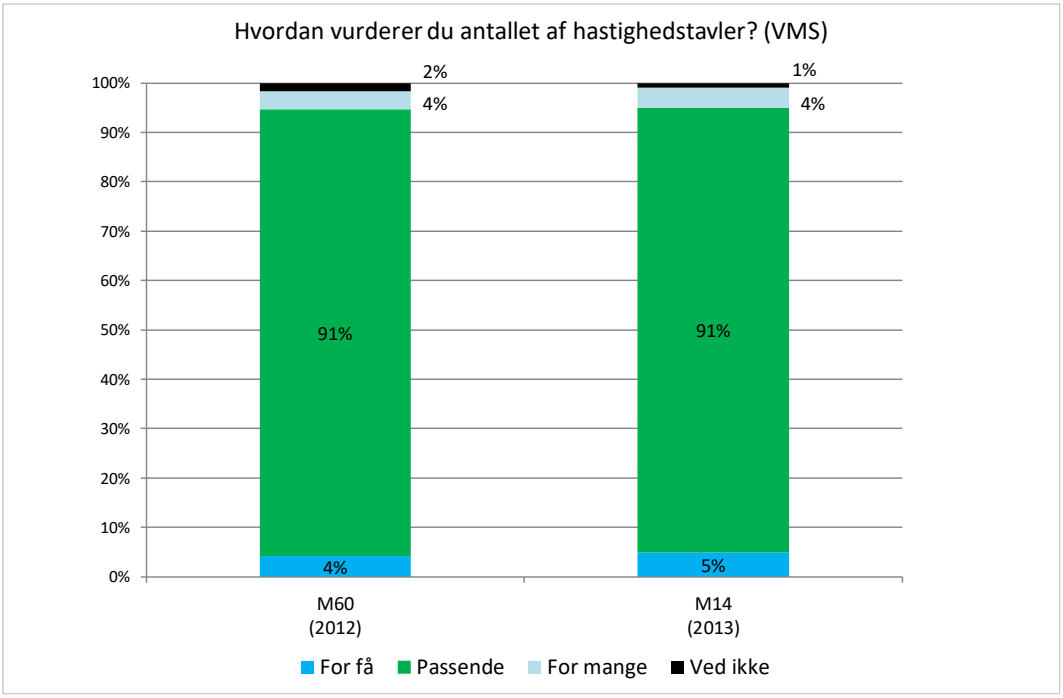
I 2013 og 2016 mente 60% af trafikanterne, at bredden af vognbanen længst mod venstre var tilpas, mens tilsvarende andel i 2014 var på 50%. 30-32% af trafikanterne i 2013/2016 og ca. 43% af trafikanterne i 2014 mener, at venstre vognbane er for smal/meget for smal.

Kun en meget lille andel (0,1%-1%) mener, at venstre vognbane er for bred/meget bred. 7%-9% svarer "ved ikke".

5.4 Hastighedstavler – variable og faste

Hvordan vurderer du antallet af hastighedstavler?

Langt hovedparten af trafikanterne på M60 og M14 – 91% - vurderer at antallet af variable hastighedstavler er passende (Figur 17). 4%-5% mener, at der er for få variable C55 tavler, og 4% mener, at der er for mange.



***Figur 17**. Respondenternes vurdering af antallet af variable hastighedstavler.*

***Figur 18**. M14, marts 2014. Variabel hastighedstavle (C55) ses i begge vejsider. Desuden informationstavle på galge i vejsiden til højre.*

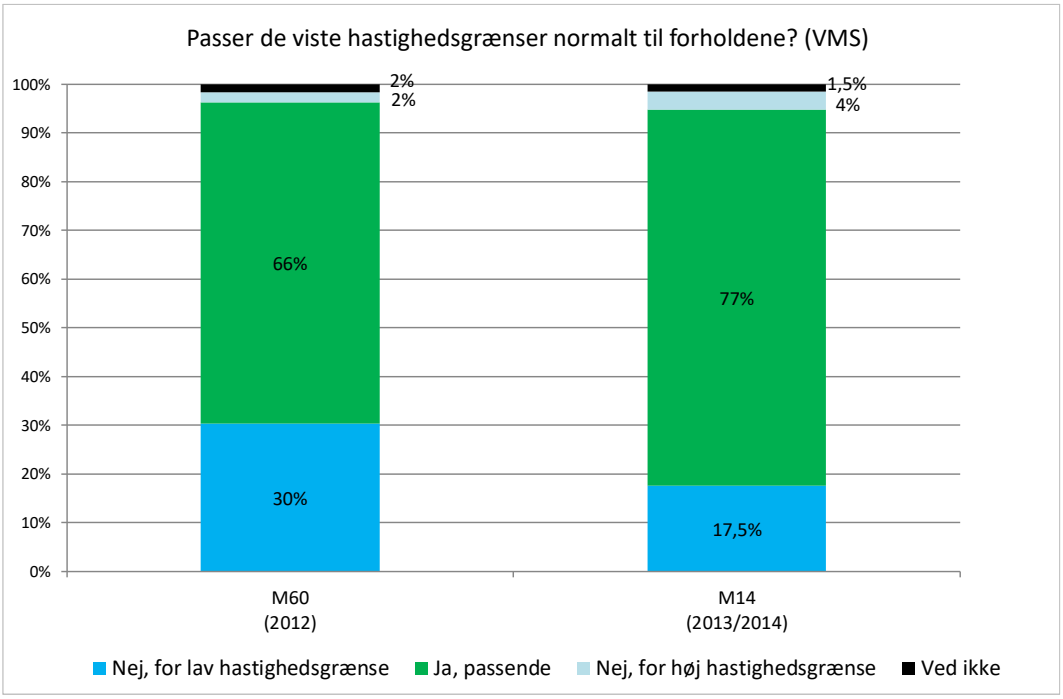
Hvor er hastighedstavlerne bedst placeret?

På M60 foretrækker ca. 80% af trafikanterne, at hastighedstavlerne placeres *over vejbanen*, frem for i vejsiden (Figur 19, nederst).

***Figur 19**. Øverst: M14, september 2013. Nederst: M60, maj 2012. Variable hastighedstavler (C55) placeret over vejbanen.*

Svarer/passer de viste hastighedsgrænser normalt til forholdene på vejen?

2/3 af trafikanterne på M60 mener, at den viste hastighedsgrænse normalt passer til forholdene. Knap 1/3 mener, at hastighedsgrænsen er for lav (Figur 20). På M14 er andelen af trafikanter, der mener, at den viste hastighedsgrænse normalt passer til forholdene, 10% højere, idet 77% finder den passende. Cirka 18% af trafikanterne på M14 mener, at den viste hastighedsgrænse normalt er for lav i forhold til forholdende.



***Figur 20**. Trafikanternes vurdering af, hvorvidt de viste hastighedsgrænser på VMS tavlerne normalt passer til forholdene.*

Det skal bemærkes, at andelen af trafikanter på M14 der mener, at hastighedsgrænsen normalt passer til forholdene (ja, passende) stiger med knap 10% fra 2013 til 2014, mens en tilsvarende mindre andel i 2014 mener, at hastighedsgrænsen er for lav.

Et lignende spørgsmål er stillet til trafikanterne på M10 og M40:

Hvordan vurderer du rimeligheden af de viste elektroniske (variable) hastighedsskilte i forhold til trafiksituationen?

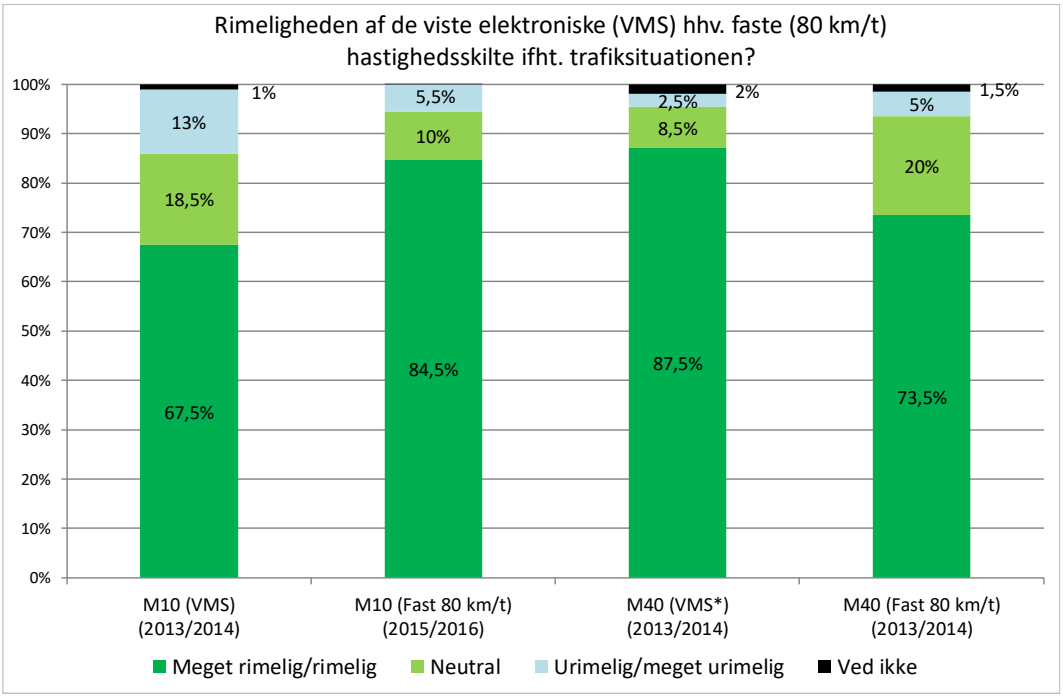
Idet at der på M40 alene er etableret variable C55 tavler i 3-4 snit op til anlægsstrækningen (både i øst- og vestgående køreretning), og der på selve anlægsstrækningen er etableret faste C55 tavler, er trafikanterne på M40 tillige blevet bedt om at vurdere rimeligheden af hastighedsangivelserne på de faste C55-tavler med 80 km/t hastighedsbegrænsning (Figur 22).

Hvordan vurderer du rimeligheden af de viste hastighedsangivelser på de almindelige skilte?

Tilsvarende spørgsmål blev stillet på M10 i 2015 og 2016, hvor der på analysestrækningen Solrød S - Køge V er etableret faste hastighedstavler med hastighedsbegrænsning 80 km/t:

Hvordan vurderer du rimeligheden af den generelle hastighedsbegrænsning på 80 km/t?

Figur 21 nedenfor illustrerer svarfordelingen, dels for VMS tavlerne, dels for de faste C55 tavler på M10 og M40. Vurderingen af rimeligheden af de *variable* hastighedstavler er stort set uændret fra 2013 og 2014 – det gælder både M10 og M40. Tilsvarende gælder for de *faste* tavler på M10 (fra 2015 til 2016). På M40 vurderer respondenterne derimod de faste hastighedstavler som mere rimelige i 2014 end i 2013.



***Figur 21**. Respondenternes vurdering af rimeligheden af C55 tavler som variable hhv. faste tavler på M10 og M40.*På M40 er VMS tavler alene etableret i overgangen op til anlægsstrækningen. VMS tavlerne på M40 viste kun sjældent hastighedsbegrænsninger lavere end 80 km/t.*

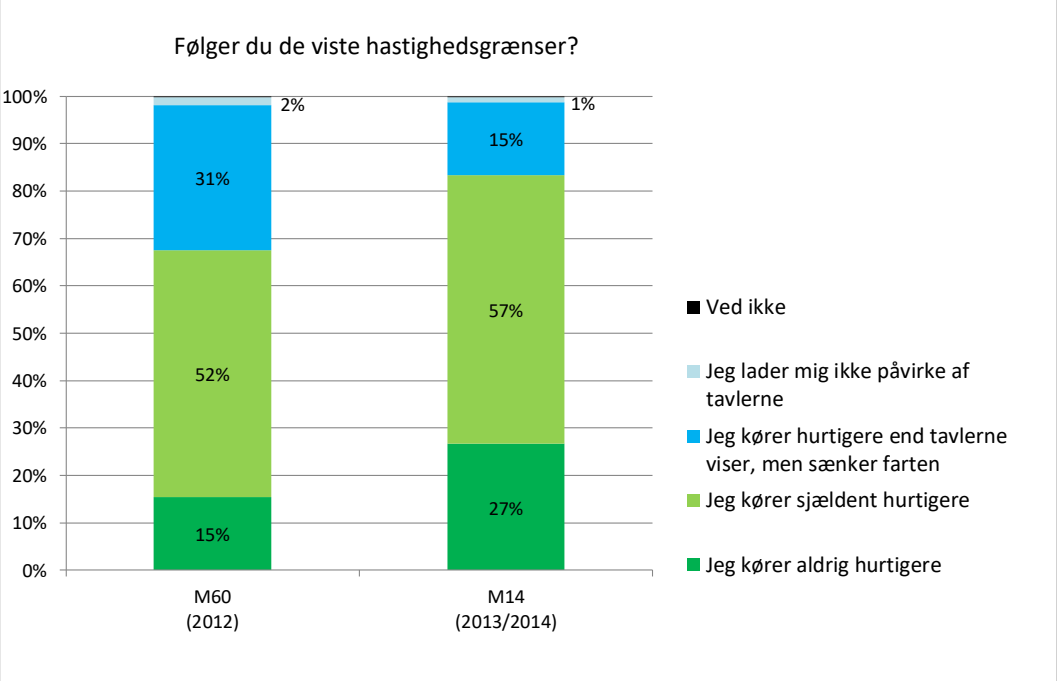
Resultaterne tyder på, at en større andel af respondenterne finder VMS tavlerne på M10 anlægsstrækningen for *urimelige/meget urimelige* set i forhold til de faste tavler på både M10 og M40, og i forhold til VMS tavlerne etableret på overgangsstrækningen op til anlægsstrækningen på M40. VMS tavlerne på M40 viste meget sjældent en lavere hastighedsbegrænsning end 80 km/t. Det skal i øvrigt bemærkes, at kommentarer fra respondenter på M40 medfører overvejelser om, hvorvidt en mindre andel af respondenterne tror, at der med "elektroniske" hastighedstavler menes "Din fart" tavlerne.

Hvis man sammenstiller svarmuligheden "passende" (fra M60 og M14) med svarmuligheden "meget rimelig/rimelig" (fra M10 og M40), tyder det på, at trafikanterne på M14 og M40 med hhv. 77% og ca. 88%, er mest tilfredse med visningen på C55 tavlerne set i forhold til forholdene.

***Figur 22**. M40, april 2014. Faste hastighedstavler (C55) placeret i højre og venstre side af vejens tværprofil.*

Følger du hastighedsanvisningen/de viste hastighedsgrænser?

Andelen af trafikanter der enten kører hurtigere end tavlerne viser, eller ikke lader sig påvirke af tavlevisningen, udgør 33% på M60, men kun halvt så meget på M14 (16%), Figur 23.



***Figur 23**. Trafikanternes svar på, hvorvidt de overholder den anviste hastighedsbegrænsning.*

Fra 2013 til 2014 faldt andelen af trafikanter på M14, der kører hurtigere end tavlerne viser, fra 20% til 11%. Tilsvarende stigning fandt man blandt trafikanter, der aldrig eller kun sjældent kører hurtigere.

Er de elektroniske (variable) hastighedsskilte vejledende, eller angiver de den højest tilladte hastighed?

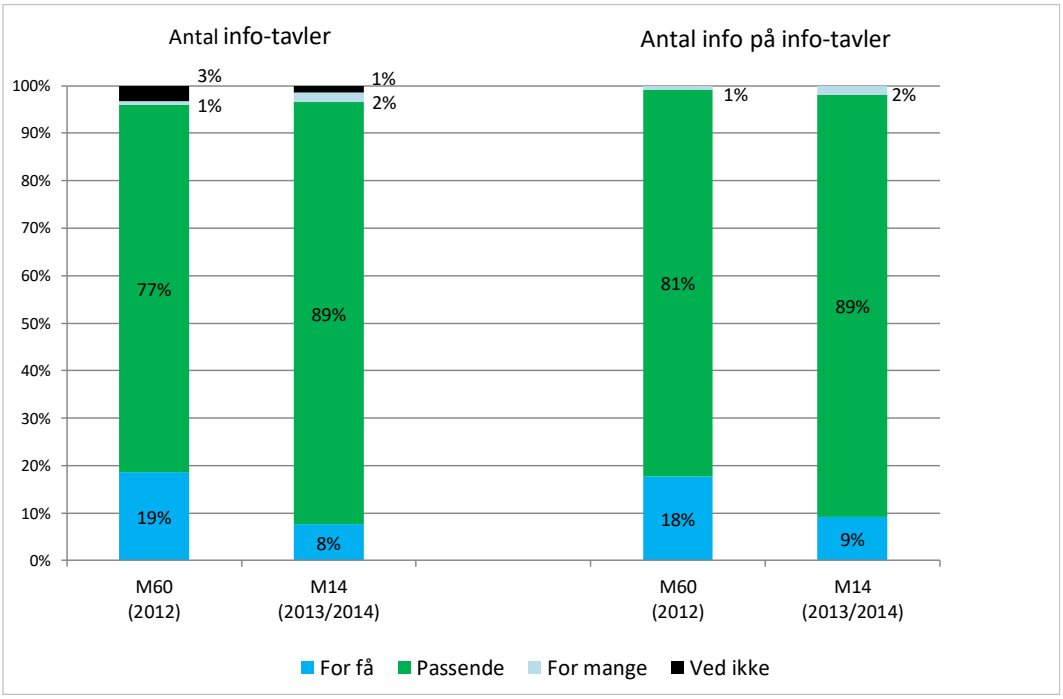
Spørgsmålet blev stillet til trafikanter på M10 i 2013. Langt størstedelen af trafikanterne (89%) angiver det korrekte svar; at de variable hastighedsskilte angiver den højst tilladte hastighed. 9% mener, at hastighedsvisningen er vejledende, og 2% svarer "ved ikke".

5.5 Informationstavler

På M60 og M14 er trafikanterne blevet adspurgt:

Hvordan vurderer du antallet af info-tavler?
Hvordan vurderer du antallet af informationer på info-tavlerne?

19% af respondenterne på M60 og 8% af respondenterne på M14 mener, at antallet af informationstavler på anlægsstrækningen er for få (Figur 24).



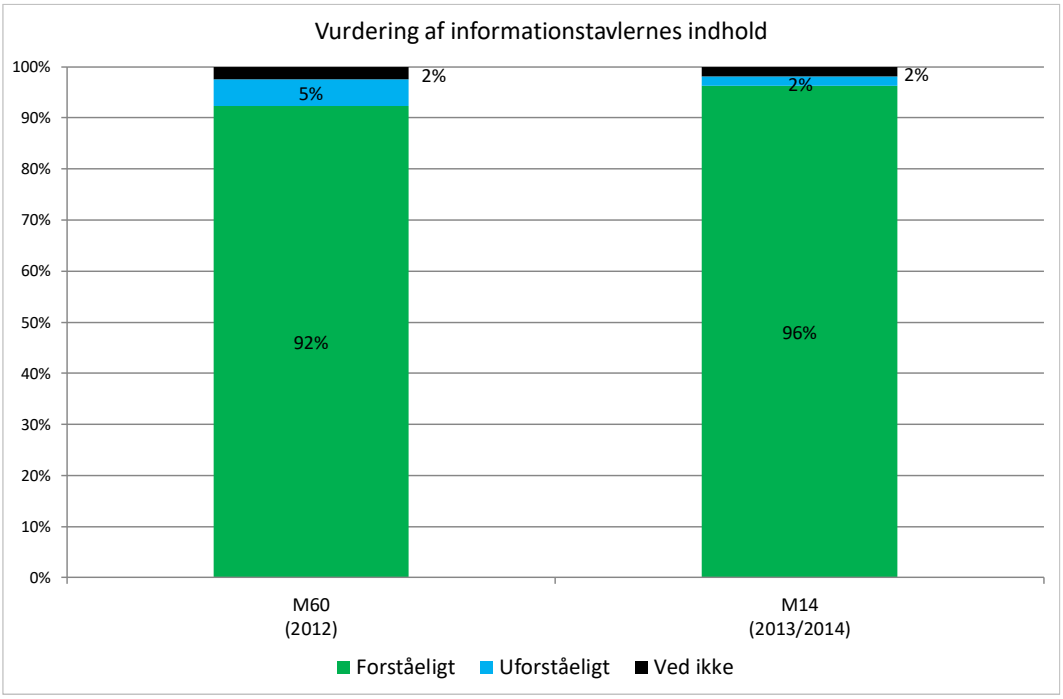
***Figur 24**. Respondenternes vurdering af antallet af informationstavler samt antallet af informationer på tavlerne.*

Omtrent tilsvarende andele finder man for respondenternes vurdering af antallet af informationer på selve informationstavlerne, idet 18% (M60) hhv. 9% (M14) af respondenterne mener, at der er for få informationer på tavlerne. Langt hovedparten af trafikanterne (81-89%) mener, at antallet af informationer på tavlerne er passende (Figur 24, Figur 25).

***Figur 25**. Eksempel på information på informationstavler. Øverst: M60, maj 2012 "ARBEJDSKØRSEL OM 500 M". Nederst: M14, marts 2014 med angivelse af rejsetid til hhv. <60>Vejle N og <59>Hornstrup.*

Hvordan vurderer du indholdet i informationerne på info-tavlerne?

Både på M60 og M14 vurderer langt hovedparten af trafikanterne informationstavlernes indhold for forståeligt (92-96%), Figur 26.



***Figur 26**. Respondenternes vurdering af forståeligheden af informationstavlernes indhold.*

Hvordan vurderer du antallet af vognbanesignaler? (Figur 27)

Spørgsmålet er alene stillet trafikanterne på M60, hvor 64% af trafikanterne mener, at antallet af vognbanesignaler er passende. 19% mener, at der er for få, mens kun 1% mener, at der er for mange vognbanesignaler. 16% svarer ved ikke.

Det skal bemærkes, at vognbanesignaler kun blev brugt i begrænset omfang.

***Figur 27**. Eksempler på vognbanesignaler.*

5.6 Køvarsling

Har du set skilte/informationstavler med køvarsling på strækningen?

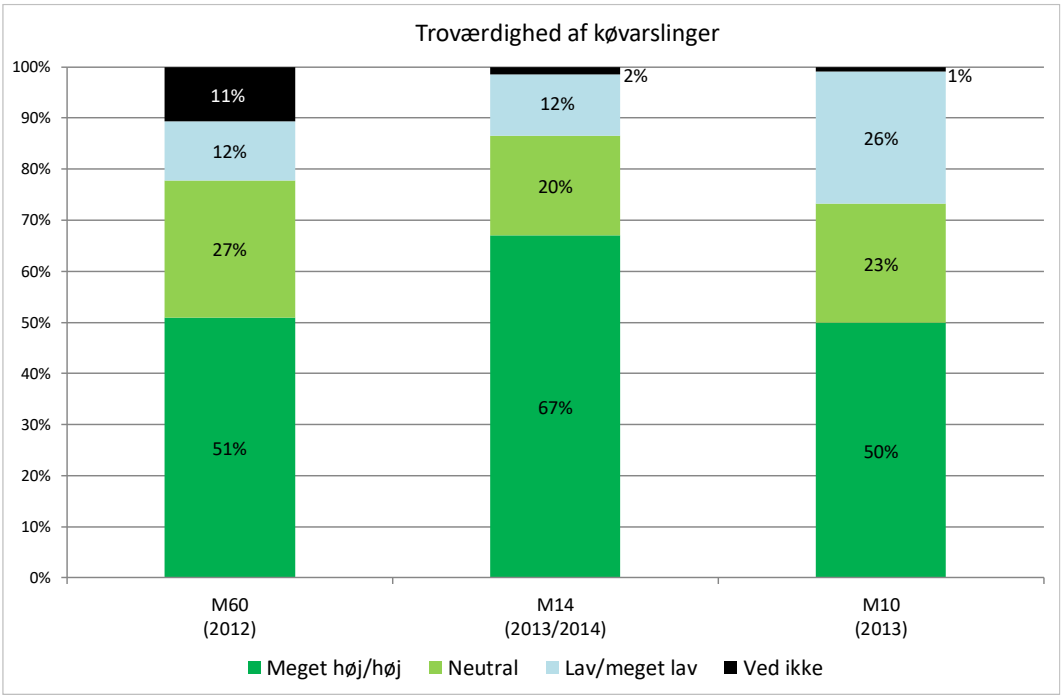
***Figur 28.** Eksempel på infotavle med køvarsling.*

90% af trafikanterne på M14 i 2013/2014 og 92% af trafikanterne på M10 i 2013 har set skiltning med køvarsling på strækningen.

Hvordan vurderer du troværdigheden af køvarslingen (passer de til de aktuelle trafiksituationer)?

Andelen af trafikanter, der finder troværdigheden af køvarslingerne meget høj eller høj, er størst på M14, hvor 67% af trafikanterne melder om høj troværdighed (Figur 29). På M60 og M10 er det alene halvdelen af trafikanterne, der mener, at køvarslingerne har meget høj/høj troværdighed.

Andelen af trafikanter der mener, at køvarslingernes troværdighed er lav eller meget lav er mere end dobbelt så høj på M10 end på M60 og M14.

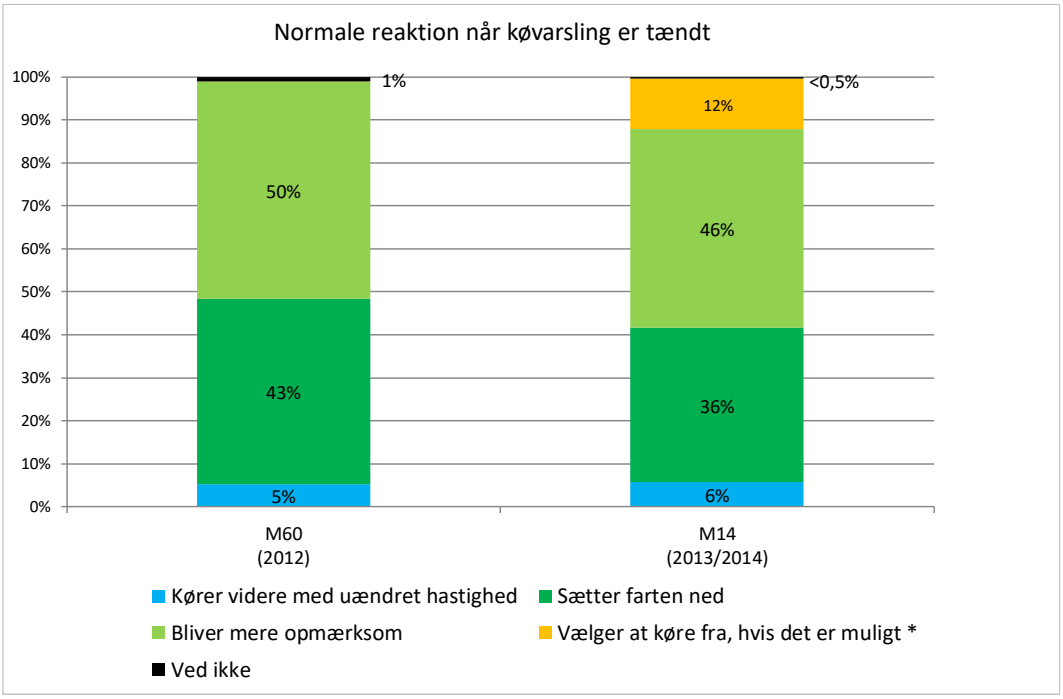


***Figur 29**. Respondenternes vurdering af køvarslingernes troværdighed.*

Hvordan reagerer du normalt, når du ser, at køvarslingen er tændt?

Til dette spørgsmål havde trafikanterne mulighed for at sætte kryds ved mere end én svarmulighed.

Når trafikanterne på M60 og M14 ser, at køvarslingen er tændt, reagerer 43% (M60) hhv. 36% (M14) ved at sætte farten ned (Figur 30). På begge anlægsstrækninger reagerer cirka halvdelen af trafikanterne ved at blive mere opmærksomme – og kun en ganske lille andel, 5-6%, reagerer ved at køre videre med uændret opmærksomhed. På M14 vælger 12% af trafikanterne at køre fra, hvis det er muligt.



***Figur 30**. Trafikanternes normale reaktion når køvarslingen er tændt. *Svarmuligheden "vælger at køre fra, hvis det er muligt" var kun svarmulighed for trafikanterne på M14.*

Er køvarslingerne brugbare for dig?

Trafikanternes holdning til køvarslingernes brugbarhed er alene stillet til trafikanter på M10 i 2013. 63% svarer, at køvarslingerne er meget brugbare eller brugbare, mens 18% mener, at køvarslingerne ikke eller slet ikke er brugbare. Yderligere 18% forholder sig neutrale til spørgsmålet.

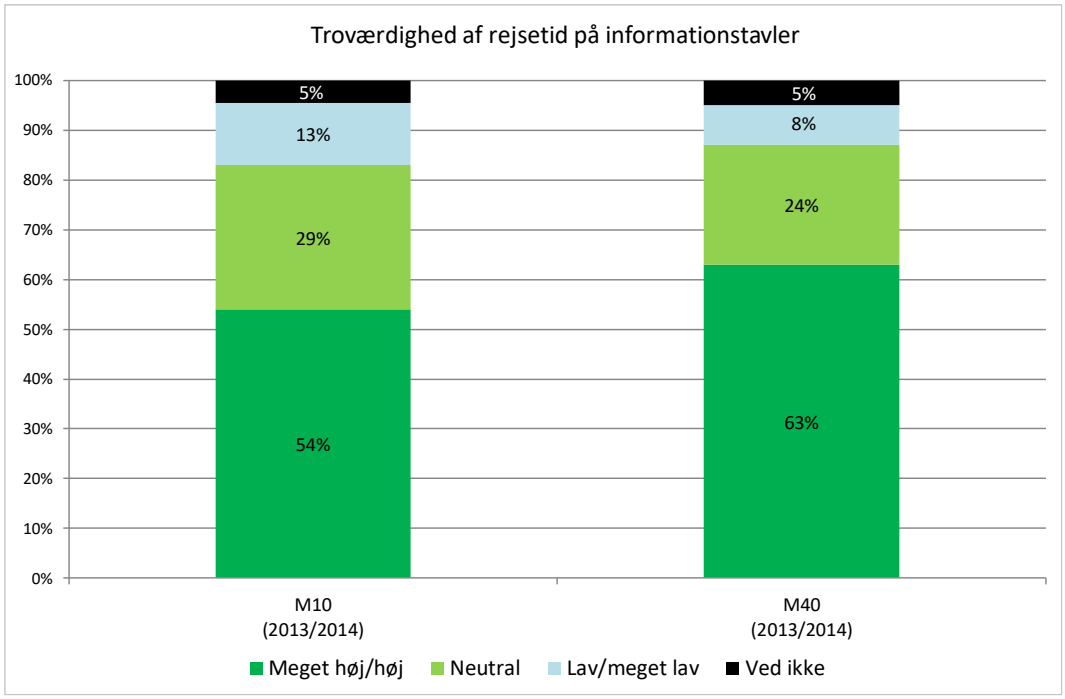
5.7 Rejsetidsinformation

Hvordan vurderer du troværdigheden af rejsetiderne på informationstavlerne?

63% af trafikanterne på M40 vurderer troværdigheden af rejsetiderne på informationstavlerne som meget høj eller høj (Figur 32). Andelen faldt fra 68% i 2013 til 58% i 2014, hvor en større andel af trafikanterne i stedet forholdt sig neutralt til spørgsmålet eller svarerede ved ikke.

Figur 31. *Eksempel på rejsetidsinformation på info-tavle. (M10)*

Andelen af trafikanter på M10 der vurderer troværdigheden af rejsetiderne for meget høj/høj ligger på 54% - altså knap 10% lavere end på M40.



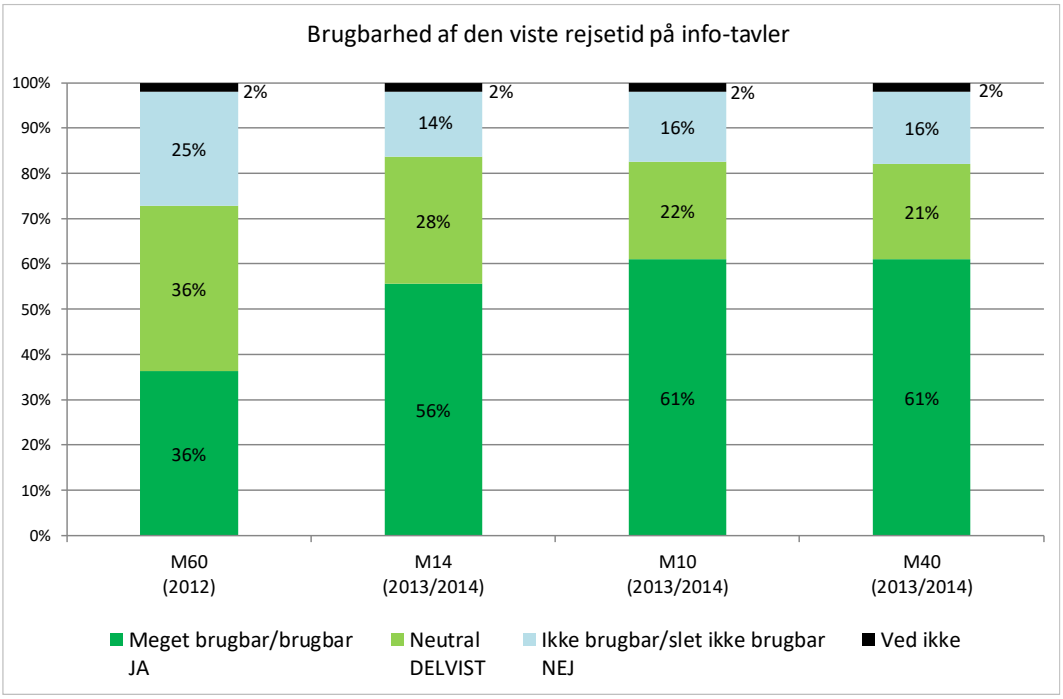
Figur 32*. Trafikanternes vurdering af rejsetidernes troværdighed.*

Er den viste information om rejsetid nyttig/brugbar for dig?

Trafikanternes vurdering af de viste rejsetiders brugbarhed fremgår af Figur 33. Svarmulighederne på dette spørgsmål adskiller sig en smule fra hinanden, idet trafikanter på M60 og M14 havde fire svarmuligheder; ”ja”, ”delvist”, ”nej” og ”ved ikke”, mens trafikanter på M10 og M40 havde mulighed for at svare: ”meget brugbar”, ”brugbar”, ”neutral”, ”ikke brugbar”, ”slet ikke brugbar” og ”ved ikke”.

I Figur 33 er det valgt at sidestille ”ikke brugbar/slet ikke brugbar” med ”nej”, ”neutral” med ”delvist” og ”meget brugbar/brugbar” med ”ja”.

25% af trafikanterne på M60 mener *ikke*, at den viste rejsetidsinformation er brugbar. På de tre øvrige anlægsstrækninger ligger tilsvarende andel noget lavere; mellem 14-16%.



***Figur 33**. Trafikanternes vurdering af de viste rejsetiders brugbarhed.*

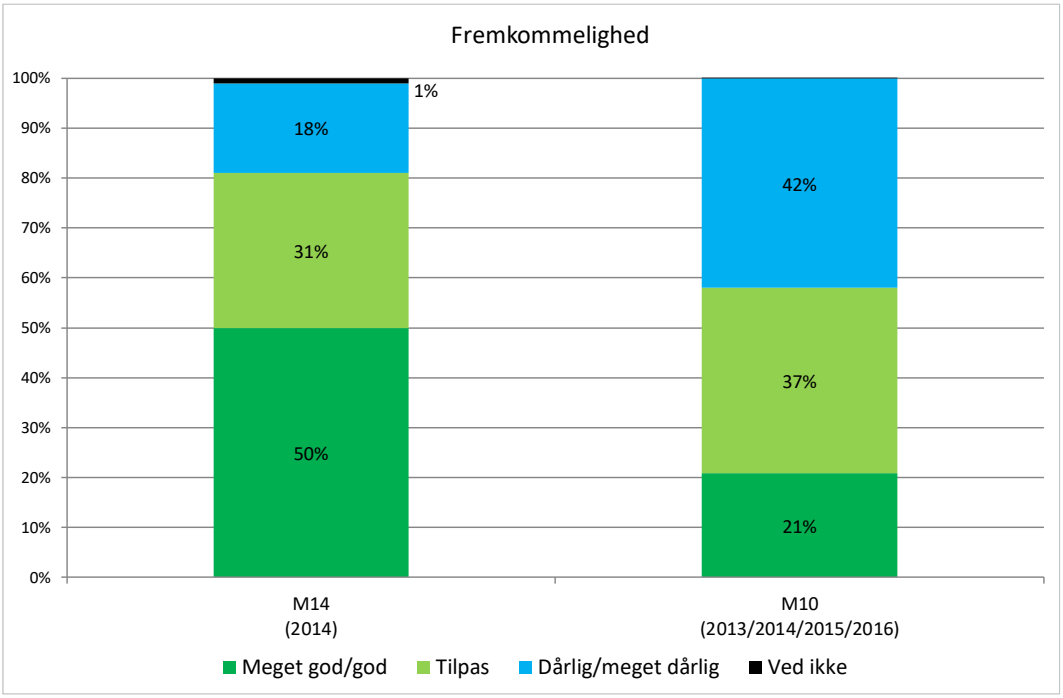
Det skal bemærkes, at andelen af trafikanter der vurderede rejsetidsinformationen for meget brugbar/brugbar faldt fra 69% i 2013 til 53% i 2014, hvor en tilsvarende større andel ikke fandt rejsetidsinformationen brugbar eller forholdt sig neutralt til spørgsmålet.

5.8 Fremkommelighed

Hvordan synes du, at fremkommeligheden (om trafikken glider) er på strækningen?

42% af trafikanterne på M10 syntes, at fremkommeligheden på strækningen er meget dårlig eller dårlig (gns. 2013-2016), Figur 34. Andelen lå på 30% i 2013, steg til 48% i 2014, faldt til 41% i 2015 for så at stige til 49% i 2016. Den markante stigning fra 2013 til 2014 kan bl.a. skyldes, at anlægsstrækningen er 2 km længere i 2014 end i 2013. Til gengæld er anlægsstrækningen cirka halv så lang i 2015 og 2016 set i forhold til 2014 (Tabel 12). Trafikanternes holdning kan uden tvivl også være præget af, at de har kørt gennem vejarbejdet i flere år.

Andelen af respondenter der synes, at fremkommeligheden på strækningen er meget dårlig eller dårlig er mindre end halvt så stor på M14 som på M10. Kun 18% af respondenterne på M14 synes, at der er tale om dårlig fremkommelighed.



***Figur 34**. Trafikanternes vurdering af fremkommeligheden.*

På M10 blev trafikanterne i 2014 og 2015 spurgt:

Hvordan vurderer du kø- og trængselssituationen på strækningen nu set i forhold til før vejarbejdet gik i gang (hverdage hhv. weekender)?

I 2016 blev formuleringen ændret til:

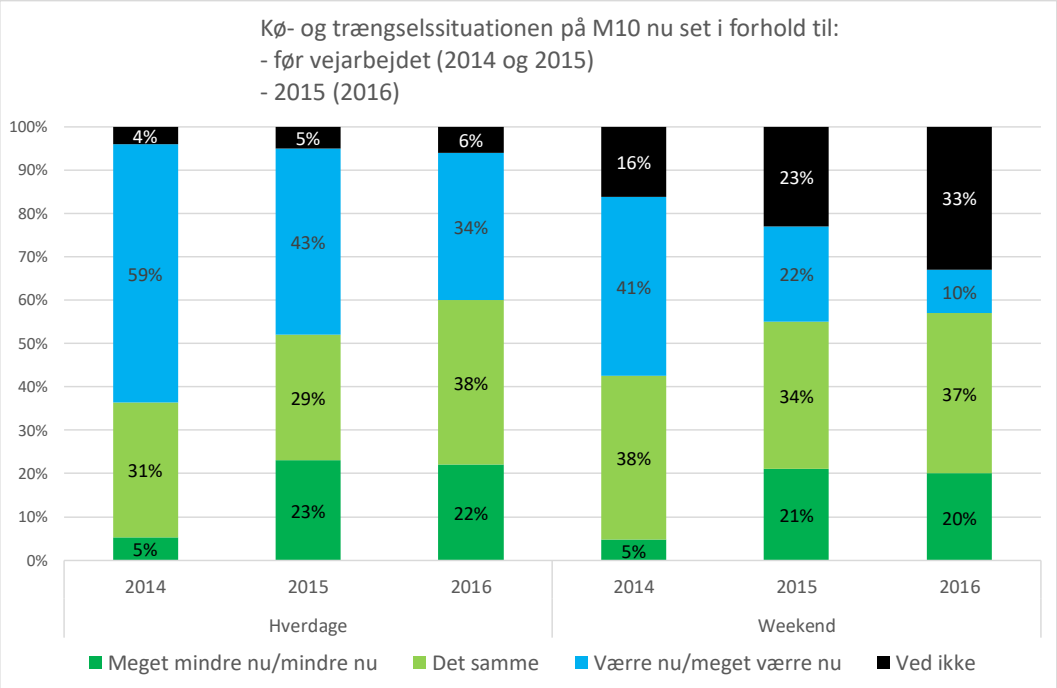
Hvordan vurderer du kø- og trængselssituationen på strækningen nu set i forhold til sidste år?

I 2015 mener 43% af trafikanterne på M10, at kø- og trængselssituationen på *hverdage* er værre nu/meget værre under vejarbejdet, set i forhold til før vejarbejdet gik i gang (Figur 35). 23% mener, at situationen er mindre/meget mindre under vejarbejdet, mens 29%, mener at trængselssituationen er den samme.

23% af respondenterne i 2015 kan ikke vurdere kø- og trængselssituationen i *weekenden*, hvilket i høj grad skyldes, at kun ca. 1/5 af de adspurgte typisk kører på strækningen i weekenden. 22% mener, at situationen er blevet værre/meget værre, 21% at den er blevet mindre/meget mindre under vejarbejdet, mens 34% mener, at situationen i weekenden er den samme under - som før vejarbejdet gik i gang.

Fra 2014 til 2015 var der en *markant* positiv forbedring i vurderingen af kø- og trængselssituationen set i forhold til *før* vejarbejdet – både på hverdage og i weekenden (Figur 35).

Resultatet i 2016 viser, at 34% af trafikanterne mener, at kø- og trængselssituationen på *hverdage* er værre nu/meget værre nu set i forhold til 2015. 22% mener, at kø- og trængselssituationen er meget mindre nu/mindre nu, mens 38% mener, at situationen er den samme som i 2015 (Figur 35).

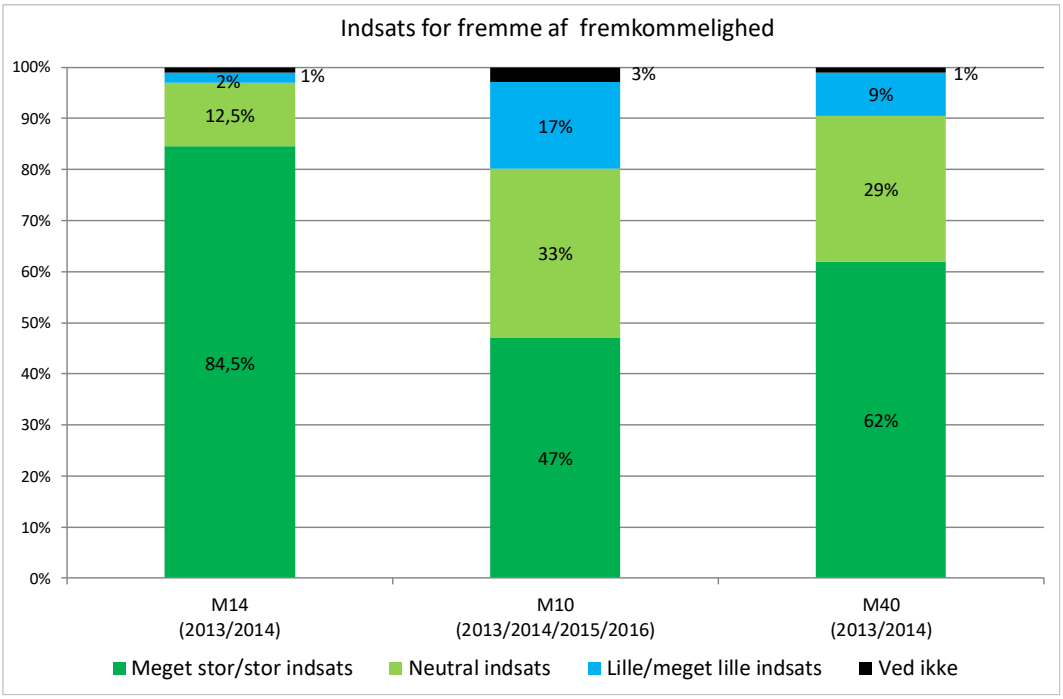


***Figur 35**. Trafikanternes vurdering af kø- og trængselssituationen på hverdage hhv. i weekenden set i forhold til før vejarbejdet gik i gang (M10 - 2014 og 2015 undersøgelsen) og set i forhold til året før (M10 - 2016 undersøgelsen).*

Hvordan vurderer du som helhed indsatsen for at få trafikken til at glide/for at fremme fremkommeligheden under vejarbejdsperioden?

Hovedparten af trafikanterne på M14, 85%, mener, at der gøres en meget stor eller stor indsats for at få trafikken til at glide på anlægsstrækningen i vejarbejdsperioden (Figur 36).

Tilsvarende andel på M40 er 62%, mens alene knap halvdelen af trafikanterne på M10 mener, at der gøres en meget stor/stor indsats for at fremme fremkommeligheden. Cirka 1/3 af trafikanterne på både M10 og M40 svarer, at indsatsen er neutral – altså hverken stor eller lille.



***Figur 36**. Respondenternes vurdering af indsatsen for fremme af fremkommeligheden i vejarbejdsperioden.*

På M40 var der fra 2013 til 2014 en stigning på 8% i andelen af trafikanter, der syntes, at indsatsen var stor eller meget stor (fra 58% til 66%). Et tilsvarende fald ses især blandt trafikanter, der har en neutral holdning til indsatsen.

Andelen af trafikanter på M10, der mener at indsatsen er meget stor/stor, varierer mellem 41% og 52%, mindst i 2016 og højst i 2013. Tilsvarende varierer andelen af trafikanter, der mener, at indsatsen er lille/meget lille fra 11% i 2013 til 23% i 2016.

5.9 De variable tavler og informationsniveauet generelt

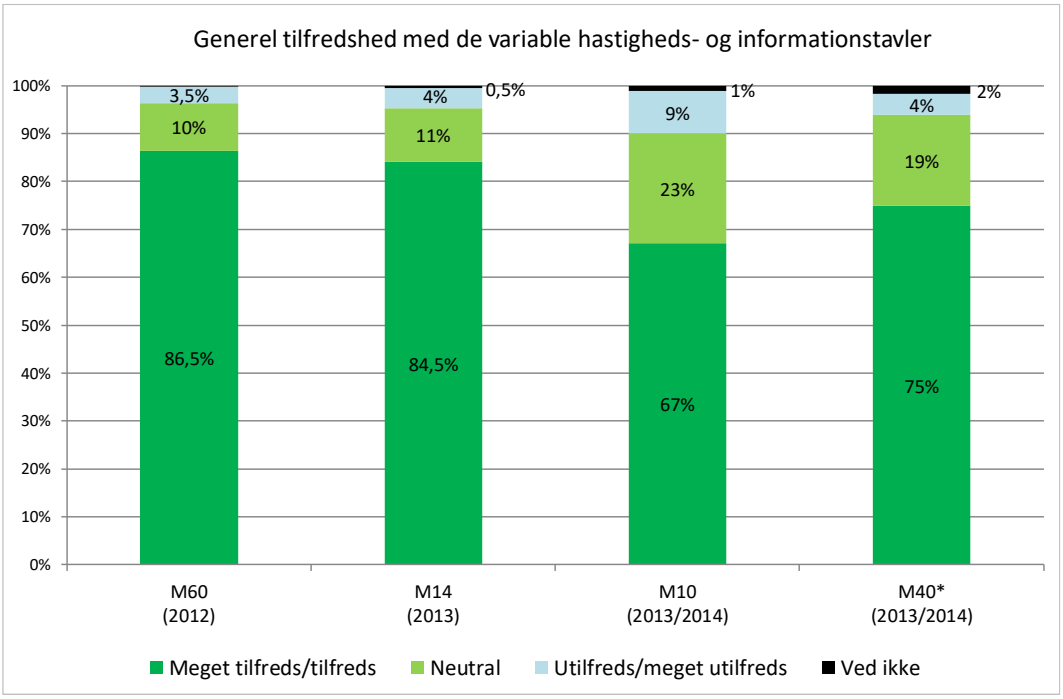
Det er alene trafikanter på M60, der er blevet stillet spørgsmålet:

Er der god sammenhæng mellem hvad hastigheds- og informationstavlerne viser?

42% af trafikanterne mener "Ja", der er god sammenhæng mellem visningen på hastigheds- og informationstavler, 37% svarer "Ja, delvist" god sammenhæng, mens 5% svarer "Nej", der er ikke god sammenhæng. 16% ved ikke.

Hvor tilfreds er du generelt med de variable hastigheds- og informationstavler ved vejarbejdet?

Spørgsmålet er blevet stillet i tilknytning til alle fire anlægsstrækninger.

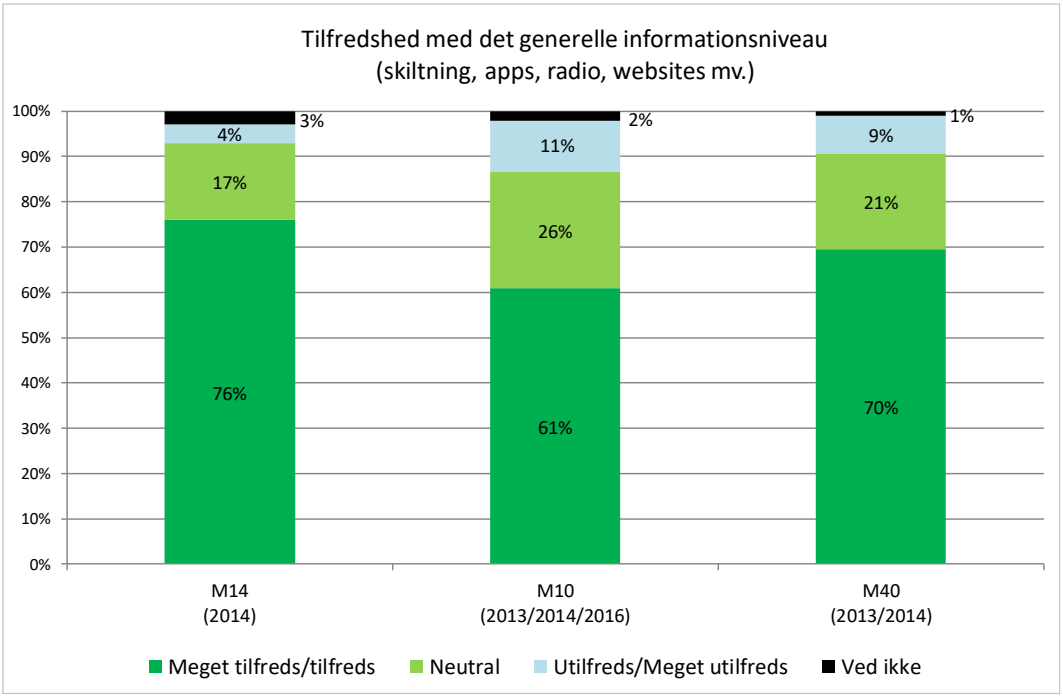


***Figur 37**. Respondenternes generelle tilfredshed med de variable hastigheds- og informationstavler. * På M40 er både hastigheds- og informationstavler alene etableret i overgangen op til anlægsstrækningen i begge køreretninger.*

Tilfredsheden er størst på M60 og M14, hvor 84-86% af respondenterne er meget tilfredse/tilfredse (Figur 37). På både M10 og M40 er gruppen af trafikanter, der forholder sig neutralt til spørgsmålet relativ stor (19-23%). Andelen af utilfredse/meget utilfredse trafikanter ligger på 3-4% på M60, M14 og M40, mens tilsvarende andel på M10 er på 9%.

Hvor tilfreds er du med det generelle informationsniveau set i forhold til trafiksituationen (fx info via skiltning, radio, websites, app)?

Andelen af trafikanter der er meget utilfredse/utilfredse med det generelle informationsniveau er mindst på M14, hvor kun 4% af trafikanterne er utilfredse (Figur 38). Tilsvarende andel er 11% på M10 og 9% på M40.



***Figur 38**. Trafikanternes tilfredshed med det generelle informationsniveau (via skiltning, radio, websites mv.) set i forhold til trafiksituationen.*

5.10 Arbejdskørsel

På M14 (2014) og M10 (2015 og 2016) er der blevet stillet en række (forskellige) spørgsmål i tilknytning til arbejdskørsel.

Har du set informationstavler med "Arbejdskørsel" - 50 km/t på strækningen?

83% af respondenterne på M14 har set info-tavler med information om arbejdskørsel og nedsat hastighedsbegrænsning på 50 km/t. 17% har ikke set denne information.

Hvis Ja, hvordan vurderer du så troværdigheden af informationen?

Blandt de respondenter på M14, der har set informationstavler med arbejdskørsel og nedsat hastighedsbegrænsning, vurderer 67% troværdigheden for meget høj eller høj. 21% har en neutral holdning til spørgsmålet, mens 8% vurderer troværdigheden for værende lav eller meget lav. 4% svarer "ved ikke".

På M10 omhandler spørgsmålene arbejdsudkørsel fra midterrabat samt VMS tavler, som *alene* aktiveres med 50 km/t i forbindelse med udkørsel. Før og efter arbejdsudkørsel er VMS tavlen slukket (blank) og hastighedsbegrænsningen på 80 km/t (faste tavler) er gældende (Figur 39).

I perioder er der arbejdskøretøjer (lastbiler), der kører ud fra midterrabatten og ind på kørebanen. Når det sker, tændes de elektroniske tavler, som viser en hastighedsbegrænsning på 50 km/t. Har du bemærket dette?

I 2015 har 29% af respondenterne på M10, svarende til 244, bemærket dette – 71% har ikke. I 2016 er andelen steget til omtrent det dobbelt (59%, svarende til 432 respondenter). Hertil skal det bemærkes, at der i relation til de fleste arbejdsudkørselssteder i 2016 blev anvendt en VMS-undertavle til C55-tavlen, eller en enkeltstående VMS-tavle, med teksten "Arbejdsudkørsel". Dette kan være medvirkende til, at en større andel af trafikanterne i 2016 har lagt mærke til arbejdsudkørsel og aktivering af de elektroniske C55-tavler.

Hvordan vurderer du rimeligheden af hastighedsbegrænsningen på 50 km/t i disse situationer?

Blandt M10 trafikanter i 2016, der har bemærket situationen med arbejdskøretøjer og nedskiltning af hastighedsbegrænsningen i forbindelse hermed, vurderer 89%, at hastighedsbegrænsningen på 50 km/t er meget rimelig eller rimelig. Kun 5% finder hastighedsbegrænsningen urimelig/meget urimelig, mens 6% forholder sig neutrale.

Blandt respondenter i 2016, der *ikke* har bemærket nedskiltningen, men alligevel har besvaret spørgsmålet, vurderer 74% (af 81 respondenter), at nedskiltningen til 50 km/t er meget rimelig eller rimelig.

Resultaterne afviger ikke voldsomt fra 2015, hvor andelen af respondenter, der fandt begrænsningen på 50 km/t for meget rimelig/rimelig, dog var en anelse lavere, blandt de der havde oplevet nedskiltningen, og en anelse højere blandt de der ikke havde bemærket den.

Hvor tryg/utryg er du i disse situationer?

Resultaterne på M10 i 2015 og 2016 er meget ens: Blandt de respondenter, der har oplevet situationen med arbejdsudkørsel og nedskiltning af hastighedsbegrænsningen, svarer 60-63%, at de enten er meget trygge eller trygge. 24-27% forholder sig neutralt til spørgsmålet, mens 13% føler sig utrygge eller meget utrygge i situationen med arbejdsudkørsel fra midt og nedskiltning af hastighedsbegrænsningen.

***Figur 39**. Nedskiltning af hastighedsbegrænsning i forbindelse med udkørsel fra midt på M10. På nederste foto ses tavlerne aktiveret (C55 med undertavle). April 2016.*

5.11 Gul bjælke

På M40 blev der som midteradskillelse mellem øst- og vestgående køreretning anvendt en gul bjælke (Figur 40). Det var første gang, at den gule bjælke blev anvendt på så lang en vejstrækning i Danmark (10 km).

Hvordan oplever du den gule adskillelse mellem de to køreretninger?

I 2013 oplevede halvdelen af respondenterne den gule adskillelse som værende meget god eller god, mens 21% oplevede den som dårlig eller meget dårlig. I 2014 var andelen af trafikanterne, der oplevede den gule midteradskillelse som

meget god/god, steget med 15% (til 65%), mens kun 10% oplevede adskillelsen som dårlig/meget dårlig. Begge år var 25%-28% af respondenterne neutrale i deres besvarelse af spørgsmålet.

Oplevelsen af den gule bjælke var altså markant mere positiv i 2014 end i 2013. Den væsentligste årsag hertil er formentligt, at adskillelsen mellem de to køreretninger blev øget med omkring 45 centimeter fra 2013 til 2014. Den øgede bredde i sig selv har formentlig øget trygheden, ligesom det kan have medført færre påkørsler af bjælken, og færre gener for trafikanterne, hvis bjælken er blevet påkørt (idet den påkørte bjælke i mindre omfang har generet trafikanter i venstre kørespor). Desuden har trafikanterne haft mere tid til at vænne sig til den gule bjælke som midteradskillelse samtidig med, at trafikanterne muligvis også har lagt mere mærke til bjælken i 2014, idet den blev tydeliggjort med højere N42-tavler end det var tilfældet i 2013.

***Figur 40**. Gul bjælke som midteradskillelse mellem de to køreretninger på M40. 10 meters afstand mellem N42-tavler med højde 71 cm (2014).*

5.12 Smileytavle

På M40 blev der som noget nyt herhjemme anvendt Smileytavler langs anlægsstrækningen (Figur 41).

Har du set smileyskiltene på strækningen?

Omtrent alle respondenter både i 2013 og i 2014 har set smileytavlerne.

***Figur 41**. Eksempel på Smileytavle på M40.*

Hvad betyder smileyskiltene?

Spørgsmålet havde ingen forhåndsdefinerede svarkategorier. Respondenternes svar blev inddelt i tre kategorier: ”korrekt forstået”, ”formentlig forstået” og ”ufuldstændig besvarelse”.

Besvarelserne i 2013 og 2014 er meget lig hinanden: 70%-72% afgiver korrekte svar, fx ”Tavlen viser, hvor langt der er tilbage af vejarbejdet”. De resterende ca. 30% af besvarelserne tyder i stort omfang på, at respondenterne har forstået budskabet, men svaret er ikke altid fuldstændigt.

Er det en god idé med Smiley skiltene?

86%-90% af respondenterne på M40 mener, at det er en meget god/god idé med smileytavlerne, og kun 1% mener, at det er en dårlig/meget dårlig idé. 8%-12% svarer neutralt.

5.13 Rumlestriber

På M10 blev der på en delstrækning etableret 1,0-1,5 cm høje rumlestriber i venstre kørespor (2014), Figur 42.

***Figur 42**. M10, rumlestriber i venstre spor.*

Der er for nylig etableret supplerende rumlestriber på tværs af kørebanen i venstre spor. Har du bemærket disse rumlestriber?

91% af respondenterne har lagt mærke til rumlestriberne.

Hvad er din oplevelse af rumlestriberne, og hvordan reagerer du?

Knap 1000 respondenter har beskrevet deres oplevelse af og/eller deres reaktion på rumlestriberne:

Knap 400 har en negativ oplevelse af rumlestriberne. De mener, at de er chikanerende, irriterende, voldsomme, kraftige eller høje. Nogle mener, at rumlestriberne skader deres bil, og at striberne er meget støjende. Godt 200 respondenter er dog positive overfor rumlestriberne og beskriver dem som gode, fornuftige, god mening/idé eller lignende.

Knap 200 respondenter reagerer ved at blive mere opmærksomme på vejens forløb, hastigheden og på medtrafikanter. Godt 100 respondenter reducerer hastigheden, mens nogle vælger at undgå venstre vognbane.

Mange trafikanter påpeger, at striberne virker (de nedsætter hastigheden), men fremhæver at der sker pludselige opbremsninger og unødige vognbaneskift, så farlige situationer og "propper" skabes. Endvidere, at striberne er til gene, når hastighedsbegrænsningen overholdes.

5.14 Midlertidig afmærkning

Den nordlige del af M10 anlægsstrækningen, Etape 1 mellem <29> Greve S og <31a> Solrød S, stod færdig udbygget under tilfredshedsundersøgelsen i 2015. På delstrækningen blev der i en periode efter etableringen af nyt slidlag anvendt en midlertidig vognbaneafmærkning (Figur 43). Trafikanterne på M10 blev bedt om at vurdere afmærkningen mht. funktion og tryghed.

Hvordan synes du, at den midlertidige afmærkning fungerer?

67% synes, at den midlertidige afmærkning fungerer meget godt eller godt – 17% at den fungerer dårligt/meget dårligt. 14% forholder sig neutrale.

Hvor tryg/utryg er du, når du kører på disse strækninger med midlertidig afmærkning?

55% føler sig meget tryg eller tryg, mens 20% føler sig utryg/meget utryg. I alt 44 respondenter har kommenteret afmærkningen. Hovedparten af disse udtrykker, at den midlertidige afmærkning er svær at se i mørke og i regnvejr.

***Figur 43**. Midlertidig vognbaneafmærkning.*

5.15 Overledning

På M10 blev der i en periode i 2015 etableret overledning af trafikken mellem <29> Greve S og <31a> Solrød S, hvor én eller to vognbaner blev ledt over på den anden side af midterrabatten. På den måde blev der bibeholdt 3 spor i begge

køreretninger. Som adskillelse mellem de to køreretninger blev der anvendt gul bjælke.

Hvor tilfreds er du med dette tiltag?

83% af respondenterne svarer, at de enten er meget tilfredse eller tilfredse, når de kører på strækningen med overledningen. 11% forholder sig neutralt til spørgsmålet, mens 4% er utilfredse eller meget utilfredse med tiltaget.

Hvor tryg er du, når du kører på disse strækninger med overledt trafik?

71% føler sig meget tryg eller tryg, når de kører på strækningen med overledt trafik. 18% forholder sig neutralt til spørgsmålet, mens 9% føler sig utryg eller meget utryg, når de kører på strækninger med overledt trafik.

5.16 Spærrelinjer som adskillelse af kørespor

På M10 blev der i en periode i 2016 forsøgsvis etableret spærrelinjer mellem vognbanerne på en 1 km lang strækning i nordgående køreretning (Figur 44).

Figur 44. *M10, mellem km 33,1 og 34,1, nordgående. Ny type afmærkning af køresporene.*

Trafikanterne blev stillet to spørgsmål til afmærkningen:

Har du bemærket dette?

Langt hovedparten af respondenterne (89%) bemærkede afmærkningen.

Må bilisterne på fotoet skifte vognbane? (Figur 44)

93% af de respondenter, der *har* bemærket afmærkningen, svarer korrekt på spørgsmålet om, at det *ikke* er tilladt at skifte vognbane på strækningen. Blandt de respondenter, der svarer nej til at have bemærket afmærkningen, er det 80% der svarer korrekt på spørgsmålet.

34 af 785 respondenter skrev en kommentar vedr. afmærkningen. Bl.a.: "Der skiftes vognbane dagligt, trods fuldt optrukket", "De fuldt optrukne streger forhindrer folk i at komme af ved Solrød syd", "Spærrelinjen slutter ca. 100 m før frakørslen, hvilket er for tæt på frakørslen, især hvis der er lastbiler i 1. vognbane" (se evt. særanalyse af spærrelinjer s. 141).

5.17 Trafikanttilfredshed 2017 – Reversible vognbaner (M10)

I 2017 blev trafikanttilfredshedsundersøgelse nummer 5 gennemført på M10. Tilfredshedsundersøgelsen havde fokus på den midlertidige løsning med reversible vognbaner (mobilt autoværn til etablering af "vendbare spor"), som blev etableret i forbindelse med slidlagsarbejdet på Etape 2, mellem Solrød S og MVX Køge Vest.

Undersøgelsen blev gennemført som en online undersøgelse blandt trafikanter, der havde gennemkørt hele eller dele af strækningen mellem Solrød S og MVX Køge Vest, mens der blev anvendt reversible vognbaner. De reversible vognbaner blev etableret den 14. maj 2017.

Resumé af resultaterne af trafikanttilfredsheden 2017 fremgår nedenfor.

Respondenterne

1.026 respondenter har deltaget i undersøgelsen.

- 97% kører oftest i personbil
- 13% kører dagligt eller næsten dagligt på strækningen
- 20% kører der 1-3 gange om ugen
- 46% 1-3 gange om måneden
- 21% kører på strækningen sjældnere

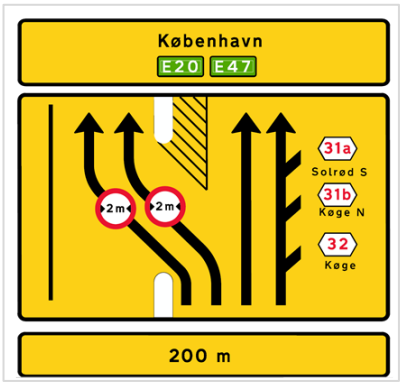
I forhold til de tidligere undersøgelser af trafikanttilfredshed er der i denne undersøgelse færre trafikanter, der dagligt kører på strækningen. Ca. 13% er således pendlere sammenholdt med ca. 60% i de tidligere undersøgelser.
På strækningen opstrøms de reversible spor benyttes en fast tavle (Skilt A) samt en variabel tavle (Skilt B1 / Skilt B2), der vejleder trafikanterne om sporbenyttelse på strækningen. Hvis trafikanten skal benytte en af afkørslerne på strækningen, skal trafikanten ikke køre via de overledte spor.

Forståelse af skiltning

Skilt A

80% af respondenterne mener, at vejledningen på Skilt A er meget let eller let at forstå, 7% synes, at vejledningen er svær/meget svær at forstå. 12% forholder sig neutrale.

Skilt B1



76% af respondenterne synes, at vejledningen på Skilt B1 er meget let eller let at forstå, ca. 10% synes at den er svær eller meget svær. 14% forholder sig neutrale.

Skilt B

Ca. 79% vurderer vejledningen på Skilt B2 som meget let eller let at forstå. Ca. 9% synes den er svær eller meget svær. 13% forholder sig neutrale.

- At vejledningen på skiltene er svær eller meget svær at forstå begrundes bl.a. ved mangel på stednavne, for mange oplysninger på én gang, og at man ikke har mange sekunder til at nå at aflæse skiltene.

Mobilt autoværn

- 77% af de 1.026 respondenter har lagt mærke til, at der bruges et mobilt autoværn

- Samlet synes mere end 80%, at løsningen med mobilt autoværn fungerer meget godt eller godt. Mindre end 2% synes det fungerer dårligt eller meget dårligt. Alene blandt respondenter der har lagt mærke til det mobile autoværn, svarer 90% af respondenterne, at løsningen fungerer meget godt eller godt.

- Mange respondenter finder løsningen genial.

- 16% har oplevet, at autoværnet blev flyttet, mens de kørte på strækningen.

- Blandt dem der har oplevet autoværnet blive flyttet, har kun ganske få respondenter haft en dårlig oplevelse hermed. 77% har haft en meget god/god oplevelse, mens 20% forholder sig neutrale.

Tryghed

- 75% af trafikanterne er meget trygge eller trygge, når de kører på strækningen. 4% føler sig utrygge. 20% forholder sig neutrale.

- Fordelingen adskiller sig fra tilfredshedsundersøgelserne de øvrige år, hvor andelen af utrygge/meget utrygge respondenter udgør mellem 12-16%.

Sporbredde

- 47% af de respondenter, der typisk benytter spor 4 mod SYD (ikke overledte retning), vurderer bredden af køresporet for smalt eller meget for smalt

- 30% af de respondenter, der typisk benytter spor 4 mod NORD (overledte spor), vurderer bredden af køresporet for smalt eller meget for smalt.

Hastighedsbegrænsning

- 76% af respondenterne vurderer, at hastighedsbegrænsningen på 80 km/t (faste tavler) er tilpas på selve strækningen med reversible spor. 20% af respondenterne vurderer, at 80 km/t er for lavt. Pendlerne skiller sig ud, idet kun 68% vurderer 80 km/t på strækningen som værende tilpas, og 32% mener, at det er for lavt.

- I overledningen er det 71% som vurderer 80 km/t som værende tilpas. 22% synes at 80 km/t er for højt.

Indsats for bedre fremkommelighed

- 74% af respondenterne mener, at Vejdirektoratets indsats for at fremme fremkommeligheden er meget stor eller stor. 4% mener, at indsatsen er lille eller meget lille. 19% forholder sig neutralt til spørgsmålet.

- Vejdirektoratets indsats, i form af etableringen af det mobile autoværn, værdsættes af trafikanterne.

I forhold til de tidligere undersøgelser er der altså i 2017 en større andel trafikanter, der mener, at der ydes en stor/meget stor indsats.

Informationsniveauet

- 70% af trafikanterne er meget tilfredse eller tilfredse med det generelle informationsniveau. 4% er utilfredse eller meget utilfredse med informationsniveauet. En lidt større andel af pendlerne er utilfredse/meget utilfredse – set i forhold til de øvrige bilister.

- Respondenternes tilfredshed ligger på niveau med undersøgelsen i 2013, hvor 66% af respondenterne var meget tilfredse/tilfredse og 9% utilfredse/meget utilfredse. De øvrige år har andelen af meget tilfredse/tilfredse respondenter været lavere og andelen af utilfredse/meget utilfredse respondenter været højere.

5.18 Opsamling trafikanters tryghed og tilfredshed

Tabel 13 opsamler en række af resultaterne fra tilfredshedsundersøgelserne blandt trafikanterne på de fire anlægstrækninger. I tabellen indgår alene 10 spørgsmål, og de vedrører tryghed, hastigheds- og informationstavler samt fremkommelig. Bortset fra ét af de 10 spørgsmål er spørgsmålene blevet præsenteret for trafikanter i mindst fire spørgekortundersøgelser, men ikke nødvendigvis på fire forskellige anlægsstrækninger. Procenterne angiver andelen af positive vurderinger (fx meget tilfreds/tilfreds. Bemærk, at 2017 undersøgelsen på M10, som omhandler strækningen med reversible vognbaner, indgår i opsamlingstabellen, selvom undersøgelsen rent metodemæssigt ikke er sammenlignelig med de øvrige gennemførte trafikanttilfredshedsundersøgelser.

	Udvalgte spørgsmål	M60	M40		M10					M14	
		2012	2013	2014	2013	2014	2015	2016	2017 [x]	2013	2014
Tryghed	Hvor tryg er du når du kører på strækningen? *(andel meget tryg/tryg)*	-	60%	67%	55%	50%	53%	52%	75%	85%	84%
Hastighedstavle	Hvordan vurderer du rimeligheden af de viste elektroniske (variable) hastighedsskilte ifht. trafiksituationen? * *(andel meget rimelig/rimelig)*	-	87%	88%	67%	68%	-	-	-	-	-
	Hvordan vurderer du rimeligheden af de faste hastighedsskilte (80 km/t) ifht. trafiksituationen? ** *(andel meget rimelig/rimelig)*	-	70%	77%	-	-	84%	85%	76%	-	-
Hast. og infotavle	Hvor tilfreds er du generelt med de variable hastigheds- og info-tavler ved vejarbejdet? * *(andel meget tilfreds/tilfreds)*	86%	76%	74%	70%	65%	-	-	-	84%	-
Kø	Hvordan vurderer du troværdigheden af køvarslingen (passer de til de aktuelle trafiksituationer)? *(andel meget høj/høj)*	51%	-	-	50%	-	-	-	-	63%	71%
Rejsetid	Hvordan vurderer du troværdigheden af de viste rejsetider på info-tavlerne? *(andel meget høj/høj)*	-	68%	58%	52%	56%	-	-	-	-	-
	Er den viste info om rejsetid nyttig/brugbar for dig? *(andel JA eller meget brugbar/brugbar)*	36%	69%	53%	60%	62%	-	-	-	53%	58%
Info generelt	Hvor tilfreds er du med det generelle informationsniveau set i forhold til trafiksituationen? (fx info via skiltning, radio, websites, app) *(andel meget tilfreds/tilfreds)*	-	70%	69%	66%	62%	-	55%	70%	-	76%
Fremkommelighed	Hvordan synes du at fremkommeligheden (om trafikken glider) er på strækningen? *(andel meget god/god)*	-	-	-	25%	17%	22%	20%	-	-	50%
	Hvordan vurderer du som helhed indsatsen for at få trafikken til at glide/for at fremme fremkommeligheden under vejarb. perioden? *(andel meget stor/stor indsats)*	-	58%	66%	52%	46%	50%	41%	74%	86%	83%

***Tabel 13**. Trafikanternes vurdering af udvalgte forhold (angivelse af den positive andel "meget tilfreds/tilfreds" el. lign). [x] M10-2017 adskiller sig metodemæssigt fra de øvrige trafikanttilfredshedsundersøgelser. * På M40 er både hastigheds- og informationstavler alene etableret i overgangen op til anlægsstrækningen i begge køreretninger. ** I 2017 blev formuleringen af spørgsmålet ændret til: "Synes du, at den midlertidige hastighedsbegrænsning på 80 km/t er for høj/lav?". 76% af respondenterne på M10 i 2017 vurderede 80 km/t hastighedsbegrænsning for værende "tilpas".*

Nedenfor ses en kort opsummering af resultaterne i tabellen. Bemærk, at flere af spørgsmålene alene er stillet til trafikanter på to eller tre af de fire anlægsstrækninger.

- **Tryghed** (M40, M10, M14): Andelen af trafikanter der føler sig *trygge* er størst på M14 og mindst på M10 (2013-2016). I 2017 er andelen af trygge trafikanter på M10 dog markant højere end de øvrige år.

- **Hastighedstavler** (M40, M10)**:** Andelen af trafikanter der mener, at de *variable* hastighedstavler er rimelige er betydelig større på M40, hvor tavlerne alene anvendes i porten opstrøms anlægsstrækningen, end på M10, hvor VMS tavlerne også anvendes på anlægsstrækningen (2013, 2014).

Derimod synes en højere andel af trafikanterne på M10 end på M40, at de *faste* hastighedstavler på strækningen i 2015 og 2016 er rimelige. På M10 er andelens størrelse i 2017 dog på niveau med andelene på M40. Det skyldes formentlig, at M10 strækningens karakteristik i 2017 minder om M40 strækningens; ingen forsætninger/S-kurver, arbejdsudkørsler mv. I 2015 og 2016 var M10 strækningen præget af et mere omfattende og synligt vejarbejde, med bl.a. mange forsætninger/S-kurver, som betyder, at en hastighedsbegrænsning på 80 km/t formentlig har føltes tilstrækkeligt.

- **Hastigheds- og informationstavler:** Andelen af trafikanter der generelt er tilfredse med VMS-tavlerne er størst på M60 og M14 og mindst på M10.

- **Køvarslingens troværdighed** (M60, M10, M14): Er størst blandt trafikanter på M14.

- **Rejsetidens troværdig** (M40, M10): Andelen af trafikanter der vurderer rejsetidens troværdighed høj ligger mellem 56-58%.

- **Rejsetidens brugbarhed:** Synes størst blandt trafikanter på M40 og M10 og mindst blandt trafikanter på M60.

- **Generelle informationsniveau** (M40, M10, M14): Tilfredsheden er størst på M14 og mindst på M10 (2013-2016).

- **God fremkommelighed** (M10, M14): Andelen er størst blandt trafikanter på M14.

- **Vejdirektoratets indsats for fremme af** fremkommelighed (M40, M10, M14): Andelen er størst på M14 og mindst på M10 (2013-2016). I 2017 vurderes indsatsen på M10, fortsat lavere end på M14, men dog højere end på M40.

Samlet set peger resultaterne i retning af, at trygheden og tilfredsheden er størst blandt trafikanter på M14 og mindst blandt trafikanter på M10 (2013-2016).

Analyserne på M10 peger på flere forhold, der gør trafikanterne utrygge og utilfredse:

- Tilkørselsramper med kort indfletning og dårlig oversigt

- Smalle spor sammen med mange forsætninger/S-kurver, der opfattes som for skarpe og med manglende varsling. Kurverne giver anledning til opbremsninger, mange hastighedsskift og kø

- Medtrafikanters adfærd (høj hastighed og kørsel udenfor vognbane i forbindelse med passage af S-kurver)

- ITS systemet, herunder:
  - Manglende og langsommelig opdatering
  - 50 km/t hastighedsbegrænsning (VMS) som trafikanterne mener skaber unødig kø, får folk til at bremse unødigt op, er for langsomt i forhold til flowet og er unødvendigt, når der ikke arbejdes på strækningen
  - Varierende hastighedsbegrænsning som giver sammenklumpninger og kødannelser i trafikken

- Afmærkning af vognbanerne som er svær at se i mørke og i regnvejr

- Rumlestriber som er chikanerende, irriterende, skadende for køretøjet og støjende

- Anlægsarbejdes varighed, herunder omfanget af gener.

***Figur 45**. M10 anlægsstrækningen har i 2013-2016 været kendetegnet ved en lang række forsætninger, hvilket bl.a. har givet anledning til utilfredshed og utryghed blandt trafikanterne.*

6 Tilfredshed blandt professionelle brugere

De *professionelle brugere* er opdelt på fire centrale interessenter i projekterne:

- Vejdirektoratets tilsynsførende
- Entreprenørerne
- Beredskabet: Falck, Politi, brandvæsen, Dansk Auto Hjælp
- Vejdirektoratets TrafikInformationsCenter, T.I.C.

Evalueringen af de professionelle brugere blev gennemført som semistrukturerede fokusgruppeinterviews. Målet med interviewene var at kortlægge de professionelle brugeres tryghed, tilfredshed, erfaringer og anbefalinger vedrørende ITS-systemet og den øvrige afmærkning på anlægsstrækningerne. Desuden brugernes interne arbejdsgange og kommunikation. På M40 blev erfaringer med beredskabs- og anlægsvejen tillige evalueret.

Interviewene fandt sted juni/oktober 2012 (M60), september 2013 (M40) samt februar/marts 2014 (M10 og M14).

I dette kapitel beskrives hovedresultaterne af de gennemførte fokusgruppeinterviews. Der henvises i øvrigt til de enkelte evalueringsnotater.

6.1 ITS-systemet

På **M40** var ITS-systemet, ifølge tre af de professionelle brugergrupper, anvendeligt i begrænset omfang.

Efter *entreprenørernes* mening var ITS-systemet hverken en fordel eller en ulempe i deres daglige arbejde. De mener, at de variable hastighedstavler er uden betydning på M40, idet de næsten altid angiver den samme hastighedsbegrænsning.[3] VMS tavlernes eneste fordel er, at de måske er mere synlige om aftenen/natten, men et alternativ kunne være belyste faste hastighedstavler. Entreprenørerne mente ikke, at trafikanterne ville agere anderledes, selv om der var opstillet ITS på anlægsstrækningen. De mente heller ikke, at et udvidet ITS-system ville øge entreprenørernes tryghed i forhold til deres arbejde. Derimod ville et ITS-system på anlægsstrækningen muligvis give entreprenørerne nogle praktiske problemer ift. at udføre deres arbejde, da 4+0 løsningen ikke levner meget plads på sidearealerne.

[3] De variable hastighedstavler på strækningerne op til anlægsstrækningen på M40 er begrænset til to visninger; 110 km/t og 80 km/t, da hastighedsbegrænsningen på anlægsstrækningen er 80 km/t (faste tavler). Af samme grund justeres de variable hastighedstavler yderst sjældent.

Den del af ITS-systemet, som *tilsynet* havde mest glæde af i deres daglige arbejde, er videokamerasystemet, som de havde adgang til på hele strækningen. Da der er opsat faste hastighedstavler på anlægsstrækningen, mente tilsynet, at der, i stedet for VMS tavlerne, også burde være benyttet faste hastighedstavler *op til* anlægsstrækningen. Tilsynet mente, at effekten af VMS tavlerne var minimal, da hastighedsbegrænsningen kun meget sjældent blev nedskiltet. Tilsynet mente ikke, at ITS-systemet PÅ M40 havde nogen effekt på hverken deres eller trafikanternes sikkerhed.

Én af grundene til at *T.I.C.* mente, at kombinationen af variable og faste hastighedstavler ikke fungerede, var at muligheden for hastighedstilpasningen var begrænset til enten 110 km/t eller 80 km/t. T.I.C. indstillede kun meget sjældent hastighedstavlerne aktivt. T.I.C. mente, at det havde været en fordel med VMS tavler på anlægsstrækningen, da dette i flere situationer ville give en bedre afvikling af trafikken.

Kun *beredskabet* mente, at kombinationen af VMS tavler før anlægstrækningen i begge køreretninger og faste hastighedstavler på anlægsstrækningen fungerede tilfredsstillende. Beredskabet følte sig generelt sikre og trygge på anlægsstrækningen i forbindelse med deres arbejde, og oplevede ikke et behov for et tættere/udvidet ITS-system på M40. Trygheden skyldes ikke ITS-systemet, men det forhold at hastigheden helt ”automatisk” reduceres, når beredskabet er på stedet.

Informationstavlerne placeret før anlægsstrækningen i begge køreretninger fungerede ifølge alle fire grupper godt. Info-tavlerne har den fordel, at de ikke udelukkende har en effekt, der hvor de er placeret, men kan varsle om hændelser på selve anlægsstrækningen. De professionelle brugere mente dog ikke, at potentialet udnyttes, da informationstavlerne næsten udelukkende viste rejsetider.

Blandt de fire professionelle brugergrupper på **M60** var det alene *entreprenørerne* som stillede sig noget kritiske i forhold til ITS-systemet. Det skyldes dels at ITS-systemet var forsinket i forhold til anlægsarbejdet, dels at det specielt indledningsvis har været for omstændeligt at få ændret tavlevisninger hos T.I.C. Entreprenørerne anbefalede at bruge informationstavlerne mere aktivt i relation til anlægssituationen og derved de skiltede hastigheder.

Vejdirektoratets tilsynsførende var tilfredse med ITS-systemet på M60, som de mener har medført en lavere hastighed på anlægsstrækningen. Tilsynets kritik handlede primært om den manglende sammenhæng mellem hændelser, hastighed og information, hvilket er vigtigt for at opretholde troværdigheden til systemet og dermed trafikanternes respekt.

Også *Beredskabet* var generelt positivt stemt i forhold til ITS-systemet. Det var deres opfattelse, at der ikke sker så mange uheld på anlægsstrækningen, og at uheldene har et mindre omfang på trods af jævnlige kødannelser. Vurderingen

var, at det er informationen i forbindelse med trængsel, og dermed den lavere hastighed, der gør forskellen.

T.I.C. var meget tilfredse med ITS-systemet på M60, der har en højere driftssikkerhed og fungerer bedre end de øvrige ITS-systemer i T.I.C.

Blandt de fire professionelle brugergrupper på **M10** var der generel tilfredshed med ITS systemet.

Entreprenørerne på M10 havde dog ønske om flere variable hastighedstavler på anlægsstrækningen, gerne suppleret med informationstavler på de steder, hvor arbejdskøretøjer fra midterrabatten ledes ud i motorvejens hurtige spor.

Også *beredskabet* var tilfredse med ITS-systemet. De synes, at det er en fordel, at T.I.C. kan følge med på kameraer og fx se, hvor meget plads der er til at hente en havareret vogn, som er parkeret på arbejdsarealerne. Beredskabet savner tavler som viser, hvordan trafikanter skal forholde sig for at gøre plads for redningskøretøjer under udrykning.

Vejdirektoratets *tilsynsførende* på M10 var tilfredse med skiltningens omfang og indhold på strækningen. De mener, at det er en fordel at have ITS-entreprenøren under samme tag, da det gør koordinering enklere, fx i forbindelse med flytning af tavler. Tilsynet ønskede sig en tilsvarende tæt forbindelse med trafikteamet, da afmærkningsplaner med fordel udarbejdes tæt på entreprenøren. Tilsynet anbefaler, at den indledende screening af placeringen af såvel informations- som hastighedstavler bør tage nøje afsæt i trafikafviklingen under de forskellige faser i anlægsarbejdet.

T.I.C. gav generelt udtryk for tilfredshed med de ITS-systemer, der anvendes i forbindelse med anlægsarbejder på motorveje, og omtalte de anvendte ITS systemers forskellige brugergrænseflader. Systemet på M0 gav gode muligheder for præcise meldinger til info-tavlerne, men til gengæld en lang svartid, hvilket rent praktisk gav problemer i forhold til at kunne informere trafikanterne fx i forbindelse med en udrykning.

De fire grupper af professionelle brugere på **M14** var generelt enige om at ITS systemet fungerede efter hensigten.

Entreprenørerne havde en klar holdning til, at ITS på anlægsstrækningen gjorde deres arbejde lettere. Mange overledninger og arbejde i midterrabatten er væsentlig lettere, når man samtidigt har portaler med mulighed for vognbaneregulering. Entreprenørerne mente, at det ville skabe mere respekt for hastighedsnedsættelsen, hvis VMS- tavlerne fastlåses, når der arbejdes tæt på kørebanen.

Vejdirektoratets *tilsynsførende* syntes, at et ITS system baseret på portaler var ideelt til at håndtere komplekse anlægsarbejder som på M14, men det skal sikres, at

portalerne bliver placeret hensigtsmæssigt. Tilsynet ønskede sig, at ITS systemets tavler blev brugt mere aktivt til at regulere trafikken ved uheld eller forhindringer på vejen.

Beredskabet havde en opfattelse af, at der på interviewtidspunktet var sket et usædvanligt lavt antal alvorlige uheld på anlægsstrækningen, hvilket måske kunne skyldes godt samspil mellem skiltet hastighed og vejens linjeføring. Beredskabet ønskede, at T.I.C. bruger muligheden for at lukke enkelte kørespor umiddelbart før en forhindring (fx tabt gods) på kørebanen – og tilsvarende ved udkørsel fra arbejdsområde i midterrabatten.

Ligesom for de øvrige anlægsstrækninger gav *T.I.C.* generelt udtryk for tilfredshed ITS-systemerne på anlægsstrækningerne. På M14 gav systemet dog begrænsede muligheder for at finde præcise meldinger til info-tavlerne. T.I.C. har det endelige ansvar for, hvad der vises på de variable tavler. Både i relation til M14 og M10 opfordrede T.I.C. til en strammere kvalitetskontrol af de ITS bilag med tavleplaner, som entreprenøren udarbejder. T.I.C. savnede en bedre kameradækning.

6.2 Afmærkning

Den gule svelle

Alle fire grupper af professionelle brugere på M40 mente, at den gule svelle fungerer godt som midteradskillelse. Brugerne oplevede ikke praktiske problemer med svellen, udover at der opsamles grus og lignende under svellen, hvilket kan føre til farlige situationer for trafikanterne pga. opstuvning af vand på kørebanen.

Flere af de professionelle brugere vurderede, at trafikanterne har stor respekt for svellen, da den giver en god "visuel adskillelse". Ifølge *entreprenørerne* fungerer den gule svelle visuelt bedre som adskillelse mellem køreretningerne end fx pullerter, som blev benyttet på M60. Det var entreprenørernes oplevelse, at den gule svelle ikke reducerer trafikanternes hastighed mere end andre typer midteradskillelse. Entreprenørerne vurderede, at færre køretøjer vender på motorvejen (fx i forbindelse med et uheld), når den gule svelle benyttes.

Tilsynet vurderede, at sikkerheden – både vejarbejdernes og trafikanternes - og effekten på hastighed er den samme, som hvis midteradskillelsen bestod af pullerter. Alligevel anbefalede tilsynet, at der fremover vælges pullerter som retningsadskillelse i stedet for den gule svelle. Pullerterne bør dog placeres tættere, og modellen bør være tykkere end dem, der blev benyttet på M60.

Beredskabet var af den opfattelse, at trafikanterne – måske specielt førere af tunge køretøjer – har større respekt for den gule svelle set i forhold til ordinær midteradskillelse. Det var beredskabets (politiets) opfattelse, at svellen er medvirkende til at reducere antallet af frontalkollisioner.

Nødlommer og -spor

De professionelle brugere på M40 mente, at antallet af nødlommer (afstand 500-800 m) er passende. Nødlommerne bliver dog anvendt til formål, hvor rastepladserne burde være anvendt i stedet. På M40 havde tilsynet af sikkerhedsmæssige årsager valgt at lukke nødlommerne i den ene ende i køreretningen, hvilket medfører, at trafikanter ikke kører ind i arbejdsområdet.

På M14 var der ikke et egentlig nødspor på strækningen før anlægsarbejdet. Under anlægsarbejdet savnede beredskabet da heller ikke et nødspor.

Smiley-tavler

Ifølge de professionelle brugere på M40 tog trafikanterne godt imod smiley-tavlerne – det viste tilfredshedsundersøgelsen blandt trafikanterne tillige. De professionelle brugere ønskede større tavler og/eller større skriftstørrelse.

Rumlestriber

Beredskabet var tilfredse med de rumlestriber, der var etableret på tværs af motorvejen på M10, dels før anlægsstrækningen, dels i forbindelse med overledning.

6.3 Anlægsvej/beredskabsvej

På M40 blev der etableret en kombineret anlægs- og beredskabsvej. På tidspunktet for interviewet af de fire grupper af professionelle brugere vurderede alle fire brugergrupper, at vejen fungerede efter hensigten. *Entreprenørerne* anså tilmed kombinationen som en gevinst, da der altid er en farbar vej gennem anlægsområdet. *Beredskabet* følte sig trygge og sikre ved at anvende beredskabsvejen i begge køreretninger. De vurderede dog, at det optimale havde været at have en beredskabsvej i hver kørebanehalvdel og ikke kun en beredskabsvej placeret i den sydlige kørebanehalvdel (østgående køreretning).

6.4 Arbejdsgange og kommunikation

På **M40** fremhævede de professionelle brugere deres indledende møde, hvor alle fire brugergrupper deltog i et 'plan-spil', der skulle sikre gode kommunikationsveje og arbejdsgange, specielt i forbindelse med ulykker på anlægsstrækningen. Efterfølgende blev der afholdt møde mellem tilsyn, beredskab og entreprenører hvert kvartal.

Den interne kommunikation mellem tilsyn og entreprenører foregik på daglig basis, og begge parter var tilfredse med måden, det fungerede på. Ligeledes var til-

synet og beredskabet tilfredse med deres interne kommunikation, og kommunikationen mellem T.I.C. og beredskab var også god. På M40 var kommunikationen mellem T.I.C. og både tilsyn og entreprenører begrænset. Det samme gjaldt kommunikationen mellem entreprenører og beredskab.

På interviewtidspunktet oplevede entreprenørerne på **M60,** at kommunikationen med T.I.C. var meget træg – hvilket de dog også oplevede som værende personafhængigt. Entreprenørerne ønskede større fleksibilitet fra T.I.C.'s side.

Vejdirektoratets tilsyn på M60 mente, at entreprenørerne burde have bemyndigelse til at ændre tavlevisninger uden lange forklaringer til T.I.C.

Beredskabet på M60 meldte om indledningsvis langsom kommunikation mellem vagtcentralen og T.I.C. Efter et møde fulgte T.I.C. op på kritikken.

T.I.C. oplevede, at kommunikationen og samarbejdet med politi og Vejdirektoratets tilsyn fungerede rigtig godt. Kommunikationen med entreprenørerne oplevede T.I.C. også som rimeligt velfungerende.

På **M14** oplevede politi og vejhjælp et godt samarbejde med T.I.C. Ligesom på M60 ønskede entreprenørerne større fleksibilitet fra T.I.C.'s side. Entreprenørerne oplevede eksempelvis, at det var for usmidigt at få T.I.C. til at rette op på uheldige skiltevisninger.

Tilsynet på **M10** mente, at det ville være en fordel, hvis en medarbejder fra trafikteamet befandt sig under samme tag som tilsynet - og tæt på entreprenøren. Det ville være smart i forbindelse med uforudsete situationer, som kræver hurtig handling. Det ville giver mindre risiko for kortslutning af de aftalte beslutningsveje.

Beredskabet på M10 ærgrede sig over, at T.I.C. ikke altid var villig til at sende en tavlevogn til uheldsstedet. Til gengæld var T.I.C.'s arbejde upåklageligt i forbindelse med indhentning af dokumentation for visning på VMS tavler i tilknytning til hastighedsforseelser.

6.5 Samlede anbefalinger

Helt generelt var der blandt de professionelle brugere - entreprenører, tilsyn, beredskab og T. I. C. – bred enighed om, at ITS systemet på hver af de fire anlægsstrækninger i store træk fungerede tilfredsstillende og levede op til forventningerne. På M40 var tre af brugergrupperne dog nok mest af den holdning, at man ligeså godt også kunne have anvendt faste tavler op til anlægsstrækningen, idet samspillet mellem hastigheds- og informationstavler var forholdsvis begrænset.

Uanset graden af tilfredsstillelse blandt brugerne havde alle forslag til forbedringer og ændringer, både til ITS systemet og til arbejdsgangene og den indbyrdes kommunikation.

Nedenfor ses en samlet liste over de professionelle brugeres anbefalinger:

ITS system og øvrig afmærkning

- Planlæg ITS-systemet med størst mulig fleksibilitet og med nøje afsæt i trafikafviklingen under de forskellige anlægsfaser
- Opbyg ITS-systemet afhængig af, hvordan anlægsarbejdet tilrettelægges, fx om der er tale om en sideudvidelse eller en 4+0 løsning
- Sørg for at ITS-systemet fungerer fra begyndelsen af anlægsperioden
- Placér portalerne i forhold til anlægsbredden, ikke kørebanebredden
- Overvej placering af tavler på broer – det giver større synlighed og er lettere at vedligeholde og forsyne med strøm/data
- Forøg sammenhæng mellem hændelser, hastighed og information – troværdighed er helt afgørende for trafikanternes respekt for systemet
- Brug informationstavlerne mere aktivt i forhold til hastighedstavlerne – også i forhold til at informere om aktuelle dele af anlægsarbejdet
- Opsæt lidt flere info-tavler til at supplere hastigheds- og vognbanetavler
- Der bør ikke skiltes med en hastighed, der er højere, end den man kan køre med
- Overvej fastlåsning af de variable hastighedstavler i visse situationer - det skaber mere respekt om hastighedsnedsættelsen
- Undgå ”huller” på anlægsstrækningen, dvs. delstrækninger, hvor strækningen ikke er kameradækket. Kamerasystemet er essentielt i forbindelse med ulykker
- Pas på forvirrende miks af faste tavler og ITS-tavler. Variable hastighedstavler suppleret med faste hastighedstavler kan være problematisk, da det dynamiske og ensrettede udtryk forsvinder
- Faste skilte på tilkørsler bør tildækkes eller lægges ned, når ITS skilter hastigheden ned
- Undgå overflødige tavler i skoven af skilte
- Præcisér radarvinklerne, så radarerne ikke reagerer på arbejdskøretøjer i rabatten
- Opsæt ”Din Fart”- målere så trafikanterne gøres opmærksomme på deres hastighed.

Kommunikation og arbejdsgange

- Forbedre den gensidige forståelse af arbejdsgange og procedure mellem T.I.C., entreprenører, beredskab og tilsyn
- Indled med et ”plan-spils møde” blandt de professionelle brugere til sikring af gode kommunikationsveje og arbejdsgange

- Afhold jævnlige møder mellem tilsyn, beredskab og entreprenører - fx hvert kvartal
- Sikre daglig kommunikation mellem entreprenør og tilsyn
- Dele af trafikteamet bør arbejde lokalt – tæt på tilsyn og entreprenører
- En hurtigere sagsbehandling vedr. ansvars- og forsikringsforhold i forbindelse med større ulykker, vil være en lettelse for mange i form af mindre forsinkelse
- Strammere kvalitetskontrol af de ITS-bilag med tavleplaner, som entreprenøren udarbejder
- Optimér og simplificér procedurer omkring ændring af informations- og hastighedstavler.

7 Trafik på parallelvejnettet

For at belyse i hvilket omfang trafikken flyttes fra anlægsstrækningerne til det omkringliggende vejnet under anlægsarbejdet, er der i tilknytning til hver af anlægsstrækningerne foretaget trafiktællinger på relevante parallelle ruter før og under udbygningsarbejdet.

Hovedresultaterne fra de enkelte undersøgelser er kortfattet skitseret herunder.

7.1 M40

På rute 161 - Hovedvejen (parallelrute syd for M40) - viser tællinger, at trafikken er steget i anlægsperioden og steget yderligere i perioden med driftsarbejdet på Ny Lillebæltsbro. Stigningen er målt til ca. 1.500-2.500 ktj/hverdag, svarende til ca. 10-30%. Stigningen synes større i 2013 end i 2014.

Det samme mønster ses for trafikken over Den Gamle Lillebæltsbro, omend stigningen er mindre. 2-3% af den samlede trafik over Lillebælt flyttes til Den Gamle Lillebæltsbro i perioden med anlægsarbejde på M40 og driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro.

Tællinger på Bogensevej (parallelrute nord for M40) viser, at der i 2013 skete en stigning i hverdagsdøgntrafikken, HDT, under driftsarbejdet på Ny Lillebæltsbro. I 2014 ses ikke nogen entydige ændringer, der kan kobles til anlægs- eller driftsarbejdet.

Trafikken på selve M40, målt øst for Nr. Aaby, synes ikke at være påvirket af anlægsarbejdet og/eller driftsarbejdet. De ændringer der ses her, kan ikke kobles til de forskellige faser i anlægs-/driftsarbejdet.

I de resterende undersøgte målesnit, som er placeret på det kommunale vejnet ved <58> Middelfart, ses kun mindre ændringer under anlægsarbejdet. Fælles er dog, at trafikken her er faldet efter anlægsarbejdet er afsluttet.

7.2 M60

De ruter der forventedes at blive påvirket i anlægsperioden var primært Rute 170 (Koldingvej/Hovedvejen/Vejlevej), Rute 171 (Horsensvej/Fredericiavej/Vejle Landevej) og Rute 176 (Ammitsbølvej).

Trafiktællingerne viste kun få udsving over de fem tælleperioder, hvor der under anlægsperioden i 2012 blev foretaget trafiktællinger. Det er generelt ikke muligt i 2012 at spore en trafikoverflytningseffekt fra M60 til parallelvejene.

Eneste undtagelse er i en kortvarig periode i 2012 (uge 23-24), hvor der pga. rampelukninger ses store stigninger i trafikken på vejnettet i og omkring Vejle by.

7.3 M10

I forbindelse med M10, Etape 1, er trafikflytning fra M10 til relevante parallelle ruter undersøgt. Det drejer sig primært om Rute 151 (strandvejsforløbet øst for M10), Rute 6 (Køge-Roskilde), Rute 14 (Ringsted-Roskilde) og Kildebrønde Landevej/Tåstrupvej (parallelrute vest for M10).

I anlægsperioden 2013 er trafikken på alle disse parallelruter steget i forhold til 2012 (før anlægsperioden). Stigningerne ligger fra 2% til 10-15%.

I en periode på 3 måneder i 2014 var TSA 29 (inkl. bro over M10) lukket. Lukningen af TSA 29 gav som ventet en øget trafik på TSA 28 og TSA 30 inkl. parallelruten, der forbinder TSA 28, 29 og 30.

I perioden april-juni 2015, hvor der var etableret sporbortfald for trafik nordgående ved MVX Køge Vest, er der observeret en målbar flytning af trafik mod København om morgenen. Der ses en stigning af trafik mellem kl. 05-11 på Rute 14 (Ringsted-Roskilde) samt på Holbækmotorvejen, mens trafikken på M10 nordgående falder.

7.4 M14

Trafik fra M14 til parallelruter er undersøgt ved at sammenligne trafiktællinger i 2012 (fra før vejarbejdet blev påbegyndt) med trafiktællinger fra efteråret 2013 og efteråret 2014 (under anlægsarbejdet).

Der er primært set på 3 parallelruter, nemlig Rute 16 (Hillerødmotorvejen (M13), Rute 229/201 (Hørsholm Kongevej/Kongevejen) og Rute 152 (Strandvejen/Kystvejen).

I 2013 ses en stigning i trafikken på Rute 16 på ca. 5%. Pga. afstanden til M14 anses stigningen kun delvist at kunne tilskrives anlægsarbejdet. På den sydlige del af Rute 229/201 ses en lille stigning. På den nordlige del af Rute 229/201 og på Rute 152 ses et fald.

Generelt er forskydningerne relativt små, og det vurderes, at de parallelle ruter ikke har fået påført en mærkbar øget trafikbelastning. Det må samtidig konkluderes, at den generelle trafikstigning i hovedstadsområdet er større, end hvad der er observeret på M14.

I anlægsperioden har der været flere rampelukninger. TSA12 og TSA13 har i perioder været helt eller delvist lukket og TSA11 nedlagt. De observerede trafikflytninger, som følge af rampelukningerne, har i de første faser af anlægsarbejdet i store træk været som forventet.

7.5 Opsamling

Den trafikflytning der sker, som følge af anlægsarbejdet, vil bl.a. været styret af:

- Ændringer i rejsetiden på anlægsstrækningen
- Den aktuelle trafiksammensætning
- Trafiktypen på anlægsstrækningen (bolig-/arbejdstrafik, regional- og fjerntrafik)
- Muligheder for alternative ruter mv.

Anlægsarbejdet i sig selv skønnes samlet set ikke at påføre parallelruterne væsentlig øget trafik. Rampelukninger og/eller sporreduktioner på anlægsstrækningen eller tilstødende strækninger kan dog give trafikspring, som har indflydelse på anlægsstrækningen og det lokale trafiknet. Driftsarbejdet (inkl. sporreduktion) ved Lillebælt skønnes således at have haft betydning for overflytning af trafik.

Tabel 14 giver et overblik over hvilken trafiktype, der kører på anlægsstrækningerne samt i hvor høj grad selve anlægsarbejdet og/eller rampelukninger og sporreduktion skønnes at have medført trafikflytning til alternative ruter.

Anlægsprojekt	Trafiktype på anlægsstrækning (iflg. Mastra)	Anlægsarbejdet	Rampelukninger / Sporreduktion
M40	Regional	+	++
M60	Fjern / Blandet		+
M10	Regional / Blandet	+	++
M14	By / Blandet		+

***Tabel 14**. Skønnet betydning for trafikflytning til alternative ruter som følge af anlægsarbejde og/eller rampelukninger og sporreduktioner.*

For nogle anlægstrækninger (fx M14 sydgående) udgør rampetilkørsler en flaskehals for trafik på selve anlægsstrækningen. I tilfælde hvor der lukkes ramper, vil trafikken på anlægsstrækningen således opleve en forbedret trafikafvikling, mens

de trafikanter, der normalt benytter rampen, vil opleve omvejskørsel og forringet fremkommelighed.

8 ITS systemets funktion og effekt

En vurdering af ITS systemets effekter på fx sikkerhed og fremkommelighed vanskeliggøres af, at man ikke ved, hvordan situationen ville have været, hvis ITS systemet ikke var etableret. Systemet er derfor primært vurderet ud fra nogle betragtninger på mikroniveau, dvs. hvordan ITS systemet har fungeret i en konkret situation set i forhold til trafiksituationen, og den effekt der har kunnet måles på trafikantadfærden.

ITS systemet på M60, M10 og M14 er blevet justeret undervejs i anlægsperioden. En af justeringerne var bl.a. antallet af mulige C55 visninger, hvor man i starten benyttede spring på 10 km/t, som efterfølgende blev justeret til spring på 20 km/t.

Som en del af evalueringen af ITS-systemet og anlægslogistikken er der i tilknytning til hver af de fire evalueringsprojekter udarbejdet en række cases, der bl.a. beskriver trafikantadfærd, ITS-systemets funktion samt T.I.C.'s og beredskabets arbejdsgange i forbindelse med en hændelse på strækningen.

Formålet med disse cases har været at beskrive en række forhold mere indgående, herunder:

- Trafiksituationen op til hændelsen (hvad sker der, hvordan er afmærkning, skiltning mv.)
- Hvordan bruges ITS-systemet til at afhjælpe gener som følge af hændelsen
- Hvilken effekt har ITS systemet på adfærd, trafik mv.
- Hvad er de trafikale effekter generelt som følge af hændelsen

I de beskrevne cases har ITS systemet på M60, M10 og M14 alle haft C55 visninger med spring på 10 km/t.

Beskrivelserne er baseret på hændelsesforløb beskrevet i T.I.C.'s Reporterman, på tavlelogs fra hastigheds- og informationstavler samt lagrede videosekvenser fra kameraer på strækningen.

I det følgende sammenholdes resultaterne fra cases, der beskriver hændelsestyperne; akut vejarbejde og bagendekollision. Tilslut i kapitlet korte resuméer af et par af de øvrige cases.

8.1 Akut vejarbejde

8.1.1 M40

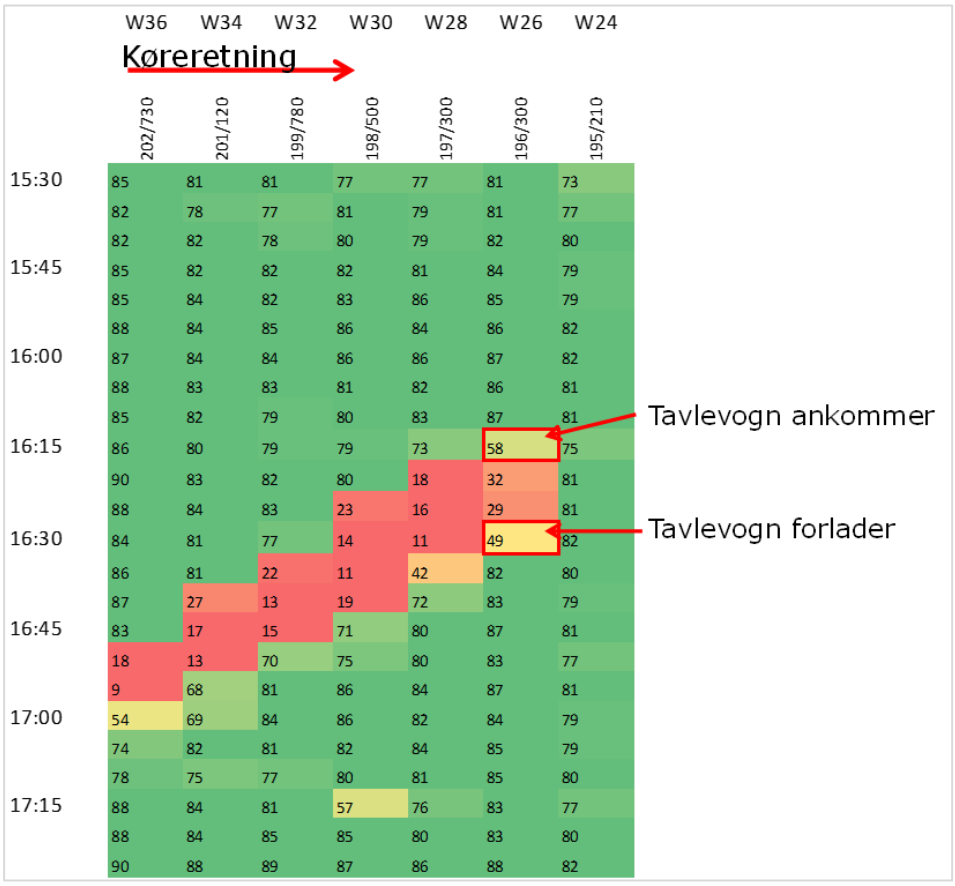
Det akutte vejarbejde på M40 sker en tirsdag eftermiddag i maj 2013 i tilknytning til et slaghul i højre kørespor, km 196,0300, østgående. Kl. 16:21 spærres højre spor. 10 minutter senere, kl. 16:31, er skaden midlertidigt udbedret, og kl. 16:32 forlader tavlevognen stedet.

***Figur 46**. M40 – Akut vejarbejde i højre kørespor, km ca. 196,0300, østgående køreretning.*

Effekt på trafikanternes hastighed

Det akutte vejarbejde gennemføres i myldretiden, men her gennemføres alene en midlertidig udbedring. Hastighedsbegrænsningen på anlægsstrækningen er 80 km/t under hele forløbet (skiltes med faste tavler). Idet tavlevognen ankommer, falder hastighedsniveauet med ca. 30 km/t (fra 87 til 58 km/t) umiddelbart opstrøms vejarbejdslokaliteten (Figur 47). I det efterfølgende femminutters interval er hastighedsniveauet faldet til 32 km/t. ½ time efter tavlevognens ankomst strækker køen sig ca. 6,5 km opstrøms lokaliteten, hvor hastighedsniveauet er 18 km/t.

Så snart tavlevognen forlader vejarbejdslokaliteten, stiger hastighedsniveauet til 82 km/t på lokaliteten. 6,5 km opstrøms nås tilsvarende hastighedsniveau ca. 40 minutter senere. Selvom tavlevognen kun er på stedet i 11 minutter, kommer der hurtig tæt trafik og kø opstrøms.



***Figur 47**. M40 - Gennemsnitshastighed fordelt på 5-minutsintervaller og snit på anlægsstrækingen.*

Generel funktion af ITS

På jyllandssiden, ca. 11-12 km opstrøms lokaliteten for det akutte vejarbejde, er der variable hastighedstavler. Knap 12 km fra vejarbejdslokaliteten (km 208,0280) nedskiltes hastighedsbegrænsningen fra 110 km/t til 80 km/t, ca. ½ time før det akutte vejarbejde påbegyndes.

Frem til kl. 17 er hastighedsbegrænsningen 80 km/t i alle tre snit med variable hastighedstavler på jyllandssiden og info-tavlen 14 km opstrøms lokaliteten melder om kø. Der er *ikke* noget der tyder på, at den kø, der ses ud fra hastighedsmålingerne i VMS snittene fra kl. 15:45 frem til kl. ca. 17, skyldes det akutte vejarbejde.

Kl. ca. l7 ændres informationen på info-tavlen fra oplysning om KØ 1500-2000 m til oplysning om (forlænget) rejsetid til Nr. Aaby. Rejsetiden angives at være forlænget (i forhold til normalen) frem til kl. 17:12. Den viste forlængede rejsetid vurderes at skyldes den ophobede trafik opstrøms det akutte vejarbejde.

8.1.2 M60

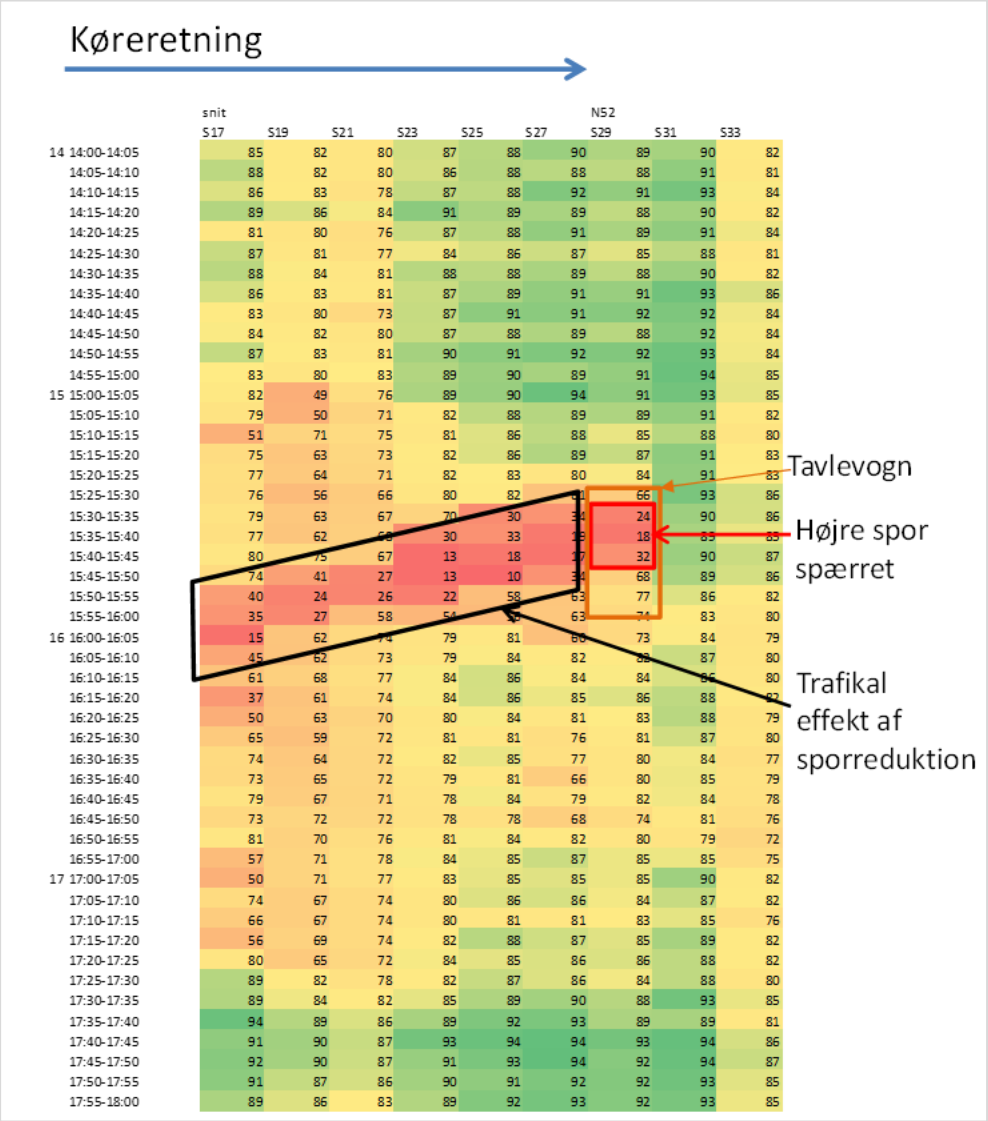
Det akutte vejarbejde på M60 finder sted en i marts 2013, højre spor, sydgående retning, km 104,0100. Kl. 15:30 ankommer tavlevogn og spærrer højre spor (Figur 48). kl. 15:32 nedskiltes hastighedsbegrænsningen manuelt til 50 km/t i tre af fire snit opstrøms vejarbejdet (hhv. 2,5 km; 1,7 km; 980 m opstrøms vejarbejde). Via trafikmelding informeres om akut vejarbejde grundet hul i vejbanen, og højre spor spærret. Efter 13 minutter, kl. 15:43, er vejarbejdet afsluttet, og spærringen ophæves. Herefter nulstilles hastighedstavler og via trafikmelding informeres om, at vejen atter er farbar.

Effekt på trafikanternes hastighed

Det akutte vejarbejde igangsættes i eftermiddagsmyldretiden. Idet tavlevognen ankommer og parkerer i nødsporet ud for lokaliteten reduceres trafikanternes gennemsnitshastighed fra ca. 80 til ca. 60 km/t. Hastighedsniveauet reduceres altså markant blot ved tilstedeværelse af tavlevognen i nødsporet. C55 tavlerne i S29 (snit umiddelbart opstrøms vejarbejdslokalitet) falder i takt med hastighedsniveauet i snittet - ikke omvendt.

I de ca. 13 minutter, hvor højre spor er spærret, er gennemsnitshastigheden ca. 21 km/t. Idet højre spor bliver farbart stiger gennemsnitshastigheden støt op til ca. 75 km/t. Da vejarbejdskøretøjerne forlader nødsporet stiger hastighedsniveauet yderligere. Mellem kl. 17 og 18, hvor trafikken ikke længere er helt så tæt, stiger hastighedsniveauet til knap 90 km/t.

Kl. 15:32 sætter T.I.C. hastighedstavlerne manuelt i tre af de fire snit opstrøms vejarbejdslokaliteten til 50 km/t. Sætningen er ikke påtvungen, hvilket betyder, at automatikken stadig kan regulere hastigheden ned – men ikke op. Af en eller anden grund sætter T.I.C. ikke det tavlesnit (S29), der er placeret lige umiddelbart før lokaliteten for det akutte vejarbejde.



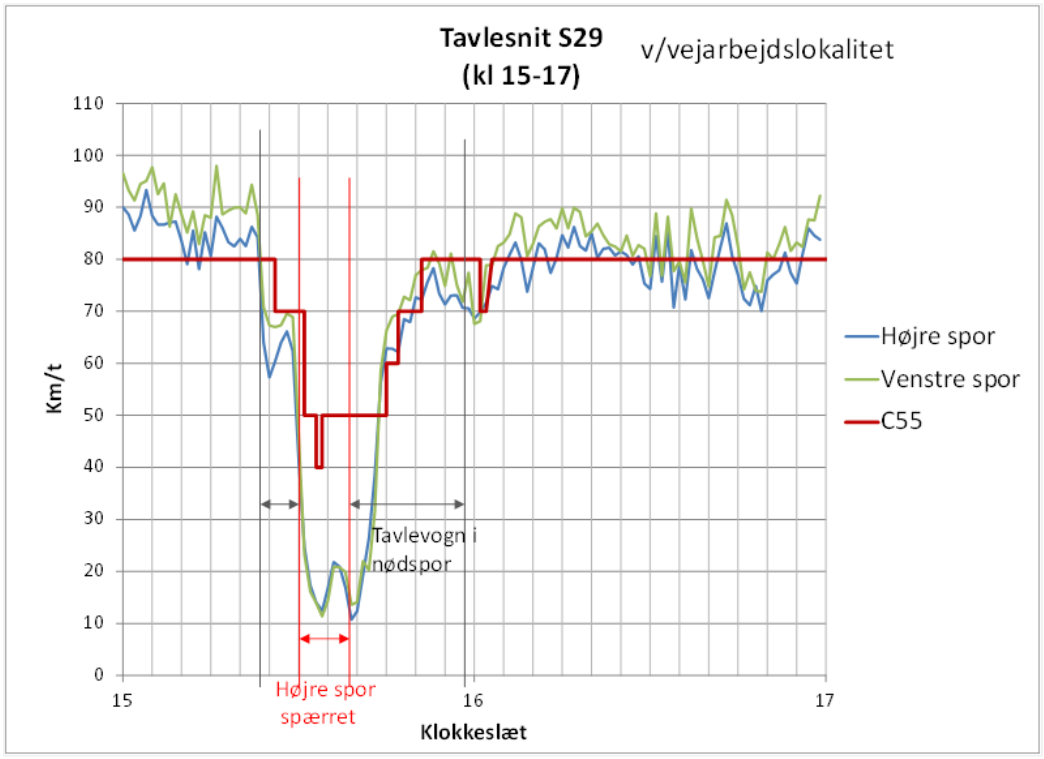
***Figur 48**. M60 - Gennemsnitshastighed i sydgående køreretning fordelt på snit og klokkeslæt.*

Generel funktion af ITS uden det akutte vejarbejde

Effekten af at sætte tavlerne manuelt til 50 km/t er i dette tilfælde begrænset, da tavlerne allerede automatisk har skiltet ned som følge af den reducerede hastighed/tætte trafik, der opstår pga. tavlevognens tilstedeværelse. Den automatiske nedskiltning sker i tavlesnittene 2,5 km og 1,7 km opstrøms lokaliteten (S23, S25). Nedskiltningen sker på "forkant" af trafikanternes hastighed, hvilket betyder, at de to tavlesnit har en forebyggende effekt på hastighed og opmærksomhed.

I tavlesnittet 980 m opstrøms (S27) sker den automatiske nedskiltning ca. samtidig med, at trafikanterne reducerer hastigheden. Tavlesnittet beliggende umiddelbart op til arbejdslokaliteten (S29) er derimod på "bagkant": I en periode på ca. 5-

8 minutter viser tavlen 80 eller 70 km/t, men trafikanterne har allerede reduceret hastighed, som følge af tavlevognens tilstedeværelse. ITS systemet i dette tavlesnit har derfor kun ringe effekt. Det er uvist hvorfor tavlesnittet ikke sættes manuelt. Det får dog ingen praktisk betydning, men viser at kommunikationen mellem entreprenør og T.I.C., og/eller T.I.C.'s håndtering i forbindelse med tavlesætningerne, kunne forbedres.



***Figur 49**. M60 – Gennemsnitshastighed (pr. min.) og C55 visning i tavlesnit S29 (km 104,0190 beliggende umiddelbart opstrøms arbejdslokaliteten) i perioden mellem kl. 15 og 17.*

Info-tavle placeret ca. 3,8 km fra vejarbejdslokaliteten, viser rejsetider og køvarslinger under hele forløbet for det akutte vejarbejde.

8.1.3 M10

Det akutte vejarbejde på M10 forekommer en hverdag i august 2013 i relation til et hul/stor lunke i belægningen på M10, venstre spor, sydgående retning, km 26,0600. Da hullet anses som trafikfarligt, men tidligst kan udbedres samme aften, nedsættes hastigheden i ét tavlesnit til 50 km/t (mod ellers 80 km/t), og nærmeste info-tavle benyttes til at informere om risiko for huller i vejen: kl. 13:19: "Huller i vejen – 1000 m". Senere samme aften udenfor myldretiden, kl. 19:01, spærrer en tavlevogn venstre spor og kl. 19:05 påbegyndes udbedring af hullet. Samtidig ændres teksten på info-tavlen til: "Vejarbejde om 1000 m – Folk på vejen". Efter ca.

2½ time, kl. 21:40, er skaden udbedret, alle tavler frigives, og der meldes om forbedrede vejforhold via trafikmelding.

Effekt på trafikanternes hastighed

Nedskiltning af hastighedsbegrænsningen fra 80 til 50 km/t i kombination med information om huller i vejen via infotavler og trafikmelding giver en tydelig målbar hastighedsreduktion. Den målte gennemsnitshastighed lige før hullet reduceres med 16 km/t (fra 79 km/t til 63 km/t). Hastighedsreduktionen er målbar ikke alene i de snit, som bliver nedskiltet, men også i nabosnit. Dette peger på, at information om huller i vejen via infotavler og trafikmelding alene har en effekt.

I perioden, hvor selve vejarbejdet udføres (inkl. sporreduktion), ses en yderligere hastighedsreduktion, som dog reduceres i takt med, at trafiktætheden aftager.

De laveste hastigheder ses generelt ved tæt trafik (uanset tavlevisning). Effekten af tavlevisningerne aftager, jo mindre trafiktætheden er.

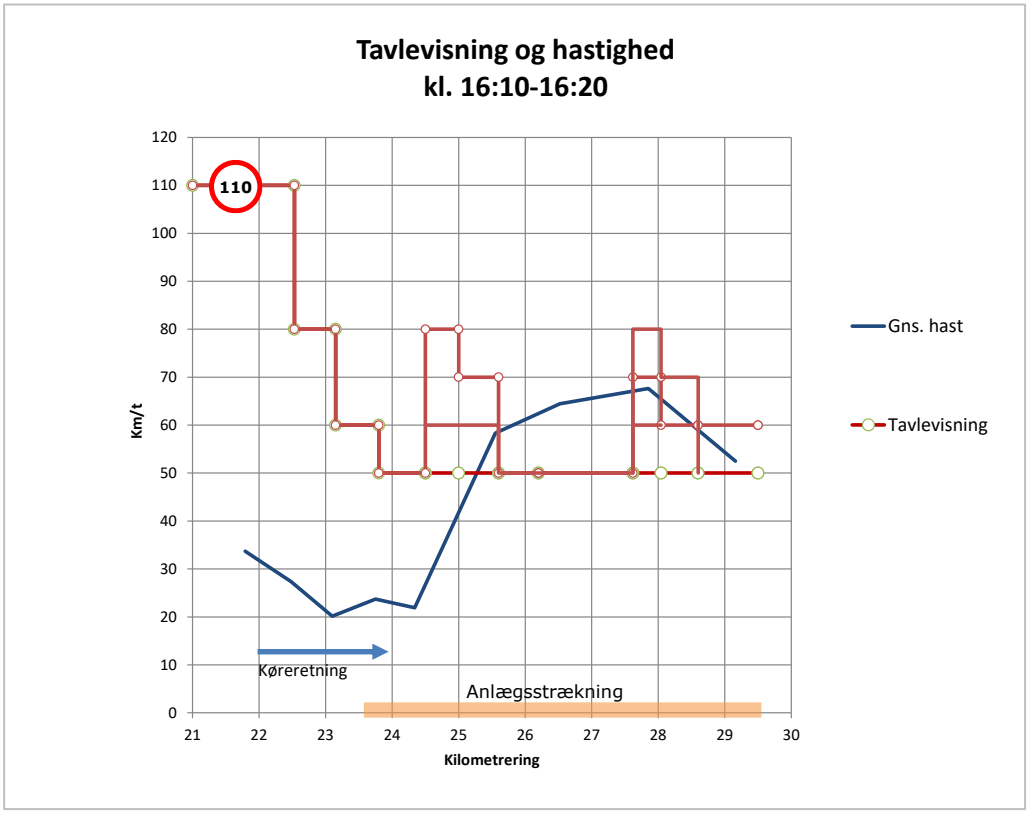
Selvom hastigheden reduceres, når der nedskiltes til 50 km/t, overskrider langt størstedelen af trafikanterne, 97%, stadig hastighedsgrænsen på 50 km/t.

Generel funktion af ITS i myldretiden

De første ITS tavlesnit står placeret umiddelbart opstrøms anlægsstrækningen. Opstrøms ITS tavlesnittene er hastighedsbegrænsningen 110 km/t (faste tavler). En generel observation i tilknytning til analysen er, at hastigheden sydgående i myldretiden er meget lav på hele strækningen fra Ishøj sammenfletningen og et stykke ind på anlægsstrækningen.

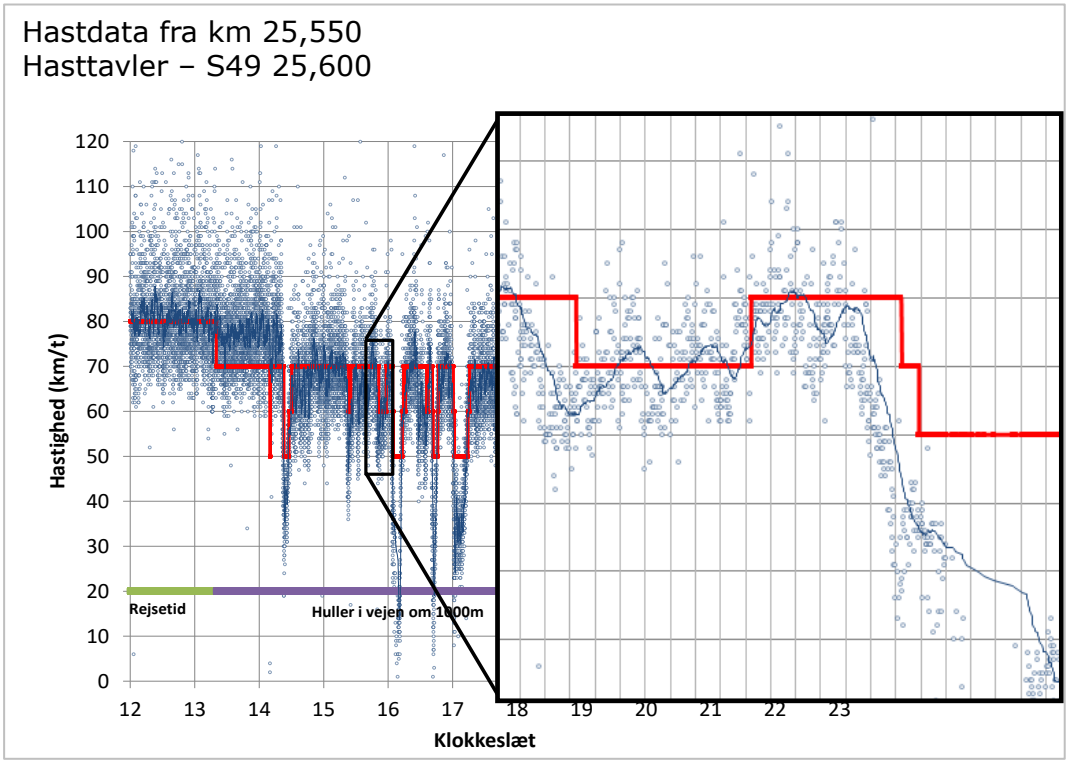
Et eksempel på hastigheden M10 sydgående på anlægsstrækningen og opstrøms anlægsstrækningen er vist i Figur 50 (10 min periode).

Pga. af køen opstrøms anlægsarbejdet er der stor forskel imellem den skiltede hastighed og den faktiske kørte hastighed. På selve anlægsstrækningen opleves hyppige skift i C55 visninger (Figur 50, de røde streger på figuren). Bemærk, at figuren dækker en 10 minutters periode, hvorfor der i enkelte målesnit (km) forekommer mere end én C55 tavlevisning.



***Figur 50**. Eksempel M10. Målt hastighed (blå streg) sydgående (mellem km 22 og 29) i tidsrummet mellem kl. 16:10-16:20 sammenholdt med skiltet hastighed (rød streg). Den orange streg nederst angiver anlægsstrækningen. Bemærk: Da figuren dækker en 10 minutters periode er der i enkelte målesnit (kilometrering) mere end én C55 tavlevisning.*

En anden observation er C55 visningen set i forhold til den målte hastighed. Her findes ofte situationer, hvor C55 visningen sker på bagkant af det aktuelle hastighedsniveau (1-2 minutters forsinkelse) og hyppige skift, som ikke umiddelbart kan forklares ud fra detektordata, Figur 51.



***Figur 51**. Eksempel M10. Målt hastighed i km 25,550 og C55 visning i km 25,0600 (S49).*

8.1.4 M14

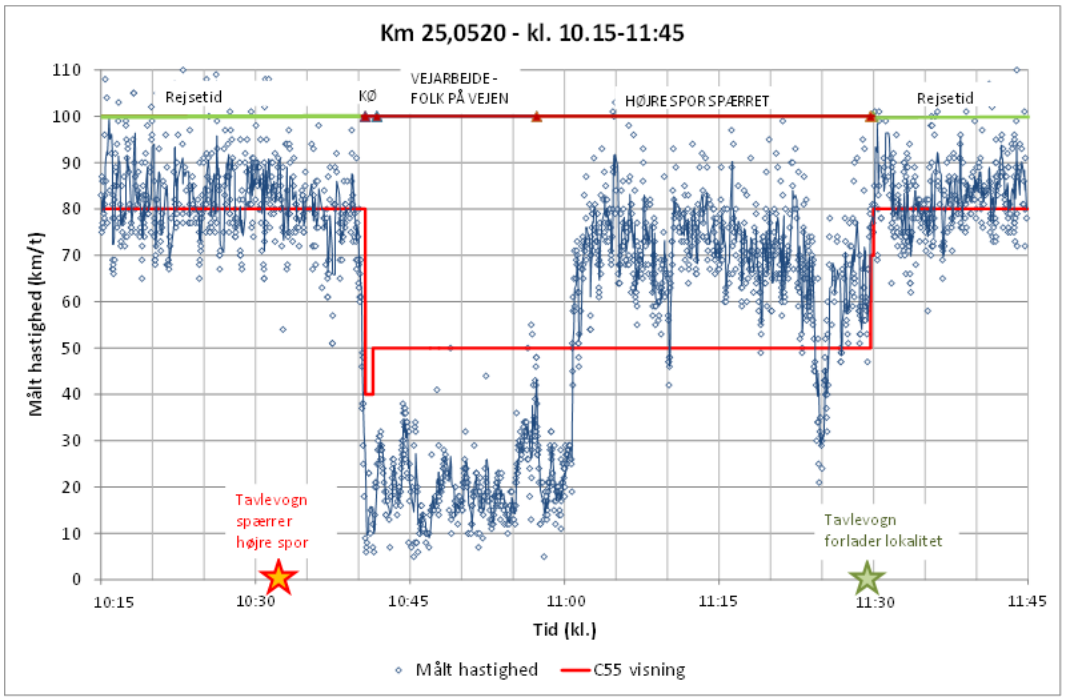
På M14 opstår det akutte vejarbejde en hverdag i november 2013, højre spor, nordgående, km 25,0300. Kl.10:32 ankommer tavlevogn og spærrer højre spor. Kl. 10:40 nedskiltes hastigheden manuelt til 50 km/t i nærmeste snit opstrøms vejarbejdslokaliteten (220 m opstrøms lokalitet). Efter 58 minutter forlader tavlevognen stedet, hvorefter T.I.C fjerner melding og frigiver tavler.

Funktion af ITS og effekt på trafikanternes hastighed

Forud for tavlevognens ankomst er hastighedsbegrænsningen 80 km/t, og gennemsnitshastigheden i snittet nærmest lokaliteten (km 25,0520, ca. 220 m opstrøms) er på tilsvarende niveau.

8 minutter efter at tavlevognen er ankommet, nedsættes hastighedsbegrænsningen til 50 km/t i det nærmeste snit, og info-tavlen viser "Vejarbejde – Folk på vejen". Hastighedsniveauet falder til 20-25 km/t (Figur 52).

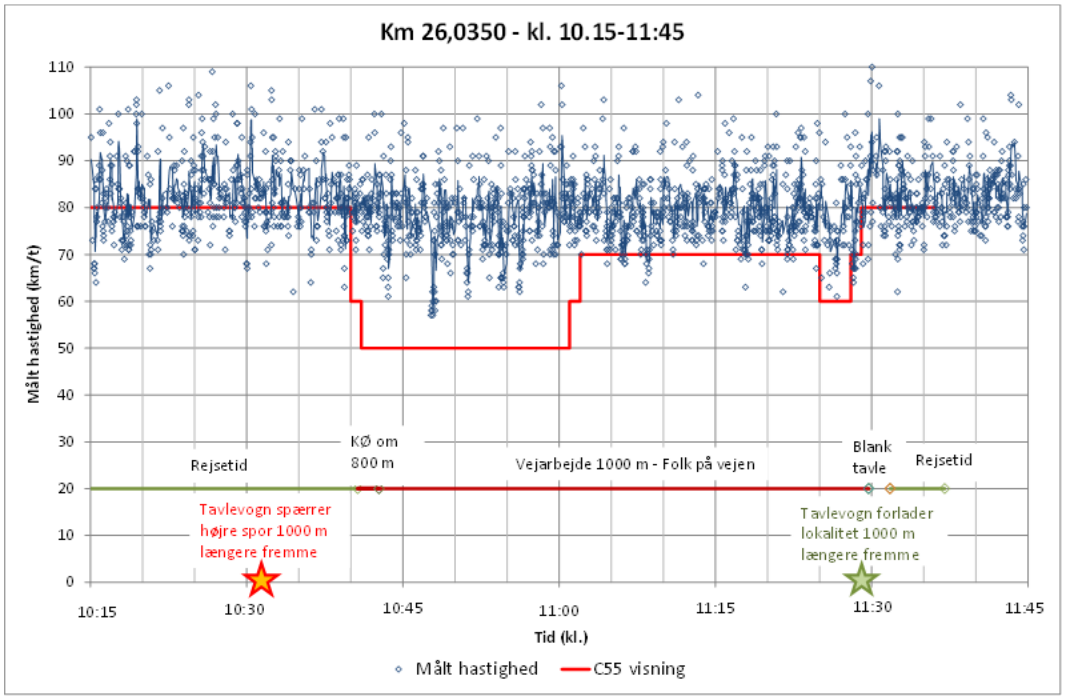
Få minutter efter at info-tavlen skifter fra "Vejarbejde – Folk på vejen" til "Højre spor spærret" stiger gennemsnitshastigheden i snittet (Figur 52). C55 tavlen fastholdes på 50 km/t, men hastighedsniveauet stiger til et gennemsnit på 64 km/t (kl. ca.11 og 11:30).



***Figur 52**. M14 - Målt hastighed og tavlevisning i km 25,0520 (ca. 220 m opstrøms det akutte vejarbejde).*

Efter at tavlevognen har forladt vejarbejdslokaliteten, hastighedsgrænsen er tilbage på 80 km/t og infotavlen angiver rejsetid, stiger gennemsnitshastigheden til ca. 83 km/t (Figur 52).

I detektorsnittet ca. 1000 m opstrøms vejarbejdet (km 26,0350), advares trafikanterne om vejarbejdet via info-tavle, der viser "Vejarbejde om 1000 m – Folk på vejen" (Figur 53). I samme periode viser C55 tavlen først 50 km/t, og herefter 70 km/t. Trafikanternes efterlevelse af hastighedsgrænsen er i hele perioden ringe, idet den ligger på knap 80 km/t.



***Figur 53**. M14 - Målt hastighed og tavlevisning i km 26,0350 (ca. 1000 m opstrøms det akutte vejarbejde).*

8.2 Akut vejarbejde - opsamling

I Tabel 15 er en række af de overordnede parametre, knyttet til hver af de fire cases med akut vejarbejde, listet.

Sammenholdes flowet forbi tavlevogn/det akutte vejarbejde ses, at kapacitetsniveauet på M60 er cirka dobbelt så stort som på de tre øvrige lokaliteter. Dette skyldes formentlig, at nogle trafikanter udnytter, at højre spor kun er delvist spærret.

Akut vejarbejde	**M40**	**M60**	**M10**	**M14**
Dag (dag, måned og år)	Tirsdag maj 2013	Onsdag marts 2013	Torsdag august 2013	Mandag november 2013
Tidspunkt (kl.)	16:21	15:30	19:01	10:32
Akut vejarbejde i spor…	1	1	3	1
Antal farbare spor	1	1 (1½)	2	1
Varighed af akut vejarbejde (minutter)	11	13	150	58
Tavler (VMS, fast)	fast	VMS	VMS	VMS
Varsling på info-tavle **	Rejsetid (ej varsling)	"Kø" / rejsetid	"Vejarbejde om 1000 m – Folk på vejen"	"Vejarbejde – Folk på vejen", "Højre spor spærret"
Afstand fra lokalitet til 1. detektorsnit opstrøms (m)	10	980	80	220
Hastighedsbegrænsning under spærring (km/t)	80	50	50	50
Gennemsnitshastighed under spærring (km/t)	30	21	64,5	64
Flow forbi vejarbejdslokalitet under spærring	125 pe/5 min	250 pe/5 min*	-	129 ktj/5 min.
Kø opstrøms vejarbejdslokalitet (km)	6,5+	5,5+	-	0,22+

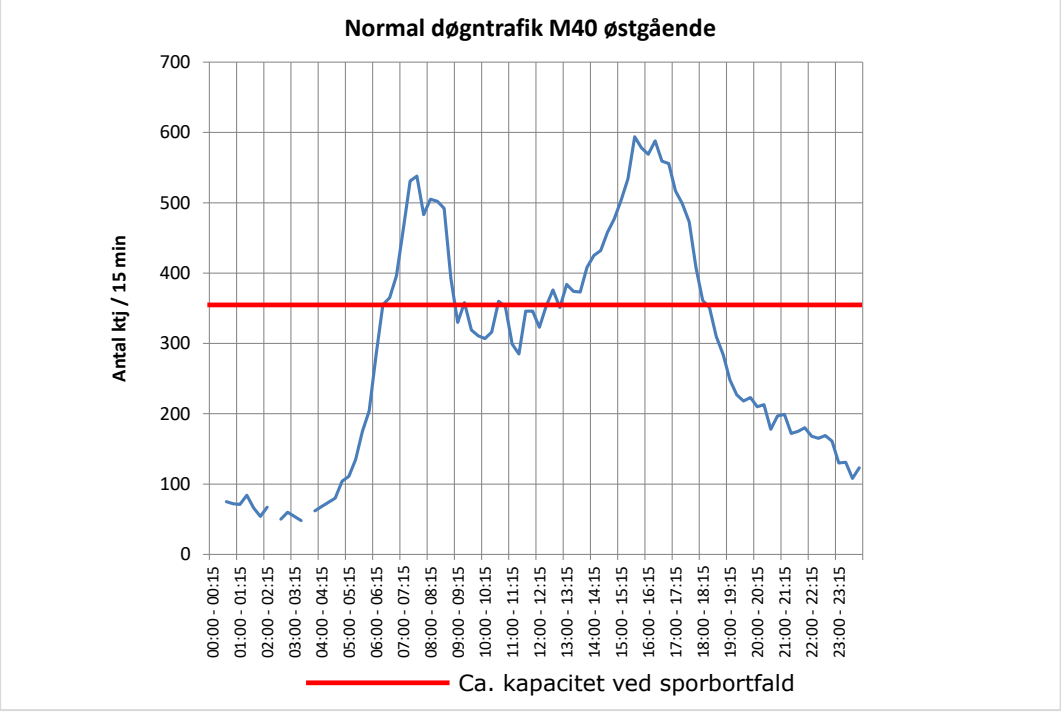
***Tabel 15**. Beskrivende parametre for det akutte vejarbejde på de fire anlægsstrækninger. *Det forholdsvis høje kapacitetsniveau kan skyldes, at nogle trafikanter udnytter, at sporet kun er delvist spærret. ** M40 info-tavle er placeret udenfor anlægsstrækningen.*

To af de fire akutte vejarbejder effektueres i myldretiden (M40, M60), mens ét af vejarbejderne foregår om formiddagen (M14). Ét akut vejarbejde (hul i vejen) opstår midt på dagen (M10). Der varsles om hullet på info-tavle, og hastighedsbegrænsningen nedskiltes til 50 km/t. Selve udbedringen af hullet udskydes til om aftenen (Tabel 15).

I tilknytning til det akutte vejarbejde på M40, som udbedres i myldretiden, er forsinkelsesomkostningerne grundet sporbortfaldet undersøgt. For spørgsmålet er, hvornår på dagen, det er OK at spærre et spor.

Det normale gennemsnitlige trafikflow (antal ktj/15 min.) over døgnet på M40 i østgående køreretning i dagene efter det akutte vejarbejde ses i Figur 54 – markeret med den blå graf. Den røde linje markerer flowet under bortfaldet af højre spor i forbindelse med det akutte vejarbejde.

Om eftermiddagen er trafikintensiteten højst mellem kl. ca. 15:15 og 17:15, dvs. bl.a. i det tidsrum, hvor højre spor spærres under vejarbejdet. Figuren illustrerer, at der er en del timer på døgnet, hvor forsinkelsesomkostningerne grundet sporbortfaldet ville have været knap så store.

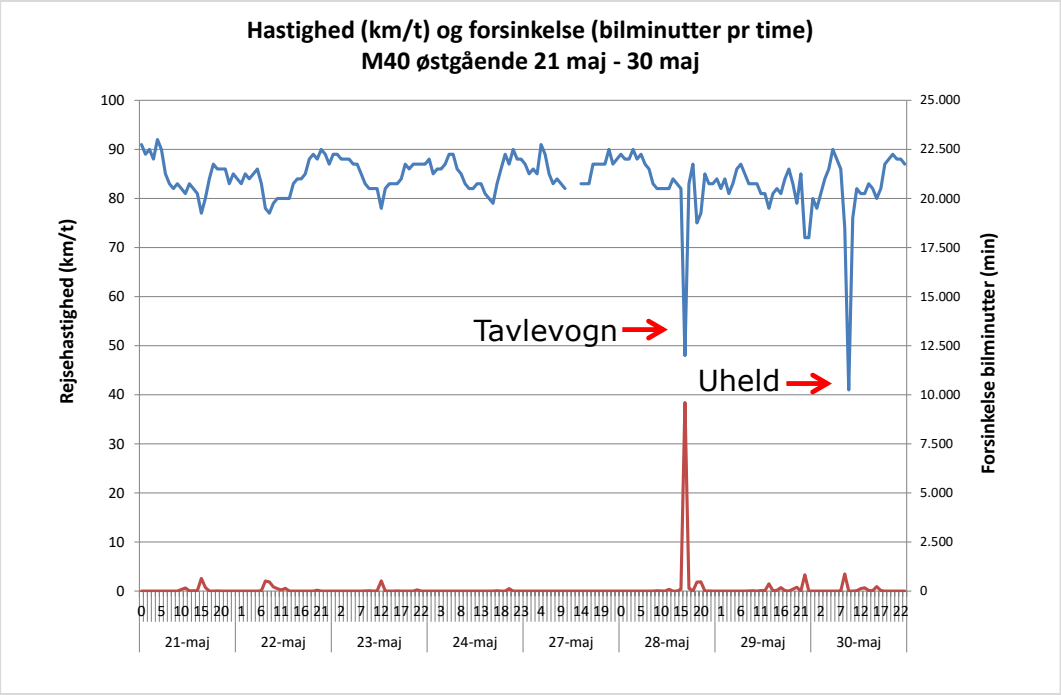


***Figur 54**. Blå graf: Normal døgntrafik, M40 østgående køreretning. Samlet antal køretøjer pr. 15 minutter på strækningen mellem <58> Middelfart og <57> Nr. Aaby baseret på radardata. Rød linje: Antal køretøjer pr. 15 minutter under det akutte vejarbejde.*

Figur 55 viser trafikanternes rejsehastighed (blå graf) og forsinkelsesarbejde (rød graf) opgjort pr. time i perioden før, under og efter det akutte vejarbejde.

Under hændelsen med det akutte vejarbejde falder hastighedsniveauet til under 50 km/t, og forsinkelsesarbejdet når op på 9.600 bilminutter (Figur 55). To dage efter vejarbejdet (d. 30. maj), sker der et uheld, hvor begge spor spærres i ca. 15 minutter, og hastighedsniveauet falder til omkring 40 km/t (blå graf). Uheldet sker i tidsrummet mellem kl. 9 og 10, hvor trafikflowet er lavt nok til, at trafikanterne

kan passere uheldsstedet uden større forsinkelse. Forsinkelsesarbejdet ses derfor, at være minimalt (Figur 55, rød graf).



***Figur 55**. Hastighed og forsinkelsesarbejde (bilminutter/time), M40 østgående køreretning. Baseret på radardata i perioden fra d. 21. til 30. maj 2013, strækningen mellem <58> Middelfart og <57> Nr. Aaby.*

Eksemplet illustrerer vigtigheden i at overveje, hvornår et planlagt sporbortfald er akut – og hvornår det kan vente til udenfor myldretiden.

8.3 Bagendekollision

8.3.1 M40

Bagendekollisionen på M40 sker en søndag i juni 2013, kl. 11:41, østgående, km 197,0350, venstre spor. Det er et ekstrauheld, der formentlig sker pga. for kort afstand mellem køretøjerne/for høj hastighed i forhold til en pludselig ændring i trafikforholdene samt uopmærksomhed. Uheldet involverer 5-6 personbiler. Brandvæsnet ankommer til uheldsstedet kl. 12:00, spærrer begge spor kl. 12:08 – og har afsluttet oprydningen efter uheldet kl. 12:11.

Effekt på trafikanternes hastighed

Hastighedsbegrænsningen på anlægsstrækningen er 80 km/t under hele uheldsforløbet (faste tavler).

I minutterne før uheldet indtræffer, sker der et fald i gennemsnitshastigheden på 10-12 km/t i snit op- og nedstrøms uheldslokaliteten (Figur 56). Hastighedsfaldet viser sig at skyldes passage af en særtransport. I de cirka 30 minutter, fra uheldet sker til venstre spor igen åbnes for trafik, er gennemsnitshastigheden i nærmeste snit opstrøms uheldet (1,2 km opstrøms) ca. 9 km/t. Cirka 35 minutter efter uheldet er sket, og omkring det tidspunkt hvor begge spor igen er farbare, er de trafikale konsekvenser nået ca. 5,5 km opstrøms uheldslokaliteten, som er det sidste snit opstrøms uheldet på Fyn-siden (km 202,0730). Køen strækker sig formentlig yderligere opstrøms.

43 minutter efter uheldet er sket, og 13 minutter efter begge spor igen er farbare (kl. 12:24), er gennemsnitshastigheden 1,3 km opstrøms uheldslokaliteten normaliseret til ca. 80 km/t.

Køreretning

Uheld km 197/0350

	Jyllandssiden (km)			Anlægsstrækning (km)					
Kl.	208,0280	207,0920	207,0710	202,0730	201,0120	199,0780	198,0500	197,0300	196,0300
11:30	110	102		79	79	82	83	83	
	110	99		81	67	72	70	71	
	107	98		87	82	84	82	44	
11:45	109	97		86	83	83	56	35	
	110	101		85	82	83	9	34	
	109	100		86	83	42	8	38	
12:00	111	103		89	83	8	8	40	
	109	100		91	21	15	10	41	
	107	96		86	21	9	8	53	
12:15	112	101		45	9	10	41	72	
	108	98		17	8	23	66	76	
	113	101		10	9	60	75	80	
12:30	111	101		11	44	70	79	81	
	110	100		21	58	80	80	80	
	110	100		66	55	80	81	81	
12:45	111	100		72	59	81	84	85	
	111	103		59	61	78	78	81	
	109	96		76	63	78	80	77	
13:00	111	100		88	82	84	85	84	
	109	98		89	83	85	84	85	
	110	102		88	84	87	86	86	
13:15	110	102		89	87	86	85	83	

Uheld

Brandvæsen ankommer

Brandvæsen forlader

Gennemsnitshastighed i snit, begge spor, 5 min intervaller

***Figur 56**. M40 - Gennemsnitshastighed fordelt på 5-minutsintervaller og snit i tilknytning til bagendekollisionen.*

Generel funktion af ITS-systemet

Der er variable hastighedstavler på Jyllandssiden ca. 10,5 km opstrøms uheldslokaliteten. Hastighedsbegrænsningen på Jyllandssiden er under hele hændelsesforløbet hhv. 110 km/t og 80 km/t. Der er ikke noget, der tyder på, at køen, grundet bagendekollisionen, strækker sig tilbage til VMS tavlerne på Jyllandssiden.

12,8 km opstrøms uheldet er der en variabel info-tavle med angivelse af rejsetiden til <58> Middelfart samt <57> Nr. Aaby. Den angivne rejsetid på info-tavlen er baseret på TRIMdata. Sammenholdes rejsetidsdata fra info-tavlen med rejsetidsdata fra Hastrid (som er baseret på radardata), finder man, at den rejsetid som angives på info-tavlen i forbindelse med hændelsen, er forsinket i forhold til den rejsetid, der kan beregnes ud fra radardata i Hastrid. Desuden ses en markant forskel i den beregnede rejsetid mellem <58> og <57>: I tidsrummet mellem kl. 12:30 og 12:35 er rejsetiden angivet på info-tavlen op til 27 minutter længere end beregnet ud fra radardata. Rejsetider angivet på info-tavlen tyder på at være markant fejlbehæftet i perioder med tæt trafik/kø.

Til trods for den høje rejsetid angivet på info-tavlen blev der på intet tidspunkt i hændelsesforløbet angivet information om ulykke forude.

Brug af anlægs- og beredskabsvej

Som følge af uheldet opstår der hurtigt massiv kø i østgående retning. Politi og brandvæsen ankommer til uheldsstedet efter 20 minutter via anlægs- og beredskabsvejen parallelt med motorvejen. Ambulancenkommer fra motorvejen for herefter at fortsætte ad anlægs-/beredskabsvejen via hul ved nødlomme. Løsningen med redningsvej via anlægsområdet synes at fungere efter hensigten.

8.3.2 M60

Bagendekollisionen på M60 sker en fredag i oktober 2012, kl. 16:41, nordgående på en 3+1 strækning, km 106,0800, højre spor (ej overledt). Uheldet vurderes at opstå pga. høj hastighed og uopmærksomhed og involvere 3 personbiler. Knap 1 time efter uheldet er sket, kl. 17:37, er Falck fremme med tavlevogn. Kl. ca. 19 forlader Falck og ladvogn stedet.

Effekt på trafikanternes hastighed

I minutterne før uheldet er der tæt trafik i nordgående køreretning. Hastighedsbegrænsningen er 40-50 km/t, og det faktiske hastighedsniveau lavt, men præget af stop & go kørsel, hvor gennemsnitshastigheden i venstre spor lige umiddelbart før uheldet er på ca. 65 km/t. Info-tavle viser køvarsling og rejsetider.

Pga. af uheldet opstår der hurtigt tæt trafik og flere kilometer kø opstrøms. Hastigheden bliver gradvist nedskiltet automatisk i takt med at køen vokser, men der er generelt en tendens til manglende efterlevelse af de viste hastighedsbegrænsninger. Der ses en del stop & go kørsel (5-65 km/t) i de målesnit, som ligger 4-5 km fra uheldet. Fra uheldet sker kl. 16:40 går der 2 timer og 20 minutter, før oprydningen efter uheldet er afsluttet.

Generel funktion og effekt af ITS

Analysen peger på, at bilisterne i højere grad vælger deres hastighed ud fra, hvordan de selv vurderer trafiksituationen på strækningen, end ud fra hastighedstavlernes visning. Det giver perioder og tavlesnit med meget lav grad af efterlevelse. Der er således til tider et misforhold, imellem den hastighed som bilisterne vælger (bilisternes valg af passende hastighed i forhold til trafiksituationen), og hvordan ITS systemet sætter hastighedstavlerne i forhold til den konkrete trafiksituation opstrøms. Data viser endvidere, at hastighedsspredningen øges i takt med at hastigheden nedskiltes (Tabel 16).

Selvom nedskiltningen i flere tilfælde kun har ringe effekt på hastighedsadfærd, kan det ikke afvises, at trafikanternes opmærksomhed øges som følge af nedskiltningen.

Snit	Periode	Antal ktj.	C55 visning (km/t)	Gns. hast (km/t)	85% fraktil (km/t)	Std.afv. (km/t)
N52 (2,6 km opstrøms)	16:00-16:45	41	80	85	93	8,5
		551	70	84	94	10,1
		344	60	79	89	9,9
		895	50	76	86	10,4
	17:00-19:00	2411	50	30	47	16,7
		945	40	29	47	18,2
N46 (5,1 km opstrøms)	16:00-19:30	2849	80	92	100	8,7
		1282	70	91	101	10,1
		524	60	87	97	10,5
		1484	50	87	98	11,9
N44 (5,9 km opstrøms)	17:00-19:00	2205	80	91	101	10,3
		1692	70	91	102	11,3
N48 (4,2 km opstrøms)	17:15-18:45	1416	50	62	77	14,4
		1292	40	26	41	15,6

***Tabel 16**. M60 – C55 visning, gennemsnitshastighed, 85%-fraktil og standardafvigelse hastighedsmålinger ved forskellige tavlevisninger i tavlesnit beliggende 2,6 til 5,9 km opstrøms uheldslokalitet.*

Til nærmere belysning af hvad der styrer bilisternes hastighedsvalg – den aktuelle trafiksituation eller tavlevisningen - er der gennemført en analyse af den målte hastighed (km/t) sammenholdt med den konkrete tavlevisning og trafiktætheden (pe/km/spor) eller intensiteten (pe/min) på måletidspunktet. Analysen baseres på tre snit, som i perioden fra kl. 15:00-21:00 alle havde meget varierende hastighed, trafiktæthed og forskellige tavlevisninger.

Resultatet viser, at trafikanternes hastighed ved lav trafikintensitet (øverste gren af speed-flow kurven) primært styres af trafiksituationen (tætheden) og kun meget lidt af de benyttede tavlevisninger. Dette gælder især for 80, 70 eller 60 km/t visninger. Hastigheder ved tavlevisning 50 km/t synes at ligge lavere end 80/70/60 km/t ved sammenlignelige tætheder og flows. 50 km/t visningen benyttes dog ved tæt trafik/kø, dvs. den nederste gren af speed-flow kurven (ofte med stop & go kørsel), hvorfor en direkte sammenligning er svær.

8.3.3 M10

Bagendekollisionen på M10 sker en onsdag i marts 2016, kl. 16:22, sydgående på Etape 2, km 33,0801, tæt ved frakørsel <31b> Egedesvej. Uheldet sker i venstre vognbane og involverer 4 parter, alle personbiler. På uheldstidspunktet er der tæt trafik, som afvikles med ca. 30 km/t. Den bageste af de 4 parter overser, at trafikken foran er standset og påkører forankørende.

Funktion af ITS og effekt på hastighed

Hastighedsbegrænsningen på uheldsstedet er konstant 80 km/t, skiltet med fast tavle. I minutterne op til uheldet er trafikken præget af stop & go. På uheldstidspunktet er trafikken på uheldsstedet tæt og hastighedsniveauet omkring 30 km/t, hvilket formentlig skyldes dels en tidligere hændelse, dels myldretiden. På den nærmeste VMS hastighedstavle i porten til Etape 2 (ca. 1,5 km opstrøms uheldet) er hastighedsbegrænsningen på uheldstidspunktet nedskiltet til 50 km/t.

De første 5 minutter efter uheldet er sket, er midterste og højre spor farbart, men idet politiet ankommer – 6 minutter efter uheldet er sket – er kun højre spor farbart.

I en periode på en halv time med politi/redning/tavlevogn på uheldsstedet og/eller i nødspor, er hastighedsniveauet umiddelbart opstrøms uheldsstedet 42 km/t, mens gennemsnitshastigheden 900 m opstrøms uheldet er 14 km/t. For trafikanter på motorvejen er hastighedsbegrænsningen i dette snit 50 km/t (VMS tavle), mens hastighedsbegrænsningen for rampetrafikanter fra <31a> er 80 km/t (fast tavle).

Få minutter efter ulykken er sket melder nærmeste informationstavle (3,8 km opstrøms uheldet) om ”Ulykke <31a>”, og kort efter ændres tavlesætningen på info-tavlen 5,7 km opstrøms uheldet fra rejsetid til blank. Godt 20 minutter efter uheldet sættes info-tavlen 8,8 km opstrøms uheldet til ”Ulykke <31a>”. Det vurderes, at have været mere korrekt at sætte visningen på alle info-tavler til ”Ulykke <31b>”. Alle tre tavler viser rejsetid ca. 1 minut efter at alle 3 spor igen er åbne for trafik.

Cirka 2 km opstrøms uheldet er der sammenfald mellem detektorsnit og VMS-tavlesnit. Hastighedsniveauet varierer i ryk (stop & go), og C55 tavlen varierer tilsvarende mellem 80 km/t og 50 km/t. Tavlevisningen er dog lidt på bagkant af trafikanternes faktiske hastighedsadfærd.

Kombinationen af nedskiltede VMS tavler og faste tavler (på 80 km/t) kan virke forvirrende for trafikanterne. I dette tilfælde burde man have overvejet at fastfryse de tre VMS tavler i porten på 80 km/t.

8.3.4 M14

Bagendekollisionen på M14 sker en onsdag i september 2014, kl. 14:19, nordgående, km 26,0650 umiddelbart nedstrøms frakørsel <12> Vedbæk i højre vognbane. På uheldstidspunktet er der relativ tæt trafik, som afvikles med ca. 60 km/t.

Uheldet involverer tre parter, heraf én lastbil og to personbiler. De første 8 minutter efter uheldet er sket, er ingen af de to spor farbare grundet de uheldsinvolverede køretøjer. Herefter er venstre spor farbart. Falck og tavlevogn ankommer efter hhv. 15 og 24 minutter. 56 minutter efter uheldet er sket, forlader tavlevognen uheldslokaliteten, og begge spor er herefter åbne for trafik.

Funktion af ITS og effekt på hastighed

I minutterne op til uheldet er hastighedsbegrænsningen 50 km/t (VMS) grundet en tidligere hændelse. Omtrent samtidig med at uheldet sker, ændres hastighedsbegrænsningen fra 50 til 80 km/t i nærmeste snit opstrøms uheldet (ca. 350 m opstrøms). Hastighedsniveauet er på dette tidspunkt lige netop nået op på ca. 80 km/t.

Umiddelbart efter at uheldet er sket - og godt 1 minut *før* C55 tavlen nedskiltes til 50 km/t - falder hastighedsniveauet til ca. 10 km/t. Hastighedsniveauet forbliver på 10-20 km/t umiddelbart opstrøms uheldslokaliteten i cirka ½ time. I de første 13 minutter efter uheldet varierer C55 tavlen mellem 80 km/t og 50 km/t, og info-tavlen viser rejsetid. Herefter nedskiltes C55 tavlen til 40 km/t, og info-tavlen informerer om ulykke i højre spor. Trafikanternes adfærd er altså uafhængig af tavlevisningen i denne periode.

Ca. 900 m opstrøms uheldet er tavlevisningen på forkant med trafikanternes adfærd, således at hastighedsbegrænsningen nedskiltes umiddelbart før hastighedsniveauet falder. I det første minut efter nedskiltningen til 50 km/t og samtidig kø-varsling er hastighedsniveauet på ca. 70 km/t.

I snittene hhv. 2,45 km opstrøms uheldet, 3,2 km opstrøms uheldet og 3,9 km opstrøms uheldet er tavlevisningen tillige på forkant med trafikanternes adfærd. Trafikanternes efterlevelse af C55 visningen er dog ringe.

8.4 Bagendekollision - opsamling

Tabel 17 opsamler en række af de overordnede parametre, knyttet til hver af de fire cases der beskriver en bagendekollision.

Bagendekollision	**M40**	**M60**	**M10 Etape 2**	**M14**
Dag (dag, måned og år)	Søndag juni 2013	Fredag oktober 2012	Onsdag Marts 2016	Onsdag september 2014
Tidspunkt (kl.)	11:41	16:41	16:22	14:19
Bagendekollision sket i spor…	2	2 (3+1 sporkonfig.)	3	1
Antal farbare spor	1	1	1	1
Varighed fra kollision ind-træffer til alle spor igen er åbne (minutter)	30	140	37	56
Tavler (VMS, fast)	Fast	VMS	Fast (rampetra-fikanter) / VMS (i port)	VMS
Varsling på info-tavle *	Rejsetid (ej varsling)	”Kø” / rejsetid / ”Holdende bil 200m i højre spor” / ”Højre spor spærret”	”Ulykke <31a>”	Rejsetid / ”Ulykke højre spor”
Afstand fra lokalitet til 1. detektorsnit opstrøms (m)	1150	200	80	300
Hastighedsbegrænsning under spærring (km/t)	80	50 / 40	80 (fast) 50/80 (VMS)	80 / 50 / 40
Gennemsnitshastighed under spærring (km/t)	9	30	42	10-20 km/t (kl. 14:19-14:45)
Flow forbi uheld	Ca. 85 ktj/5 min.	135 ktj/5 min	125 ktj/5 min.	100 ktj/5 min.
Kø opstrøms uheld (km)	5,5+	3-5	8-9	5,7+

Tabel 17*. Beskrivende parametre fra cases med bagendekollision sket på hver af de fire anlægsstrækninger. Bemærk, at bagendekollisionen sket på M10 er på Etape 2 med faste tavler. *M40 info-tavle er placeret udenfor anlægsstrækningen.*

Tre af de fire bagendekollisioner (M60, M10, M14) sker på en hverdag i - eller tæt på - eftermiddagsmyldretiden. Uheldet på M40 sker søndag formiddag.

De trafikale effekter som følge af bagendekollisionerne er ret forskellige. Det skyldes bl.a., at perioden med lukkede spor varierer fra ½ til 2 timer. Der er stor forskel på, hvor hurtigt beredskabet kommer og oprydning er færdig. De observerede kølængder varierer ligeledes og er i relation til alle fire bagendekollisioner flere kilometer. Det observerede flow forbi uheldet ligger mellem 85-135 ktj/5 min. Smalt tværprofil og ingen sidebredde har formentlig betydning for et lavt målt flow forbi uheldet på M40 (kun ca. 85 ktj/5 min).

8.5 Resultater fra et par øvrige cases

8.5.1 Trafikal effekt af ITS nedbrud

Grundet et fiberbrud var ITS systemet på M10 helt eller delvist nede d. 9. oktober 2013, mellem kl. 10:23 og kl. 23:00.

Alle tavler på den nordlige delstrækning mellem frakørsel <29> Greve S og <30> Solrød N var blanke mellem kl. ca. 10:23 og kl. 11:50. Mellem kl. ca. 11:50 og kl. 23:00 blev alle hastighedstavler manuelt sat til fast 80 km/t.

På den sydlige delstrækning mellem frakørsel <30> Solrød N og <31> Solrød S fungerede ITS systemet uden problemer hele dagen.

Hvorvidt detektorer på strækningen har været aktive og kunnet levere data til ITS systemet er usikkert. Det er derfor usikkert, hvorvidt systemet har kunnet registrere trafiksituationen, og kunne reagere på langsom trafik, kø og lignende.

I casen er den trafikale effekt af nedbruddet forsøgt belyst. Overordnet viser resultaterne, at:

- Ved blanke tavler øges hastigheden på den delstrækning, som udgør overgangen (porten) til anlægsstrækningen, med op til 7 km/t. På selve anlægstrækningen ses kun mindre hastighedsændringer ved blanke tavler (1-2 km/t)

- Trafikafviklingen i en situation med alle C55 tavlesnit manuelt sat til 80 km/t sammenholdt med en situation med variable C55 tavler viser ingen tydelig forskel i hverken speed-flow relation eller maksimalt observeret flow.

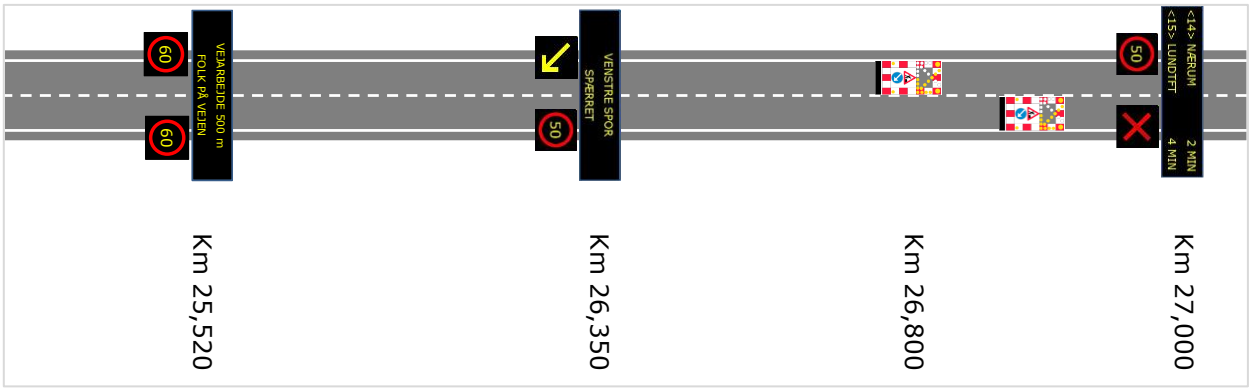
8.5.2 Brug af ITS ved sporbortfald

I tilknytning til udvidelsesstrækningen på M14 er de trafikale effekter og trafikanternes adfærd i forbindelse med et planlagt sporbortfald i sydgående køreretning,

km 26/0800 undersøgt. Sporbortfaldet blev etableret i tilknytning til et broarbejde lørdag d. 5. april 2014 i tidsrummet mellem kl. 09:40 og 14:20.

I Figur 57 ses en principskitse af afmærkningen ved det etablerede sporbortfald.

Der er set nærmere på hastighed, afmærkning, trafikantadfærd, køvarsling og hastighedsstyring i snittene op til sporbortfaldet.



***Figur 57**. Principskitse af afmærkningen i forbindelse med sporbortfaldet.*

I snit 24/0950, knap 600 meter opstrøms den første informationstavle, der er relateret til afmærkningen for sporbortfaldet, advares om kø på informationstavlen. Hastighedsbegrænsningen varierer mellem 50, 60 og 70 km/t, men uagtet denne er trafikanternes hastighedsniveau tæt på 80 km/t i det meste af perioden med sporbortfald. Trafikanternes efterlevelse af C55 visningen i snit 24/0950 er således ringe.

I snit 25,0520 advares om vejarbejde og folk på vejen 500 m længere fremme og hastighedsbegrænsningen er 60 km/t. Gennemsnitshastigheden i venstre og højre spor er hhv. 52 km/t og 50 km/t, og andelen af køretøjer fordeler sig ligeligt mellem sporene.

I snit 26,0350 (ca. 800 m længere fremme) informeres om spærring af venstre spor. Afstanden fra km 26,0350 til spærringen med tavlevogn er 450 m. VMS tavlen over venstre spor angiver en gul blinkende vognbanepil, VMS tavlen over højre spor viser 50 km/t. Hastighedsniveauet i dette snit måles til hhv. 21 km/t i venstre spor og 14 km/t i højre spor. 65% af trafikanterne har placeret sig i højre spor. En stor del af trafikanterne har altså allerede skiftet kørespor 450 meter før selve spærringen.

Analyse af trafikanternes adfærd viser da også, at trafikanternes tolkning af vognbanetavlen er meget forskellig, og at hovedparten af trafikanterne fletter tidligt. Ind i mellem opstår situationer med mere eller mindre aggressiv adfærd, hvor trafikanter, der har foretaget tidlig fletning (eller allerede befandt sig i højre spor), placerer sig således, at de "spærrer" for kørsel i venstre spor (Figur 58).

Den tidlige fletning resulterer i, at mange trafikanter omkring 0,5 km opstrøms spærringen af venstre spor befinder sig i højre spor. Dette medfører, at gennemsnitshastigheden reduceres, rejsetiden øges, og der opnås et mindre homogent flow.

***Figur 58**. M14. Venstre foto: Indledningsvis er der kø i begge spor. Højre foto: 1,5 minut senere er der kun kø i højre spor, pga. trafikanter der "spærrer" for kørsel i venstre spor.*

Afmærkning i forbindelse med sporbortfald anbefales ændret, således at trafikanterne foretager sen fletning efter lynlåsprincippet. På den måde bliver trafikken afviklet mere homogent og med færre adfærdsmæssige konflikter.

En afmærkningsløsning til sporbortfald hvor der alene anvendes løbelys og nedskiltet hastighed - i stedet for tavlevogn og infotavler, der viser "Hold vognbane" - er afprøvet på M14. Løsningen synes at fungerer bedre med langt færre trafikale konflikter, mere homogen afvikling samt marginalt højere kapacitet.

8.6 Opsamling - ITS og anlægsarbejdet

Effekten af de dynamiske hastighedstavler på trafikanternes hastighedsadfærd synes meget varierende. Umiddelbart tyder det på, at trafikanterne primært vælger hastighed efter trafiksituationen, og i mindre grad efterlever tavlevisningerne. I perioder med tæt trafik er der en generel efterlevelse af den angivne hastighedsbegrænsning, men opstrøms en eventuel kø, eller når en kø opløses og trafiktætheden mindskes, er efterlevelsen af hastighedsbegrænsningen ringe.

Selvom tavlevisningerne kun til dels slår igennem på bilisternes hastighedsadfærd, er det muligt, at bilisternes trafikale opmærksomhed øges i forbindelse med en nedskiltning af hastighedsbegrænsningen.

Det bør bemærkes, at ITS systemernes algoritme til visning af dynamiske hastigheder er baseret på trafikanternes valg af hastighed. Således omsættes den målte hastighed i et snit til en tavlevisning. For C55 tavler med hastighedsspring på 10 km/t nedskiltes

en tavle fra 60 km/t til 50 km/t, når trafikanternes målte hastighed er mindre end 55 km/t. Omvendt skiltes op fra 50 km/t til 60 km/t, når trafikanternes målte hastighed i et snit er højere end 55 km/t. Det betyder, at selve trafikstyringen reelt er begrænset, idet det er trafikanterne, der styrer C55 tavlerne og ikke omvendt. Dette gælder dog ikke i situationer med kø/køvarsel, hvor tavlesnit opstrøms køen nedskiltes uanset trafikanternes hastighed.

I Kapitel 15 Trafikledelse og trafikantinformation beskrives yderligere erfaringer med de anvendte ITS-systemer.

DEL 2 SÆRSKILTE ANALYSER

I relation til de fire evalueringsprojekter er der udarbejdet en række særskilte undersøgelser. Nogle af undersøgelserne omfatter analyse af tiltag gennemført på ét af de fire evalueringsprojekter, mens andre analyser omfatter analyse af forhold relateret til flere af evalueringsprojekterne (tværgående analyser).

Del 2 indeholder et kortfattet resumé af alle særskilte analyser.

Analyserne er grupperet indenfor de fire overskrifter:

- Afmærkning og adfærd (Kapitel 9)
- Sporbortfald, sportilføjelse og adfærd (Kapitel 10)
- Hastighedsdæmpende tiltag (Kapitel 11)
- Øvrige analyser (Kapitel 12)

9 Afmærkning og adfærd

Kapitel 9 indeholder resumé af særskilte analyser vedrørende forskellige, alternative og midlertidige former for vejafmærkning og skiltning, og den heraf følgende trafikantadfærd.

9.1 Sideværtsplacering – 1 (M60)

I tilknytning til anlægsarbejdet på M60 blev der udarbejdet en simpel undersøgelse af bilisters sideværtsplacering i relation til to forskellige tværprofiler, som blev benyttet mellem Skærup og Vejle. På begge delstrækninger var hastighedsbegrænsningen 80 km/t.

- Midterafmærkning bestående af en 10 cm høj gul bjælke med påmonterede plastikfaner for hver 20 m. Den samlede bredde af afmærkningen med den gule svelle, inkl. hvidprofileret kantstriber, er 85 cm. I analyseretningen er sporbredden 225 cm nærmest den gule svelle. Sporbredden i nabosporet er 285 cm (Figur 59).

- Midterafmærkning bestående af en 40 cm bred hvid stribe med plastikfaner for hver ca. 20 m. I analyseretningen er sporbredden 290 cm nærmest fanerne. Sporbredden i nabosporet er 300 cm (Figur 59).

***Figur 59**. Midterafmærkning på M60. Foto til venstre: gul bjælke, foto til højre: 40 cm bred stribe.*

I undersøgelsen er der lavet en simpel opgørelse af, hvor mange bilister - i sporet tættest på midterafmærkningen - der kører nærmere end 30 cm i forhold til afmærkningen.

Resultaterne peger på, at der på strækningen med den gule svelle, er en større andel af køretøjer, der kører indenfor en afstand af 30 cm til midterafmærkningen, sammenholdt med strækningen med den 40 cm brede hvide stribe. Det skal bemærkes, at de to undersøgte strækninger er forskellige mht.: sporbredder (225 cm og 290 cm), sporbenyttelse (lille/stor andel), det målte hastighedsniveau samt tværprofilet i sig selv, hvilket vanskeliggør en generel sammenligning af de to midterafmærkninger.

(Sideværtsplacering i forhold til midterafmærkning. Resultater fra M60. Trafitec, oktober 2012)

9.2 Sideværtsplacering – 2 (M40 & M60)

I forbindelse med anlægsarbejdet på M40 og M60 er trafikanternes sideværtsplacering undersøgt i en situation, hvor trafikken afvikles i en 4+0 sporkonfiguration (Figur 60). Strækningerne har således sammenlignelig sporkonfiguration, men adskiller sig ved, at M40 har smallere kørespor end M60, og at midteradskillelsen er bredere på M40, hvor der benyttes en gul midteradskillelse (gul bjælke).

Figur 60. *4+0 sporkonfiguration på hhv. M40 (venstre foto), og M60 (højre foto).*

Analysen viser bl.a., at:

- Trafikanter i venstre spor placerer sig længere fra delelinjen og tættere på midteradskillelsen på M40 end på M60.
- Person- og varebiler i højre spor holder i gennemsnit samme afstand til højre kantlinje på M40 og M60.
- At der er to køretøjer ved siden af hinanden påvirker i højere grad den overhalendes sideværtsplacering end den, der bliver overhalet. De overhalende i

venstre kørespor på begge strækninger placerer sig længere til venstre i køresporet (væk fra delelinjen) end de, der ikke er i færd med at overhale. I gennemsnit er det 11-13 cm ved smalle køretøjer i højre spor og 25 cm ved brede køretøjer.

- Trods smallere kørespor holder trafikanterne på M40 en større sideværtsafstand til hinanden i forbindelse med overhaling. I gennemsnit er afstanden 7-9 cm større på M40 end på M60.

At trafikanterne i venstre spor på M40 placerer sig længere til venstre i køresporet end trafikanter på M60, kan delvist forklares med, at trafikanterne i højre spor kører tættere på delelinjen på M40 end på M60, ligesom køresporene er smallere.

Der er dog også en større sideværtsafstand mellem køretøjer under overhaling på M40 end på M60. Større afstand til modkørende trafik på M40 pga. bredere midteradskillelse eller større tryghed blandt trafikanterne ved udformning af midteradskillelsen på M40 (med gul bjælke) kan muligvis være med til at forklare dette.

(Sideværtsplacering på M40 og M60. Trafitec, februar 2014)

9.3 Arbejdsudkørsel fra midt (M10)

Ved arbejdsudkørsel fra midterrabat skal Vejdirektoratets Trafikant Informations Center (T.I.C.) kontaktes, og hastighedsgrænsen nedskiltes til 50 km/t ved brug af det etablerede ITS-system. I tilknytning til anlægsstrækningen på M10 er der gennemført to analyser af arbejdsudkørsel fra midterrabatten (januar 2015 og august 2016). I analyserne ses nærmere på, hvordan udkørslerne sker, på hvilken måde ITS systemet bruges, hvordan trafikanternes adfærd ved udkørsel er, og eventuelle problemer i forbindelse med udkørslerne.

I analysen fra august 2016 er arbejdsudkørslen etableret i km 35,4, hvor der er 3 spor og 80 km/t hastighedsbegrænsning (skiltet med faste tavler). 200 m opstrøms udkørslen (km 35,2) findes et tavlesnit med elektronisk C55 visning. I forbindelse med en arbejdsudkørsel kan T.I.C. tænde den elektroniske tavle, som viser 50 km/t med undertavlen ”Arbejdskørsel”. C55 tavlen er kun aktiveret, når der skiltes ned. I perioder hvor tavlen er blank, er hastighedsbegrænsningen således 80 km/t.

Cirka 80 m nedstrøms C55 tavlesnittet, dvs. cirka midt mellem C55 tavler og arbejdsudkørsel, findes detektorsnit til radarmåling af sporbenyttelse og hastighed.

Figur 61. *Arbejdsudkørsel fra midt på M10, km 35,4. Nedskiltning af hastighedsbegrænsning med undertavle der forklarer årsag til nedskiltning.*

Undersøgelsen baserer sig på radardata fra detektorsnit, videodata fra kameraer samt tavle logdata fra fem hverdage i maj måned 2016. Videooptagelserne er gennemgået, og for alle udkørsler fra midterrabat er følgende registreret:

- Type af køretøj ved udkørsel
- Brug af nedskiltning til 50 km/t ved udkørsel (ja/nej)
- Gul blink på køretøj ved udkørsel
- Varighed af nedskiltning
- Adfærd ved udkørsel - arbejdskøretøj (flyvende/stop ved udkørsel /andet), motorvejstrafikanter (nedbremsninger/vognbaneskift /andet)
- Evt. konflikter ved udkørsel

Resultaterne (august 2016) viser, at:

Blandt 154 arbejdsudkørsler bliver der i 98 tilfælde, svarende til 64%, nedskiltet til 50 km/t i forbindelse med udkørslen. Uanset om hastighedsbegrænsningen nedskiltes eller ej, er der ikke registreret alvorlige konflikter eller uheld i forbindelse med udkørslerne.

Udkørsler i situationer med tynd trafik giver sjældent anledning til problemer (uanset nedskiltning eller ej), mens situationer med tæt trafik (i alle spor) giver mange nedbremsninger, trængsel og lav hastighed.

Trafikanternes gennemsnitshastighed i perioder uden nedskiltning er målt til 64-80 km/t (afhængig af tidspunkt på dagen). I perioder med nedskiltning til 50 km/t er hastigheden målt til 55-64 km/t. Reduktionen ved nedskiltning er således 8-17

km/t (afhængig af tidspunkt på dagen). 85% fraktilen reduceres lidt mere. Hastighedsreduktionen ved nedskiltning er størst i de trafiksvage perioder, mens hastigheden generelt er lavest i myldretiden.

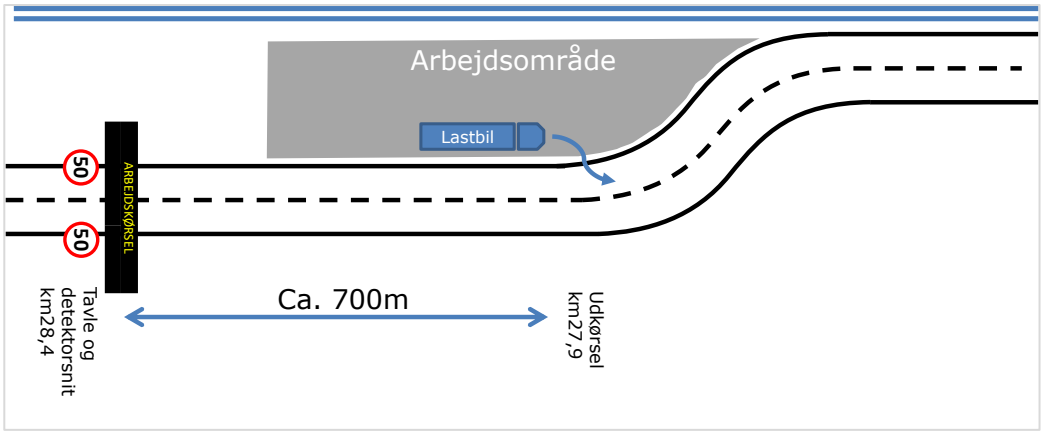
Kombinationen af brug af undertavle, der forklarer årsagen til nedskiltning, samt at tavlen er blank, når den ikke bruges (dvs. kun tændt ved nedskiltning), vurderes at forbedre effekten af brug af variable tavler til nedskiltning. Det tyder resultater fra tilfredshedsundersøgelserne M10 2015 og 2016 tillige på (se evt. p. 80).

(M10 – Evaluering af arbejdsudkørsel fra midterrabat, Trafitec, januar 2015; M10 – Arbejdsudkørsel fra midt. Ny undersøgelse af arbejdsudkørsel fra midterrabat, Trafitec, august 2016)

9.4 Arbejdsudkørsel fra midt (M14)

I tilknytning til anlægsarbejdet på M14 er der udarbejdet en case, der beskriver hastighedsadfærden i forbindelse med arbejdsudkørsel fra midterrabat. I casen belyses effekten på trafikanternes hastighed ved nedskiltning til 50 km/t i kombination med teksten "Arbejdskørsel" på info-tavle. Casen er baseret på tre konkrete arbejdsudkørselssituationer den 3. maj 2013.

Figur ***62*** viser en skitse af lokaliteten. Det anvendte tavlesnit ligger i km 28,400, og selve arbejdsområdet er placeret ca. 700 m længere nedstrøms i km 27,900. De analyserede hastighedsdata er indhentet fra samme snit som tavlerne (km 28,400).



Figur 62. *Skitse af lokalitet med arbejdsområde.*

Ændringerne i hastighedsadfærd er opsummeret i Tabel 18, hvor tavlevisning, den gennemsnitlige hastighed, 85% fraktil samt spredning i en periode umiddelbart før nedskiltningen, samt i perioden under nedskiltningen, er vist.

	Tavlevisning	Udkørsel fra midterrabat Situation 1	Udkørsel fra midterrabat Situation 2	Udkørsel fra midterrabat Situation 3
Gns. hastighed (km/t)	80 / Rejsetid	86	87	87
	50 / Arbejdskørsel	86	80	74
	Effekt	0	-7	-13
85% fraktil (km/t)	80 / Rejsetid	95	95	95
	50 / Arbejdskørsel	97	94	87
	Effekt	+2	-1	-8
Spredning (km/t)	80 / Rejsetid	9	8	8
	50 / Arbejdskørsel	11	11	10
	Effekt	+2	+3	+2

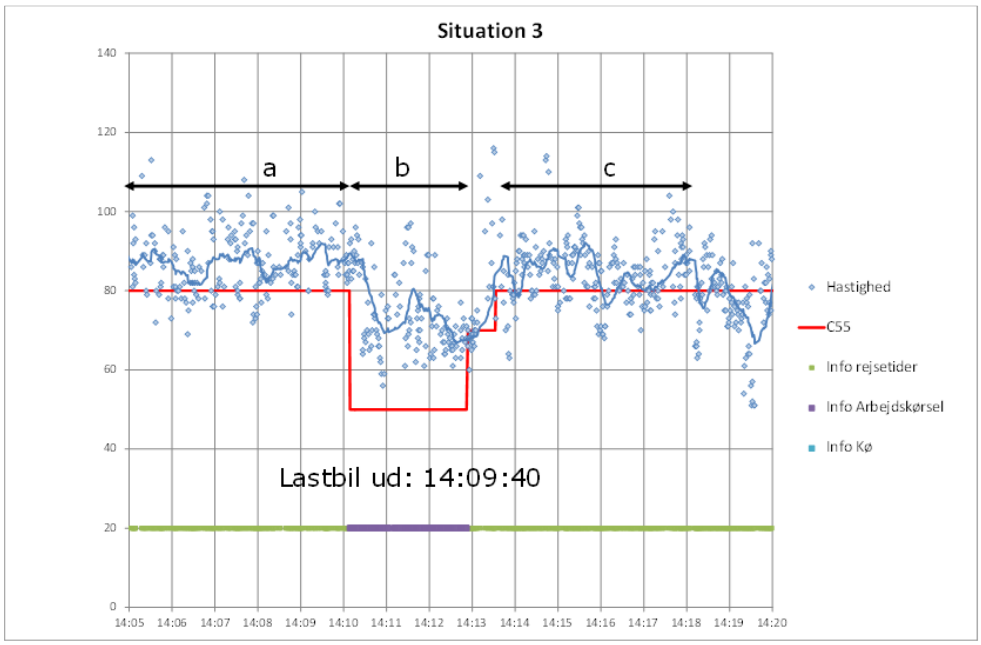
Tabel 18. *Samlet effekt på hastighedsadfærd ved nedskiltning.*

De fundne effekter varierer fra situation til situation. Gennemsnitshastigheden reduceres med 0-13 km/t, fra et niveau på ca. 87 km/t til et niveau på 74-86 km/t afhængig af situationen.

85% fraktilen ændres fra +2 km/t (lille stigning) til fald på -8 km/t. I alle tre situationer stiger hastighedsspredningen.

Andelen af køretøjer der overskrider den skiltede hastighedsgrænse på 50 km/t er i alle tre situationer på 100%!

Figur 63 illustrerer hastighedsdata og tavlelog-data fra Situation 3.



Figur 63. *Hastighedsdata og data fra tavlelog fra Situation 3. X-aksen viser tiden (kl.), Hver blå prik i diagrammet er ét køretøj. Y-aksen er hastighedsniveauet for de enkelte køretøjer(km/t).*

I perioderne a og c er hastighedsbegrænsningen 80 km/t og info-tavle viser rejsetid. I periode b er hastighedsbegrænsningen 80 km/t og info-tavle viser "Arbejdskørsel". Situation 3 er den af de tre situationer, hvor trafikken er mest tæt med en lille andel af frit-kørende køretøjer. Således forstærkes effekten af den ændrede tavlevisning af, at der i perioden med nedskiltning opstår tæt trafik, som ankommer i klumper. Idet en stor andel af trafikanterne kører tæt på hinanden, reduceres hastigheden markant, når blot én trafikant sænker farten.

Selvom resultaterne viser, at nedskiltning giver varierende effekt mht. hastighedsadfærden, kan det ikke afvises, at trafikanterne generelt bliver mere opmærksomme som følge af tavlevisningen.

I casen konkluderes det bl.a., at følgende forhold kan forbedres:

- Kommunikation mellem T.I.C. og chaufførerer af arbejdskøretøjer
- Valg af korrekt udkørsel fra arbejdsområde
- T.I.C.'s håndtering af infotavler
- Bedre efterlevelse af hastighedstavler blandt trafikanter på motorvejen

(M14 Hændelser og udvalgte cases. Beskrivelse af hændelser og udvalgte cases under anlægsarbejdet, Trafitec, marts 2016)

9.5 Midlertidig afmærkning ved slidlag (M10 & M40)

9.5.1 Vognbaneafmærkning med smalle hvide støttelinjer (M10)

I forbindelse med udlægningen af nyt slidlag på M10, den nordlige del af Køge Bugt Motorvejen, blev der etableret en midlertidig vognbaneafmærkning til markering af de fire kørespor i nordgående køreretning. Den midlertidige afmærkning blev etableret umiddelbart efter slidlagsarbejdet, og bestod af meget smalle hvide støttelinjer - der visuelt ligner kridtstreger.

Den midlertidige løsning skulle fungere som alternativ til den "sorte asfalt", uden afmærkning, der normalt anvendes. Med den midlertidige afmærkning fik trafikanterne information om det reelle antal kørespor på strækningen i perioden indtil den endelige afmærkning skulle etableres.

Den midlertidige afmærkning blev analyseret i forhold til trafikanternes adfærd, herunder hvordan trafikanterne organiserede sig på vejen, om afmærkningen gav anledning til konflikter mv. Desuden blev det undersøgt, om der var forskel på trafikanternes adfærd i og udenfor myldretiden og i regn- hhv. tørvejr.

Resultaterne viser, at adfærdsmønstret i tørt vejr og i regnvejr er meget lig hinanden. I perioder med lav trafikintensitet benytter trafikanterne oftest spor 1, spor 2

og evt. spor 3, og i takt med at trafikken stiger, ses en øget brug af alle fire spor samtidigt.

Der er generelt ikke observeret situationer, der tyder på, at trafikanterne pga. den midlertidige vognbanemarkering har problemer med at placere sig hensigtsmæssigt i de fire spor. Således er der heller ikke registreret nogen konfliktende situationer mellem flere trafikanter.

Der er kun set på trafikantadfærden i dagslys, og det er derfor ikke muligt at vurderer, om og i hvilket omfang trafikantadfærden er anderledes i mørke.

Sammen med trafikanternes vurdering af afmærkningen mht. funktion og tryghed, viser analysen samlet set, at trafikanterne forstår afmærkningen (p. 86). Endvidere, at afmærkningen kan ses – men muligvis mindre godt i regnvejr. Der er dog ikke noget der tyder på, at der opstår flere uhensigtsmæssige situationer i regnvejr set i forhold til tørvejr. Måske køres der mere forsigtigt, når det regner, og når afmærkningen er svær at se.

Resultaterne bør holdes op i mod trafikantadfærden på "sort asfalt", hvor der ingen afmærkning er på kørebanen, og hvor trafikanterne således skal være endnu mere opmærksomme på, hvor på kørebanearealet de befinder sig.

(M10 - Midlertidig vognbaneafmærkning, Trafitec, marts 2016)

9.5.2 Pile på kørebanen (M40)

I forbindelse med udlægningen af slidlag på M40 blev der etableret en midlertidig vognbaneafmærkning til markering af de tre kørespor i østgående køreretning.

Den midlertidige afmærkning bestod af pil sæt på den sorte asfalt, bestående af i alt tre pile - én pil til markering for hvert af de tre kørespor.

Formålet med de midlertidige afmærkninger var at undersøge, hvordan trafikanterne placerede sig på vejen, når der ingen anden afmærkning var end pile til markering af de tre kørespor. Undersøgelsen var en videobaseret adfærdsundersøgelse, hvor man ved brug af drone lavede videooptagelser af strækningen i en højde af 60 m.

Det blev testet to typer af afmærkning:

Test 1: To sæt pile (3-pile – én pil for hvert kørespor). De to pilsæt blev etableret med ca. 500 meters afstand.

Test 2: Ét sæt pile (3-pile – én pil for hvert kørespor). Pilesættet blev suppleret med ét sæt E16 tavler (én tavle i hver vejside), der med pile viser, at der er tre kørespor fremadrettet, og en undertavle med teksten "Kør i 3 rækker, 0-2 km". E16

tavlerne blev placeret 250 m nedstrøms pilsættet. Efter planen skulle der være etableret yderligere ét pil sæt (500 m nedstrøms det første), men det skete ikke grundet vejrliget.

Figur 64. *Test 2, juni 2015. Pil sæt (rød pil) og E16 tavler (blå pil).*

Resultaterne viser, at adfærdsmønstret i de to test er meget lig hinanden. I perioder med lav trafikbelastning benytter trafikanterne oftest spor 1 og spor 2 (højre og midt), og i takt med at trafikken stiger, stiger benyttelsen af alle tre spor samtidigt. Der er ikke observeret situationer, der tyder på, at trafikanterne, pga. den manglende vognbanemarkering, har problemer med at placere sig hensigtsmæssigt i de tre spor. Der er heller ikke umiddelbart noget, der indikerer, at opsætningen af E16 tavlerne i Test 2 resulterer i en ændret adfærd i forhold til Test 1.

En vigtig observation er, at det pga. en mindre farveforskel i belægningen faktisk er muligt at se antydningen af de tre kørebaner, når man kører på strækningen i dagslys. Dette gælder begge tests. Der er kun set på trafikantadfærd i dagslys, og testen kan derfor ikke sige noget om, hvorvidt trafikantadfærden er anderledes i mørke.

(Forsøg med afmærkning under slidlagsarbejde. Test af pilafmærkning på M40, Trafitec, juli 2015)

9.6 Spærrelinjer (M10)

I juli 2016 blev der forsøgsvis etableret spærrelinjer i stedet for vognbanelinjer på M10, nordgående, på strækningen mellem km 33,1 og 34,1 (**Figur 65**). Formålet var at undersøge, hvorvidt trafikanterne respekterer afmærkningen.

***Figur 65**. Spærrelinjer mellem kørespor på M10, nordgående.*

I en mindre analyse er trafikanternes adfærd via videokameraer på strækningen registreret på dele af den 1 km lange strækning én morgen i august, kort efter at linjerne blev etableret, og én morgen i september 2016 efter at linjerne havde ligget der i knap 2 måneder.

Resultaterne viser, at der i morgenmyldretiden mellem kl. 07-09 blev registreret mere end én krydsning af spærrelinjerne pr. minut (4. august 2016). I september måned, ca. 2 måneder efter etableringen, blev der hvert minut registreret godt 0,6 krydsninger af en spærrelinje (14. september 2016). I september var trafikintensiteten på forsøgsstrækningen højere end i august. Generelt blev der observeret færre krydsninger, jo tættere trafikken var *(Forsøg med spærrelinjer på M10. Trafitec, 22. sep. 2016).*

Én af årsagerne til at trafikanterne overskrider linjerne, kan være, at frakørselsrampe <31a> Solrød S er beliggende umiddelbart efter spærrelinjernes ophør. Da der opstrøms forsøgsstrækningen ikke var oplysning om spærrelinjestrækningens længde, kunne man som rampetrafikant blive i tvivl om muligheden for at kunne nå at skifte vognbane inden frakørselsrampen. Problemet viste sig da også, at være større i august set i forhold til september, hvor trafikanterne sandsynligvis havde vænnet sig til afmærkningen, og viste hvornår spærrelinjerne ophørte.

Som supplement til analysen blev trafikanterne i trafikanttilfredshedsundersøgelsen 2016 bedt om at svare på, dels hvor vidt de havde bemærket spærrelinjerne mellem køresporene, dels hvorvidt det var tilladt at skifte vognbane på strækningen.

89% af undersøgelsens respondenter havde bemærket spærrelinjerne mellem køresporene, og 93% af disse respondenter, svarede korrekt, at det ikke er tilladt at

skifte vognbane på strækningen. Blandt de respondenter der ikke havde bemærket afmærkningen, svarer 80% korrekt, at det ikke er tilladt at skifte vognbane.

Mens trafikanternes svar i tilfredshedsundersøgelsen viser, at trafikanterne er klar over linjernes betydning, peger adfærdsanalysen på, at trafikanterne uanfægtet overskrider linjerne. Respondenternes kommentarer til afmærkningen peger da også på, at vognbaneskift - på trods af påbuddet – er et aktivt valg fra trafikanternes side. Endvidere, at skiltning forud for afmærkningen formentlig kunne have reduceret antallet af vognbaneskift.

9.7 Smalle spor – 110 km/t (M10)

I perioden fra november 2016 og frem til maj 2017, hvor slidlagsarbejdet påbegyndes, blev trafikken på Etape 2 afviklet i 8 smalle spor (3,00m / 2,75m / 2,65m / 2,50m) og med en hastighedsbegrænsning på 110 km/t. Hastigheder, sporbenyttelse, uheld og hændelser på Etape 2 i perioden med de 8 smalle spor er vurderet og sammenholdt med den tilstødende Etape 1, som er færdigbygget med 8 spor med almindelig sporbredde (3,75m/ 3,50m / 3,50m / 3,50m) og hastighedsbegrænsning på 110 km/t.

På Etape 2 findes der nødspor og en meget bred indre kantbane. Så selv om sporbredden på Etape 2 er reduceret er det samlede tværprofil sammenlignelig med Etape 1 med almindelig sporbredde (Figur 66).

Hastigheden på Etape 1 (alm. sporbredde) er generelt lidt højere sammenlignet med hastigheden på Etape 2 (smalle spor). Det gælder især spor 4 (venstre spor), hvor hastighedsforskellen er 12 km/t. I spor 1 (højre spor) er forskellen kun 3 km/t. For spor 1 på Etape 1 (alm. sporbredde) har hastighedsfordelingen to toppe; ved 85-89 km/t (tunge køretøjer) og ved 105-109 km/t. Trafikken i højre spor på Etape 1 er således sammensat af køretøjer med noget forskellig hastighed. Tilsvarende fænomen ses ikke så tydeligt på Etape 2 (smalle spor), hvilket tyder på, at sporbenyttelsen påvirkes af de smalle spor.

Ved lav trafikintensitet (500-1000 pe/t) kører hovedparten (55%) i spor 1 og næsten ingen i spor 4. Fordelingen er næsten ens for Etape 1 og Etape 2. Når trafikbelastningen øges ses en højere andel personbilsenheder i spor 2, 3 og især 4 for Etape 1 sammenholdt med Etape 2. De smalle spor på Etape 2 giver således en lavere sporbenyttelse i spor 4 og en højere sporbenyttelse i spor 1.

På Etape 1 og Etape 2 er der samlet registreret 33 uheld i perioden fra november 2016 til uheldsudtrækket i marts 2017: 1 personskadeuheld, 3 materielskadeuheld og 29 ekstrauheld. 25 af de 33 uheld er registreret på Etape 1 (alm. sporbredde). Uheldene er nogenlunde ligeligt fordelt på retning. Etape 1 (8,5 km; alm. sporbredde) er ½ gang længere end Etape 2 (5,6 km; smalle spor) og præget af

kø/trængsel i morgenmyldretiden, hvilket måske kan forklare forskellen. Langt hovedparten af uheldene er eneuheld og bagendekollisioner.

***Figur 66**. Øverst**:** Etape 1 (alm. sporbredde)**.** Nederst: Etape 2 (smalle spor).*

Ifølge T.I.C.'s hændelsesregistrering er tabt gods den hyppigste hændelse efterfulgt af uheld og havarerede køretøjer. Set i forhold til trafikmængden på de to etaper er antal hændelser med uheld og havarerede køretøjer en anelse højere for Etape 2 (smalle spor), men forskellen er lille.

Ovenstående resultater, vedrørende hastighedsniveau og sporbenyttelse ved forskellig trafikbelastning i tilknytning til smalle spor på Etape 2, er ensartet med resultaterne fra en tilsvarende analyse af smalle spor på Etape 1, baseret på et mindre datagrundlag.

(M10 - Smalle spor med 110 km/t. Hastighed, sporbenyttelse, uheld og hændelser sammenholdt med alm. sporbredde, Trafitec 2017 samt *M10 Hastighed og sporbenyttelse. Entreprise 1 og 2: 4 spor – hastighedsbegrænsning 110 km/t, Trafitec 2016)*

9.8 Brug af nødlomme (M40)

Under udvidelsesarbejdet på M40 blev der etableret nødlommer på anlægsstrækningen. Trafikanternes brug af nødlommer i 2013 er baseret på seks døgns videooptagelser fra kamera W26, placeret i km 196/0300, retning mod vest (*Figur 67*). Optagelserne dækker to nødlommer og blev foretaget i perioden fra mandag d. 29. april 2013 kl. 23:59 til søndag d. 5. maj 2013 kl. 23:59.

***Figur 67**. Videokamera W26, km 196/0300. Nødlommen til højre i billedet er for trafikanter i vestgående køreretning.*

I 6-døgns perioden blev der registreret i alt 15 hændelser, hvor én eller flere trafikanter har anvendt én af de to nødlommer:

I tilknytning til 12 af de 15 hændelser var det nødlommen i køreretning mod vest der blev anvendt. Alle 15 hændelser er i dagtimerne, og det er oftest personbiler der gør ophold i de to nødlommer.

13 af de 15 hændelser er ophold, der vurderes *ikke* at skyldes nød. Det er trafikanter der holder ind i nødlommen og under opholdet bliver siddende i køretøjet i op til 4½ minut, eller trafikanter der stiger ud/forlader køretøjet oftest for at tisse eller evt. kontrollere køretøjet. I ét tilfælde forlader trafikanten køretøjet og går over på rastepladsen, hvor han opholder sig i ca. 30 minutter. Desuden anvendes nødlommen som opholdsareal i forbindelse med kø.

2 af de 15 hændelser er i forbindelse med beredskabskørsel, mens nødlommen, i forbindelse med den sidste af de 15 hændelser, anvendes af vejpersonel.

Analysen viste sig at være overensstemmende med de professionelle brugeres vurdering af den generelle brug af nødlommerne på M40 – nemlig, at nødlommerne i

stort omfang bliver anvendt til formål, hvor rastepladserne burde være blevet anvendt i stedet (se kapitlet *Tilfredshed blandt professionelle brugere*, afsnittet *Afmærkning*).

(Brug af nødlommer på M40. Trafitec, november 2013)

10 Sporbortfald, sportilføjelse og adfærd

Kapitel 10 indeholder resumé af særskilte analyser, der vedrører sporbortfald, sportilføjelse og deraf følgende trafikantadfærd.

10.1 Sporbenyttelse og adfærd som følge af sporbortfald (M40)

På den Fynske Motorvej er der etableret sporbortfald i østgående køreretning, km 196,7 (3->2 spor). Sporbortfaldet sker fra venstre og er etableret i overgangen mellem den færdigudbyggede vestlige del af Fynske Motorvej og den øvrige del af Fynske Motorvej. Trafikanterne informeres om sporbortfaldet ved E16 tavler i begge vejsider 1000 m, 700 m og 200 m før sporbortfaldet samt ved sporbortfaldet, i snittet, hvor delelinjen mellem spor 3 og 2 ophører. Herefter indsnævres spor 3 vha. en spærreflade over en strækning på ca. 200 m. Hastighedsbegrænsningen på strækningen er 110 km/t og der er overhalingsforbud for tunge køretøjer i morgen- og eftermiddagsspidstimerne.

Trafikanternes adfærd og sporbenyttelse på strækningen op til sporbortfaldet er vurderet ud fra videooptagelser ad to omgange. I anden omgang blev den ovenfor beskrevne afmærkning (test 1) suppleret med tavlen ”Giv plads – Hold til højre” (test 2). Tavlen placeres i begge vejsider knap 2 km før sporbortfaldet.

Vedrørende sporbenyttelsen viser resultaterne, at:

- Andelen af trafikanter i spor 3 (venstre spor) falder, des tættere på sporbortfaldet man kommer.
- Jo lavere trafikintensitet, des tidligere frem mod sporbortfaldet fletter trafikanterne fra spor 3 ind i spor 2 (midterste spor).
- Sammenholdes resultatet af sporbenyttelsen for test 1 og test 2 ses, at andelen af køretøjer i spor 3 falder en anelse fra test 1 til test 2 i morgenperioden. Om eftermiddagen er faldet lidt større afhængig af målesnit. I spor 1 (højre spor) er andelen af køretøjer steget med 6% i målesnittet ved sporbortfaldet.
- Personbiler udgør en større andel af det samlede antal køretøjer i spor 1 under forholdene i test 2 set i forhold til test 1. Det gælder både morgen- og eftermiddag.
- Lidt mere end halvdelen af trafikanterne benytter det midterste spor frem mod sporbortfaldet – det gælder både med og uden tavlen ”Giv plads – Hold til højre”.

Trafikantadfærdsstudierne er baseret på videooptagelser fra kameraer på strækningen og fra drone. Sammenholdes trafikantadfærden under test 1 med adfærden under test 2, hvor der er suppleret med tavlen ”Giv plads – Hold til højre”, anes en tendens til en mere glidende trafikafvikling op til sporbortfaldet under test 2. Dette forhold kan dog også skyldes, at trafikanterne med tiden havde vænnet sig

til af færdes på stedet og havde "lært", hvordan man bedst placerer sig op til sporbortfaldet.

***Figur 68**. Venstre: Cirka 600 m opstrøms sporbortfald. Højre: del af strækningen med spærreflade nedstrøms sporbortfald.*

Foruden adfærden opstrøms sporbortfaldet blev adfærden nedstrøms sporbortfaldet registreret under test 1 (i alt 8 eftermiddagstimer). Cirka 2,5 gange i timen blev der observeret en situation, hvor en trafikant kørte på spærrefladen i det "tidligere" spor 3. Det var oftest situationer med sen indfletning, i andre tilfælde tydede det på, at trafikanten bevidst benyttede spærrefladen som overhalingsspor.

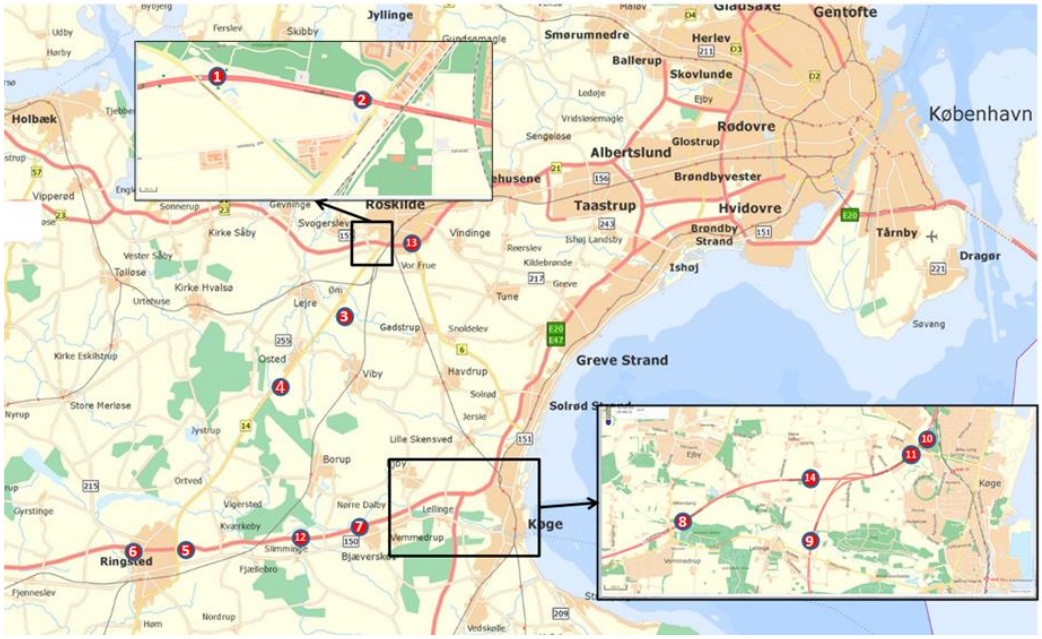
I august 2015 sker der en lille ophobning af uheld i forbindelse med sporbortfaldet i østgående køreretning. Der sker 5 uheld, alle 5 uheld er ekstrauheld sket i forbindelse med kø. 4 af uheldene er bagendekollisioner og sket i weekenden.

(M40 Sporbortfald og sportilføjelse - Sporbenyttelse og adfærd, Trafitec, april 2015; M40 Uheldsnøgletal, Trafitec, november 2015)

10.2 Alternativt rutevalg som følge af sporbortfald (M10/M20)

I april 2015 blev der i forbindelse med udbygningen af M10 etableret et midlertidigt sporbortfald på Vestmotorvejen, M20, i nordøstgående køreretning i km 39. I en analyse belyses omfanget af trafikanter, der vælger alternative ruter som følge af sporbortfaldet. Undersøgelsen er baseret på målinger af trafik i 14 målestationer i en periode før sporbortfaldet blev etableret sammenholdt med tre perioder efter etablering af sporbortfaldet (Figur 69). Efterperioden er opdelt i tre perioder for at se, om det nyetableret Københavnerspor (M10 nordgående) med hhv. ét og to spor har en påvirkning på trafikafviklingen.

Førperiode: 23. februar til 26. marts 2015
Efterperiode 1: 7. april til 21. maj 2015
Efterperiode 2: 26. maj til 18. juni 2015, ét Københavner spor (overledt)
Efterperiode 3: 22. juni til 25. juni 2015, to Københavner spor (overledt)



Figur 69. *Angivelse af målestationer på M20 og det alternative vejnet.*

I periode 1, hvor sporbortfaldet er etableret, stiger trafikken mellem Ringsted og Roskilde med ca. 7% (svarende til ca. 300 ktj) set i forhold til førperioden. Trafikken på M20 nordøstgående, efter Ringsted, falder med ca. 1% (svarende til ca. 100 ktj). Ved tilkørsel <33> Lellinge på Sydmotorvejen, M30, stiger trafikken med ca. 33% (svarende til ca. 650 ktj). Som alternativ til M20 vælger en del af trafikanterne således at køre nord over til Rute 21, mens andre trafikanter vælger at køre fra M20 syd over mod M30 og herfra videre nord på ad M10.

I periode 2, hvor der er etableret ét Københavnerspor på M10 nordgående, stiger trafikken mellem Ringsted-Roskilde med ca. 15% (svarende til ca. 700 ktj) set i forhold til førperioden. Trafikken på M20 østgående efter Ringsted falder med ca. 6% (svarende til ca. 400 ktj), mens trafikken ved tilkørsel <33> Lellinge på M30 falder med ca. 15% (svarende til ca. 250 ktj). Efter etablering af Københavnersporet er trafikmængden således steget på Rute 21, mens trafikken er faldet på M20. Det tyder på, at flere trafikanter køre nord over end under periode 1.

I periode 3, hvor der er etableret to Københavnerspor på M10 nordgående, stiger trafikken mellem Ringsted-Roskilde med ca. 10% (svarende til ca. 450 ktj) set i forhold til førperioden. Trafikken på M20 østgående efter Ringsted falder med ca. 3% (svarende til ca. 200 ktj), og trafikken på tilkørsel <33> Lellinge på M30 falder tillige med ca. 5% (ca. 100 ktj). I periode 3 tyder det på, at flere trafikanter vælger at blive på M20 samenholdt med både periode 1 og periode 2.

(Trafikflytning som følge af sporbortfald på M20, Trafitec, august 2015)

10.3 Kapacitet i forbindelse med kortvarende sporbortfald

Kortvarende sporbortfald dækker afspærringer af spor gældende i mindre end 72 timer. Kapaciteten af kortvarende driftsafspærringer på de fire anlægsstrækningerne er undersøgt med udgangspunkt i en række konkrete cases, se afsnittet om kortvarende afspærring s. 52.

10.4 Sportilføjelse (M40)

På M40 er der i vestgående køreretning ved frakørselsrampe <57> Nr. Åby etableret sportilføjelse fra højre (2->3 spor). I en analyse vurderes, hvorvidt lastbiler i det oprindelige højre spor fortsætter i spor 2 (midterste spor) efter sportilføjelsen, eller om de foretager vognbaneskift til spor 1, dvs. det "nye" højre spor.

Sporbenyttelsen, fordelt på tunge køretøjer og øvrige køretøjer, er registreret i ét snit umiddelbart efter sportilføjelsen i vestgående køreretning i en 30 minutters periode morgen og eftermiddag.

Figur 70. *Sportilføjelse på M40, km 195/0320, vestgående køreretning.*

Resultaterne viser, at:

- I tidsrummet mellem kl. 8-8:30 placerer 86% af i alt 122 tunge køretøjer sig i spor 1 (højre spor) umiddelbart efter sportilføjelsen.
- I tidsrummet mellem kl. 16-16:30 placerer 75% af i alt 145 tunge køretøjer sig i spor 1 umiddelbart efter sportilføjelsen. I samme tidsrum passerer tre særtransporter målesnittet i spor 1.

- Særtransporter vurderes at være årsag til, at flere tunge køretøjer, der kører opstrøms særtransporter, placerer sig i spor 2 (midterste spor) for at overhale særtransporter i spor 1.
- Der er ikke registreret nogen konfliktende situationer ved sportilføjelsen i de to observationsperioder.

(M40 Sporbortfald og sportilføjelse - Sporbenyttelse og adfærd, Trafitec, april 2015; M40 Uheldsnøgletal, Trafitec, november 2015)

11 Hastighedsdæmpende og opmærksomhedsskabende tiltag

På M40 og M10 har hastigheden igennem vejarbejdet været for høj i forhold til den skiltede hastighedsbegrænsning på 80 km/t. Vejdirektoratet har derfor afprøvet forskellige hastighedsdæmpende og opmærksomhedsskabende tiltag i forbindelse med anlægsarbejdet. På M40 drejer det sig om Sænk farten / Din fart tavle, fartkontrol, N42 pr. 10 m på den gule bjælke (i forhold til N42 pr. 30 m) samt rumlestriber i overgangen til anlægsstrækningen. Sidstnævnte blev tillige implementeret på M10.

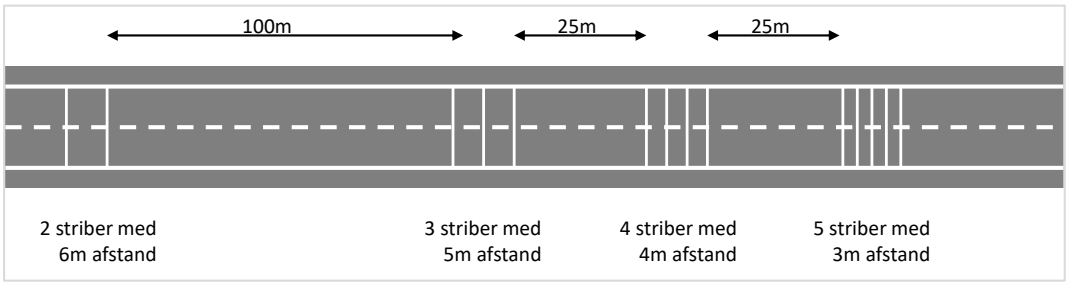
På M40 blev er der efter anlægsarbejdets afslutning etableret rumlestribefelter i forbindelse med det sporbortfald der er etableret i østgående køreretning i overgangen mellem den udvidede del af Fynske motorvej og den øvrige motorvejsstrækning.

Resultaterne af ovenfornævnte hastighedsdæmpende og opmærksomhedsskærpende tiltag beskrives i det følgende.

11.1 Rumlestriber og -felter (M40 & M10)

11.1.1 Rumlestriber (M40)

På M40 blev der i marts 2014 etableret rumlestriber, i østgående og vestgående retning, umiddelbart før man kører ind på strækningen med anlægsarbejde, dvs. i overgangen fra 110 km/t til 80 km/t hastighedsbegrænsning (Figur 71). Rumlestriberne var 5 mm høje og placeret i begge vognbaner. De første rumlestriber blev etableret ca. 250 m efter den første C55 tavle med 80 km/t.



Figur 71. *Anvendt rumlestribedesign på M40 i overgangen mellem 110 km/t og 80 km/t.*

Formålet var, at striberne skulle fungere som et "Wake up call" og give mere opmærksomhed, tydeliggøre overgangen fra motorvej til anlægsstrækning (og der-

med den nedskiltede hastighedsbegrænsning), reducere hastigheden ved og umiddelbart efter passage af striberne og dermed forbedre trafiksikkerheden og tryghe-den.

Medio april 2014 trådte en ny lovgivning vedrørende øget bødestørrelser ved overskridelse af hastighedsbegrænsningen ved vejarbejde i kraft. Effekten heraf ses fra omkring d. 7.-8. april, hvilket var omtrent sammenfaldende med etablering af rumlestriberne.

Der blev målt hastigheder i 3 målesnit opstrøms og i 2 målesnit nedstrøms rumlestriberne i én Før-periode og to Efter-perioder (Efter1, Efter2).
Efter1 er 1. uge efter etablering af rumlestriberne og før effekten af ændret lovgivning. Efter2 er 2. uge efter etablering og inkl. en evt. effekt af ændrede bødestørrelser.

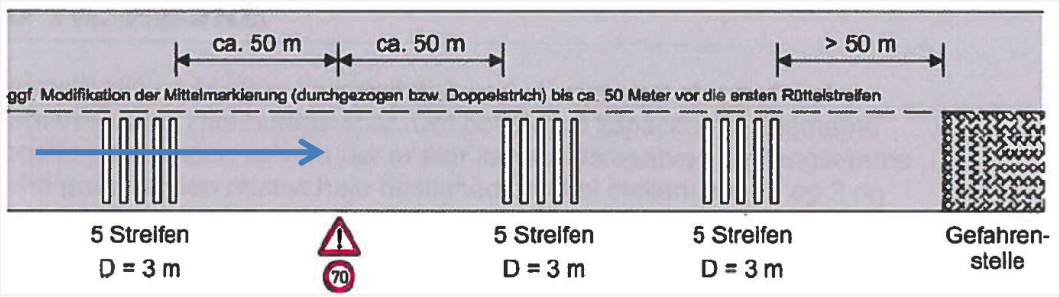
Resultater af hastighedsmålinger viser, at:

- Hastigheden er ca. 100 km/t i overgangsstrækningen og falder derefter gradvist mod 80 km/t inde på anlægsstrækningen.
- Ændringer i gennemsnitshastighed i alle målesnit fra Før til Efter etableringen af rumlestriber er små og ligger typisk på 0-3 km/t.
- Ses alene på effekten efter passage af rumlestriberne reduceres hastigheden med 2 km/t fra Før til Efter1 i snittet umiddelbart efter passage af det sidste sæt rumlestriber. Ca. 750 meter efter passagen af rumlestriberne er der ingen effekt.
- I perioden Efter2, hvor den ændrede lovgivning har en effekt, ses et lille fald i alle målesnit.
- Tilsvarende effekter findes, når der ses på 85% fraktilen.

(M40 - Hastighedsdæmpende tiltag. Effektevaluering. Trafitec, februar 2015)

11.1.2 Rumlestribefelter (M10)

På M10 blev der i august 2014 etableret rumlestriber på fire forskellige lokaliteter på anlægsstrækningen. På hver af de fire lokaliteter blev der etableret tre rumlestribefelter. Stribedesignet for hver lokalitet ses i Figur 72.



Figur 72. *Hastighedsdæmpende tiltag på M10 anlægsstrækning. Stribedesignet på hver lokalitet består af tre rumlestribefelter.*

På tre af de fire lokaliteter blev striberne alene lagt i venstre spor. På én lokalitet er striberne lagt i både venstre og midterste spor. Der blev anvendt forskellige stribehøjder (1,0-1,5 cm):

Lokalitet 1: Sydgående retning, km 29.350- 29.550, 1,0 cm høje striber i spor 3 (venstre spor).

Lokalitet 2: Sydgående retning, km 30.900 - 31.100, 1,5 cm høje striber i spor 2 og 3 (venstre + midt spor).

Lokalitet 3: Nordgående retning, km 32.100 - 31.900, 1,0 cm høje striber i spor 3 (venstre spor).

Lokalitet 4: Nordgående retning, km 26.400 - 26.200, 1,5 cm høje striber i spor 3 (venstre spor).

I en analyse sammenholdes målte hastigheder før og efter rumlestriberne blev etableret. Der ses på målesnit både op- og nedstrøms i forhold til rumlestriberne.

Analyserne er baseret på 2 hverdage før og efter rumlestriberne blev etableret. Der ses alene på perioder med frit flow i tidsrum midt på dagen (kl. 11-14) og om aftenen (kl. 19-22).

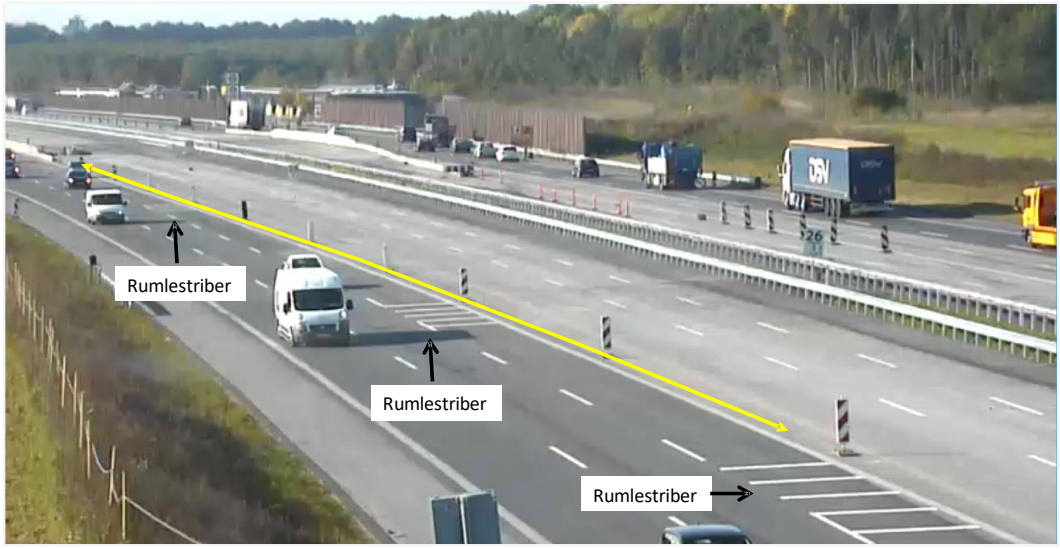
Resultaterne viser, at der ikke kan påvises nogen entydig effekt på hastighed målt nedstrøms i forhold til rumlestriberne. For nogle lokaliteter er hastigheden blevet reduceret, mens andre har oplevet en lille stigning. Alle ændringer er dog små.

De lokaliteter som har de mest pålidelige før- og eftermålinger (lokalitet 2 og 3) viser et lille fald i gennemsnitshastighed (1-2 km/t) fra før- til efterperioden (når ændringerne sammenholdes med snittet opstrøms). Samme ændring ses for 85%-fraktilen.

Der er ikke nogen tydelig forskel på rumlestriberne med 1 cm eller 1,5 cm højde. Hastighedsændringerne er for små og resultaterne for diffuse.

I tilknytning til én af de fire lokaliteter blev trafikantadfærden på delstrækningen med rumlestribefelter studeret midt på dagen i to dage. De videobaserede adfærdsstudier viser, at 24% af de trafikanter der kører i venstre spor umiddelbart før rumlestriberne, vælger at foretage et vognbaneskift mod højre på strækningen med rumlestriber (markeret med gul pil på Figur 73).

Etablering af rumlestriber peger på at være et tiltag, der kan bruges til at påvirke sporbenyttelsen. Denne effekt fandt man også i forbindelse med etablering af rumlestriber op til sporbortfald på M40 (se side 156).



Figur 73. *Rumlestribefelter på M10 anlægsstrækning (lokalitet 4).*

(M10 – rumlestriber. Hastighed og adfærd. Trafitec, oktober 2014)

11.1.3 Rumlestribefelter opstrøms sporbortfald (M40)

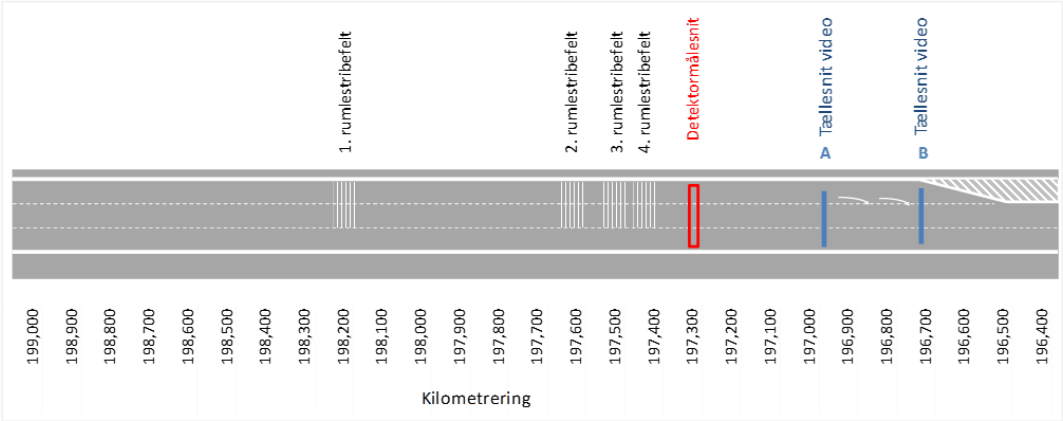
På M40, østgående retning, er der i km 196/0700 etableret et sporbortfald, således at spor 3 (venstre spor) bortfalder. Som beskrevet i afsnittet om sporbortfald (p. 147) informeres trafikanterne om sporbortfaldet ved E16 tavler i begge vejsider i fire snit opstrøms sporbortfaldet. Hastighedsgrænsen er nedskiltet til 110 km/t, og der er etableret C55 symboler på vejbanen. For at skærpe trafikanternes opmærksomhed på sporbortfaldet yderligere, blev der som forsøg etableret rumlestriber i 4 felter op til sporbortfaldet (Figur 74 og Figur 75). Hvert af de 4 rumlestribefelter er etableret i spor 2 og 3 efter en tysk model. Hvert felt består af 5 striber, med en højde på 0,5 cm. Felternes længde er 3 m.

Figur 74. *Ét af i alt fire rumlestribefelter. Rumlestriberne dækker venstre og midterste spor på M40 opstrøms sporbortfald, hvor venstre spor bortfalder.*

Til vurdering af trafikanternes hastighed, adfærd og sporbenyttelse på strækningen op til sporbortfaldet i perioden før og efter etablering af rumlestriberne, er der gennemført trafik- og adfærdsregistreringer baseret på droneoptagelser og radarmålinger.

Hastighed
Trafikanternes hastighed er registreret i ét målesnit. Gennemsnitshastigheden, ca. 200 m nedstrøms 4. rumlestribefelt, ændres ikke fra før til efter etablering af rumlestriberne (uanset kørespor). 85% fraktilen er steget en smule fra før til efter etablering af rumlefelterne (2-3 km/t). Både i før- og i efterperioden er hastigheden rimelig konstant over døgnet, dog lidt lavere mellem kl. 15-17 og højst om aftenen i venstre spor. Hastighedsforskellen mellem højre og venstre spor er ca. 30 km/t.

Fra før til efter etablering af rumlestriberne registreres et hastighedsfald mellem kl. 15-17 på 2 km/t i hhv. venstre spor (fra 132 km/t til 130 km/t) og i midterste spor (fra 117 km/t til 115 km/t).



Figur 75*. Principskitse af sporbortfald og placering af rumlestribefelter.*

Sporbenyttelse
Sporbenyttelsen er registreret i tre målesnit (Figur 75). I de to snit tættest på rumlefelterne findes en generel flytning af trafikken mod højre fra både venstre og midterste spor fra før til efter etablering af rumlestriberne. I snittet placeret ved sporbortfaldet reduceres den samlede andel af køretøjer i venstre spor fra 10% til 8% fra før til efter etablering af rumlestriberne.

Trafikantadfærd ved sporbortfald
Den trafikale adfærd i forbindelse med indfletning ved sporbortfaldet er observeret ud fra video én dag før og én dag efter etablering af rumlestribefelterne. Resultaterne tyder på, at antallet af situationer med uhensigtsmæssig adfærd reduceres efter etablering af rumlestriberne.

(M40 Rumlestriber før sporbortfald. Hastighed, sporbenyttelse og adfærd. Trafitec, august 2016)

11.2 Sænk farten / Din fart (M40)

På M40 blev der over en periode på én måned afprøvet tre forskellige visninger på elektroniske tavler. Tavlerne var placeret på broen ved Aulbyvej (km 201) over hver vognbane i begge køreretninger. Visningerne var ”Sænk Farten”, ”Sænk farten” - suppleret med tre smileys - samt ”Din Fart”. Tavlerne var slukket i 10 af de cirka 30 dage.

Sænk farten visning blev aktiveret, når en bilist med en målt hastighed på mellem 87 og 120 km/t blev detekteret. Din Fart tavlerne havde visning ved målte hastigheder på mellem 81 og 99 km/t samt 3 sure gule smileys (Figur 76). For hastigheder højere end 99 km/t eller lavere end 80 km/t var der ingen visning.

Den elektroniske tavle (uanset visning) giver en reduktion i gennemsnitshastigheden på ca. 2 km/t målt umiddelbart (100 m) nedstrøms tavlen. 1,4 km nedstrøms tavlen var der ingen effekt på hastigheden.

For enkeltkøretøjsdata målt umiddelbart efter tavlevisningen ”Din Fart” og ”Sænk Farten” findes en reduktion i gennemsnitshastigheden på 2-3 km/t i og en reduktion i 85% fraktilen på 3-4 km/t i 85%-fraktilen – set i forhold til slukket tavle. Størst effekt ses for venstre spor.

***Figur 76**. Visning af "Din fart" med tre sure smileys.*

Andel af køretøjer der overskrider reduceres med 5-10% ved "Din Fart" og "Sænk Farten" i forhold til slukket tavle (fra ca. 60% til 55-50%). Generelt kan der ikke påvises tydelig forskel på resultaterne af de to visninger (Din Fart og Sænk Farten).

(M40 - Hastighedsdæmpende tiltag. Effektevaluering. Trafitec, februar 2015)

11.3 Fartkontrol (M40)

I perioden med anlægsarbejde på M40 har politiet løbende gennemført fartkontrol; både automatisk hastighedskontrol og manuelle kontroller.
Til vurdering af effekten af fartkontrol (FK) er blev der udvalgt 6 uger, hvor placering og tidspunkt for gennemført fartkontrol er nogenlunde veldokumenteret.
Den vurderede effekt er baseret på gennemsnitshastighedsdata fra Hastrid.

Gennemsnitshastigheden på anlægsstrækningen ligger i store perioder af døgnet tæt på 80 km/t. Politiet uddeler bøde ved en målt hastighed på 91-92 km/t. Det betyder, at andelen af bilister som reelt påvirkes af kontrollen skønsmæssigt vil være 15-25% afhængig af tidspunkt og vognbane.

- Resultaterne viser, at:

- Hastigheder i tidsrum med fartkontrol FK ligger oftest lidt lavere end tilsvarende tidsrum på andre dage i samme uge.
- Således ligger hastighedsændringen ved FK mellem -6,1 km/t og +1,2 km/t. I gennemsnit er ændringen -2,2 km/t.

- De fundne effekter synes primært at findes i det aktuelle tidsrum med fartkontrol. Effekten er således ikke tydelig senere samme dag eller dagen efter.
- Der ses en indikation af, at effekten af fartkontrol kan måles ikke blot på lokaliteten, men også i en afstand på op til 3-4 km nedstrøms. Effekten er dog lille og ikke særlig sikkert bestemt.

(M40 - Hastighedsdæmpende tiltag. Effektevaluering. Trafitec, februar 2015)

11.4 N42 pr. 10 m på gul bjælke (M40)

Som midteradskillelse mellem de to køreretninger på M40, blev der anvendt gul bjælke. På den gule bjælke er der for hver 30 meter monteret en 0,71m høj N42 afmærkningsplade (Figur 77). På en 2 km lang delstrækning blev tætheden af N42 plader øget til N42 pr. 10 m. Effekten på hastighed blev belyst baseret på gennemsnitshastighedsdata fra Hastrid.

Der indgår to målesnit på delstrækningen med N42 pr. 10 m samt to målesnit med N42/30 m (ét snit opstrøms og ét snit nedstrøms delstrækningen). Der ses på fire perioder over døgnet: kl. 06-09, 11-14, 15-18, 19-22 – dels Før etablering af delstrækningen, dels Efter etablering af delstrækningen.

Analysen viser, at:
- Forskellen i hastighed fra Før til Efter er 0-1km/t i alle fire tidsperioder. Samme ændring ses for de målesnit, som ligger op-/nedstrøms delstrækningen med N42/10 m.
- Der er ikke forskel i resultaterne afhængigt af tidspunkt på dagen eller køreretning.
- Den øgede tæthed af N42 vurderes således ikke at påvirke hastigheden.

Figur 77. *Midteradskillelse på M40. Til venstre: N42/30 m. Til højre: N42/10 m. N42 højde = 0,71m.*

(M40 - Hastighedsdæmpende tiltag. Effektevaluering. Trafitec, februar 2015)

12 Øvrige analyser

Kapitel 12 indeholder resumé af særskilte analyser indenfor forskellige temaer, bl.a. samfundsøkonomisk rejsetidstab, trafik og hastighedssituationen op til hændelser, særtransporters indflydelse på trafikafviklingen mv.

12.1 Trafik- og hastighedssituationen før bagendekollision

Bagendekollisioner udgør mellem 40% og 70% af det samlede antal uheld stedfæstet på anlægsstrækningerne Fynske Motorvej (M40), Køge Bugt Motorvejen (M10, Etape 1), Østjyske Motorvej (M60) og Helsingørmotorvejen (M14).

Med det formål at opnå en bedre forståelse af trafiksituationen før en bagendekollision forekommer, er trafik- og hastighedssituationen for 173 politiregistrerede bagendekollisioner (uheldssituation 140), stedfæstet på de fire anlægsstrækninger i de respektive anlægsperioder, analyseret og sammenholdt. Sammenligning af resultaterne på tværs af de 4 strækninger skal dog drages med forsigtighed, idet datagrundlaget til tider har været spinkelt, hvorved ganske få uheld fra eller til kan forrykke resultaterne.

En række af analysens væsentligste resultater er:

- 69% af bagendekollisionerne er sket i tilknytning til et hastighedsniveau i trafikken på 50 km/t eller derunder (≤ 50 km/t). 31% af bagendekollisionerne er sket i tilknytning til et hastighedsniveau højere end 50 km/t (>50 km/t). Andelen af bagendekollisioner sket ved hvert af de to hastighedsniveauer (hhv. ≤ 50 km/t og > 50 km/t) er nogenlunde ens for de fire anlægsprojekter.

- Andelen af bagendekollisioner sket i tilknytning til et hastighedsniveau ≤ 50 km/t fordeler sig ligeligt mellem kø-længderne 0-1 km, 1-2 km, 2-3 km og >3 km.

- For bagendekollisioner sket i trafik ved et hastighedsniveau ≤ 50 km/t sker halvdelen af uheldene bagest i køen (49% af 118 uheld). Den resterende halvdel (51%) sker midt i køen. Jo kortere kø, des større andel af bagendekollisioner sker bagest i køen. Bagendekollisioner relateret til et hastighedsniveau > 50 km/t vurderes alle at være sket bagest i rækken af køretøjer.

- Hovedparten af bagendekollisionerne sker ved en trafikintensitet på 1500-3000 ktj/time, og ved en densitet på 10-20 ktj/km/spor. Omtrent 35-55% af alle bagendekollisioner er sket i en situation med trafiksammenbrud.

- For cirka ¼ af 116 bagendekollisioner har der været kø i 5 minutter eller mindre *før* uheldet sker. For yderligere cirka ¼ har der været kø mellem 5 og 30 minutter *før* uheldet sker, mens der i relation til cirka halvdelen af uheldene har været kø i mere end 30 minutter *før* uheldet sker.

- For 10% af 161 bagendekollisioner går der 15 minutter eller mindre før hastighedsniveauet er normaliseret til 70-80 km/t *efter* uheldet er sket. For 64% af bagendekollisionerne går der mere end 1 time.

- 25% af de 173 bagendekollisioner sker i *weekenden* (lørdag-søndag). På *hverdage* er knap halvdelen af bagendekollisionerne stedfæstet i morgen- og eftermiddagsmyldretiden mellem kl. 06:00-09:00 og kl. 15:00-17:00.

- I cirka $^1/_3$ af 171 bagendekollisioner er der vurderet helt eller delvist "stop & go" i trafikken i de seneste 20 minutter op til uheldet. Andelen udgør 15% på M10 og cirka 40% på de tre øvrige anlægsstrækninger. Andelen af bagendekollisioner sket under stop & go er højere, når uheldet sker i relation til trafik med et hastighedsniveau ≤ 50 km/t, end når uheldet sker i relation til trafik med et højere hastighedsniveau end 50 km/t.

- Der er tendens til, at personskadeuheld udgør en større andel af det samlede antal uheld, des større differencen er mellem køretøjer med den højeste og laveste hastighed i en bagendekollision (hastighed forud for en eventuel undvigemanøvre).

Analysen peger på, at brug af ITS og køvarsling ikke *alene* kan forhindre bagendekollisioner. Det gælder altså også bagendekollisioner, der sker *bagest* i en kø. For godt 40% af bagendekollisionerne sket bagest i en kø med et hastighedsniveau ≤ 50 km/t, har køen været under opbygning i mere end 30 minutter.

Hvorvidt antallet af bagendekollisioner ville have været højere, hvis der ikke havde været ITS på de undersøgte strækninger, er ikke muligt at vurdere.

(*Trafik- og hastighedssituationen inden bagendekollision. Erfaringer fra de fire anlægsprojekter, Trafitec, maj 2017)*

12.2 Hastighedsprofil frem mod kø (M40 & M60)

Anlægsprojekterne på M40 (Nr. Åby – Middelfart) og M60 (Skærup – Vejle) har mange lighedspunkter, men adskiller sig med hensyn til brugen af ITS.

M60 har ITS tavlesnit pr. 600-800 m, med infotavle og variable hastighedstavler der muliggør køvarsling og dynamiske hastighedsgrænser i tilfælde af kø eller tæt trafik. På M40 anlægsstrækningen anvendes alene faste tavler (80 km/t).

I tilfælde af uheld eller andre pludselige hændelser, hvor motorvejen bliver spærret, opbygges der kø opstrøms.

I en sådan situation vil køvarslingssystemet på M60 træde i kraft og infotavler opstrøms vil melde om "Kø". Samtidig vil hastighedsgrænsen opstrøms løbende blive reduceret i takt med, at køen opbygges.

Effekten af køvarsling og variable hastighedstavler søges belyst ved at sammenholde hastighedsprofilet frem mod køen i situationer med alvorlige hændelser på M40 og M60. Som udgangspunkt må det formodes, at hastigheden frem mod kø på M60 (hvor der er køvarsling og reduceret hastighedsgrænser) vil være på et lavere niveau sammenholdt med M40, og at hastighedsreduktionen vil ske langsommere og over en længere strækning.

Der tages udgangspunkt i 5 alvorlige hændelser på hhv. M40 og M60. For de undersøgte hændelser gælder det:

- Hændelsen sker i dagtimerne
- Både spor 1 og spor 2 spærres helt som følge af hændelsen
- Kø opbygges opstrøms

Data for køopbygning og hastighed frem mod kø er analyseret i de 10 hændelser.

Kort fortalt viser resultaterne, at der ikke er den store forskel i hastighederne frem mod holdende kø. Ses på hastighederne i et målesnit over tid, er forskellen mellem M40 og M60 lille (0-5 km/t). Samtidig er der ikke noget systematik i, om det er M40 eller M60, der ligger lavest. Generelt er der også stor spredning i hastighederne på både M40 og M60 afhængig af, hvilken hændelse man kigger på.

Så ud fra det forholdsvis begrænsede datamateriale og den valgte analysemetode, er det konklusionen, at der ingen eller meget lille forskel er i hastighedsprofilet frem mod holdende kø på M40 og M60.

(Hastighedsprofil frem mod kø - Brug af Hastrid-data fra M40 og M60 til at vurdere hastigheder ved hændelser, Trafitec, september 2016)

12.3 Samfundsøkonomisk rejsetidstab (M10)

Formålet med denne delundersøgelse er at belyse forsinkelsesomkostningerne i relation til uheld under anlægsarbejdet.

Der er set på to typer af uheld: 1) Uheld ved indfletning fra rampe og 2) Bagendekollisioner. Der tages udgangspunkt i uheld sket under anlægsarbejdet på Entreprise 1+2 på Køge Bugt Motorvejen.

Trafikantforsinkelser for i alt 10 indfletningsuheld og 10 bagendekollisioner er beregnet ud fra rejsetider i Hastrid, hvor den aktuelle rejsetid på uheldstidspunktet er sammenholdt med rejsetider på sammenlignelige dage uden uheld. I analysen benyttes en samfundsmæssig omkostning på 300 kr. pr. køretøjstime.

Analyserne baserer sig på et relativt beskedent antal uheld, og i forbindelse med den anvendte metode er der foretaget en del antagelser. Det betyder, at de fundne resultater er noget usikre, og primært skal ses som et pejlemærke.

Resultaterne viser, at de ti uheld ved indfletning fra rampe i gennemsnit har medført en ekstra forsinkelse af de øvrige køretøjer på ca. 180 timer, svarende til en samfundsmæssig udgift på lidt over 50.000 kr. pr. uheld. Der er dog stor variation de ti uheld imellem; fra ca. 0 kr. til ca. 200.000 kr. Omkostningerne er markant højere i forbindelse med uheld på typiske hverdage i myldretid sammenlignet med uheld på hverdage uden for myldretid inkl. ferier med gennemsnit på hhv. lidt over 90.000 kr. pr. uheld og lidt over 10.000 kr. pr. uheld.

Bagendekollisioner har potentielt endnu større samfundsmæssige omkostninger som følge af forsinkelse af trafikanter. I gennemsnit har bagendekollisioner i myldretid medført ekstra forsinkelser af køretøjer på ca. 600 timer, svarende til en udgift på lidt over 180.000 kr. pr. uheld med et spænd fra ca. 50.000 kr. til ca. 380.000 kr. Uden for myldretid ses mindre forsinkelsesomkostninger for samfundet. I gennemsnit ses forsinkelser af trafikanter på lige under 400 timer svarende til omkostninger på knap 120.000 kr. pr. uheld. Der er et meget stort spænd for de fem uheld udenfor myldretiden fra ca. 0 kr. til lidt over 430.000 kr.

Anvendes de beregnede forsinkelsesomkostninger, øges de samlede uheldsomkostninger for anlægsstrækningens 16 uheld ved indfletning fra rampe med 12% til i alt ca. 8,6 mio. kr. Tilsvarende øges uheldsomkostningerne i forbindelse med anlægsstrækningens 54 bagendekollisioner på selve motorvejen med 28% til i alt ca. 32,6 mio. kr.

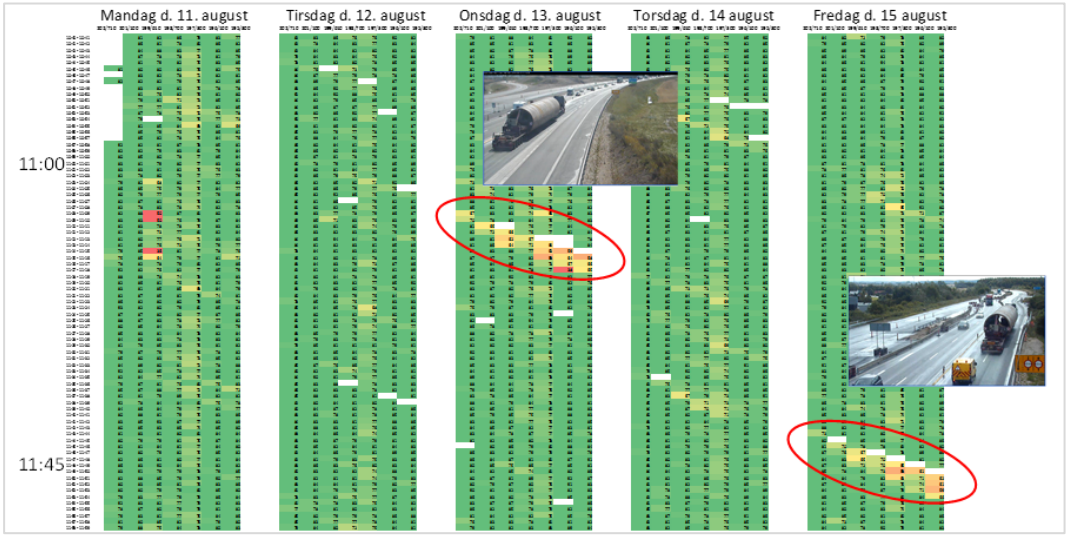
(Forsinkelsesomkostninger som følge af uheld, Trafitec, juni 2017)

12.4 Særtransporter (M40)

I forbindelse med én af de tre udarbejdede cases på M40 (Case 3) undersøges, i hvor høj grad særtransporter er medvirkende til reduktion af hastighedsniveauet, og som følge heraf, indirekte har indflydelse på, at der sker hændelser på anlægsstrækningen. Analysen blev foranlediget af M40's Case 2 som omhandler en bagendekollision. Her peges på, at den pludseligt opstået ophobning af trafik, som bagendekollisionen sker i forbindelse med, dannes som følge af en særtransports reducerede hastighed.

Nedenfor ses et eksempel på et hastighed/tid/sted diagram, som viser et "spor" (markeret med rød ring), som er foranlediget af en særtransport (Figur 78). De tomme felter over det gul-orange "hastighedsspor" er 1-minuts tidsperioder, hvor der ikke har været trafik - og dermed ikke er registreret nogen hastighed. Det er et typisk mønster der ses forud for en bred særtransports passage af et snit. Særtransporten spærrer for øvrig trafik således, at der foran særtransporten ikke er registreret køretøjer i op til 2-3 min, hvorfor der ikke findes data.
I casen udarbejdes et hastighed-/tid-/steddiagram, baseret på Hastrid-data, for i alt 94 uheld sket på anlægsstrækningen i perioden fra marts 2013 til oktober 2014. De 94 uheld dækker 66 politiregistrerede uheld (personskade-, materielskade- og ekstrauheld) samt 28 uheld som *ikke* er politiregistreret, men som T.I.C. har registreret som et uheld i Raporterman eller som en T.I.C. melding.

I casen vurderes det, at der samlet set er tale om spor fra en særtransport eller tunge køretøjer i tilknytning til ca. 30% af de 94 uheld, som er undersøgt.



***Figur 78**. Eksempel på hastighed/tid/sted diagram 11.- 15. august 2004 i timerne mellem kl. 10:40 og 12:00. M40 østgående.*

(M40 – Hændelser og udvalgte cases. Beskrivelse af hændelser og udvalgte cases under anlægsarbejdet, Trafitec 21. januar 2016)

12.5 Særtransporter - Et generelt problem?

Der er samlet set registreret 193 bagendekollisioner på de fire anlægsstrækninger M60, M40, M14 og M10.[4] I tilknytning til 173 af de 193 bagendekollisioner er der foretaget en vurdering af, hvorvidt der ud fra de enkelte tid/sted/hastighedsdiagrammer kan registreres spor fra tung trafik. Spor der opstår som følge af en

[4] *I tilknytning til M14 indgår foruden anlægsstrækningen også de to trafikledelsesstrækninger, som støder op til anlægsstrækningen.*

særtransports eller en kolonne af tunge køretøjers reducerede hastighed (eksempel på tid-/sted-/hastighedsdiagram ses i Figur 78). Der er kun i få tilfælde foretaget verifikation ud fra videomateriale.

Ud fra hvert af de 173 hastighed/tid/sted-diagrammer er det vurderet, hvorvidt der umiddelbart før bagendekollisionen tyder på at være "spor" efter tung trafik.
I 9% af det samlede antal bagendekollisioner (15 af 173) er der spor fra tung trafik, herunder særtransporter, Tabel 19. I yderligere 16% (28) af bagendekollisionerne er der *antydning* af spor (delvist spor), men det kan ikke udelukkes, at dette kan skyldes andre forhold end tung trafik.

"Spor" efter tung trafik	M10 (52 uheld)	M14 (22 uheld)	M40 (44 uheld)	M60 (55 uheld)	Uheld i alt	
Ja	0%	0%	21%	11%	9%	15
Delvist	8%	18%	27%	14%	16%	28
Nej	92%	82%	52%	75%	75%	130
I alt	100%	100%	100%	100%	100%	173

Tabel 19. *Andelen af bagendekollisioner fordelt på anlægsstrækning, og hvorvidt der er tale om spor efter tung trafik forud for uheldet.*

Opgørelsen i Tabel 19 peger på, at bagendekollisioner sket som følge af pludselig opstået ophobning af trafik, dannet som følge af en særtransports eller andre tunge køretøjers reducerede hastighed, er et problem, der i højere grad har været aktuel på M40 end på de tre øvrige anlægsstrækninger.

At problemet er mere udpræget på M40 skyldes antageligt, at der alene har været 2 smalle spor i hver køreretning, og at andelen af især særtransporter er højere på M40 end på de to øvrige 2-sporede anlægsstrækninger (M60 og M14).

At der i tilknytning til 92% af bagendekollisionerne på M10 ikke ses spor fra tung trafik skyldes uden tvivl, at der under anlægsarbejdet er 3 spor i køreretningen, hvilket betyder, at den øvrige trafik kan passere udenom tunge køretøjer.

(*Trafik- og hastighedssituationen inden bagendekollision. Erfaringer fra de fire anlægsprojekter*, Trafitec maj 2017)

12.6 Tid for detektering og oprydning ved hændelser (M60)

Tidsforløbet ved 18 forskellige hændelser på M60 under anlægsarbejdet er undersøgt. Hændelserne fordeler sig på 14 uheld, 3 havarerede køretøjer og 1 hændelse med tabt gods. De undersøgte hændelser er meget forskellige og sker på forskellige tidspunkter af døgnet med meget forskellige trafikale konsekvenser til følge.

For hver hændelse er hændelsestidspunkt, reaktionstidspunkt hos T.I.C., tidspunkt for ankomst af redning samt tidspunkt for genåbning af motorvejen registreret. Tidsforløbet er registreret ud fra video samt hændelseslog fra T.I.C.

Resultaterne viser, at der i gennemsnit går ca. 14 minutter fra hændelsestidspunktet til T.I.C. detekterer hændelsen. Dette dækker dog over stor variation (4-40 minutter). Reaktionstidspunktet hos T.I.C. ligger for de fleste hændelser under 10 minutter. Der går i gennemsnit ca. 32 minutter fra hændelsestidspunktet, til det første redningskøretøj ankommer. Dette dækker også over meget stor variation (3-90 minutter). I ca. halvdelen af hændelserne ankommer redning inden for 20 minutter.

I gennemsnit tager det ca. 70 minutter fra en hændelse, der spærrer dele af motorvejen, til motorvejen er fuldt genåbnet. Igen er variationen stor (26-168 minutter), men ved halvdelen af hændelserne er motorvejen fuldt genåbnet inden en time.

For hver hændelse er det desuden vurderet, hvorvidt automatisk hændelsesdetektering (baseret på detektordata) kunne have detekteret hændelsen, og hvorvidt det kunne give en hurtigere reaktion hos T.I.C. For at kunne detektere hændelsen automatisk kræves målbare ændringer i hastighed og/eller trafikmængder i de nærliggende detektorsnit. Det vurderes, at for 9 ud af de 18 hændelser ville automatisk detektering ”sandsynligvis” have været mulig, og for yderligere 5 hændelser ville detektering ”muligvis” have været mulig. Automatisk hændelsesdetektering forventes at kunne have reduceret T.I.C.’s reaktionstid i forbindelse med 8 hændelser. Den forventede reduktion i reaktionstiden forventes at være mellem 2-30 minutter.

Effekt af hurtig detektering

Et af formålene med at etablere et ITS system på M60 var at kunne overvåge trafikken og hurtigt detektere hændelser, således at trafikanterne kan varsles om uheld, havarerede køretøjer og lign. samt, at redning/oprydning hurtigt kan iværksættes og koordineres.

En hurtigere detektering hos T.I.C. vil i nogle tilfælde kunne have forkortet redningstiden, men for hovedparten af de analyserede hændelser er redning allerede kontaktet af trafikanterne på lokaliteten inden for få minutter. En hurtig detektering hos T.I.C. vil dog have positiv effekt på koordinering af redning samt trafikafviklingen i forbindelse med hændelsen, idet T.I.C. har muligheden for overblik over den aktuelle trafiksituation og for vurdering af, hvad der er brug for i relation til hændelsen.

ITS systemet har indbygget automatisk køvarsling på infotavler i kombination med nedskiltning af hastighed ved kø, så en hurtigere detektering hos T.I.C. vil ikke forbedre den del af ITS systemet. Derimod vil hurtig detektering hos T.I.C.

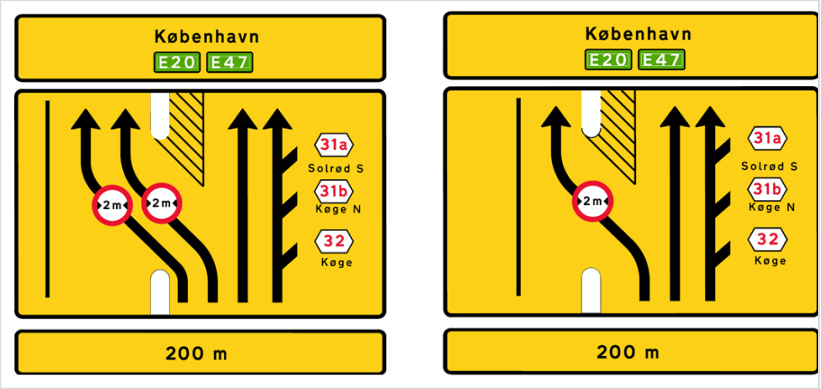
have indflydelse på, hvor hurtigt trafikmeldinger, manuelt satte C55 tavler og brug af varsling på infotavler, kan iværksættes.

(M60 - Analyse af hændelser på M60 - Tid for detektering og oprydning. Trafitec, februar 2012)

12.7 Adfærd ved dynamisk E16 tavle

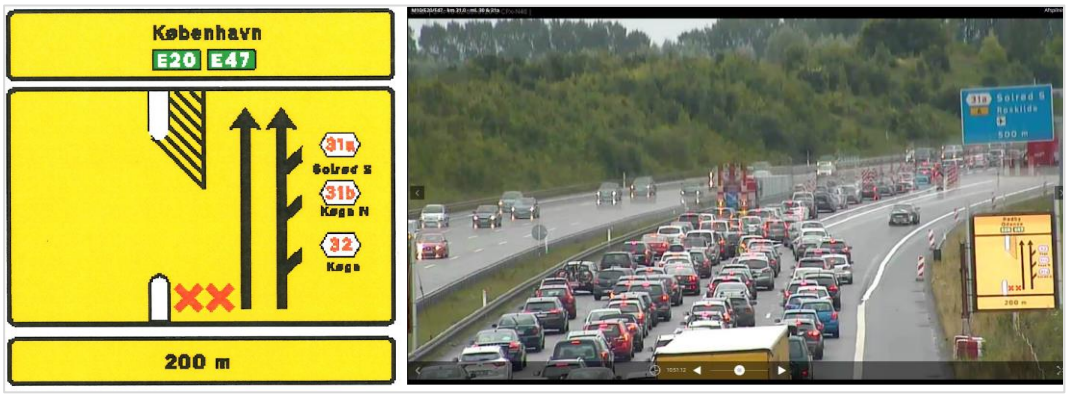
På M10, Etape 2, blev der i forbindelse med etableringen af reversible vognbaner, og mobilt autoværn, anvendt dynamiske E16 LED tavler.

Trafikanternes forståelse af tavlerne, som de forventes at skulle se ud under normale trafikale forhold, blev, forud for brugen af tavlerne, testet i en spørgeundersøgelse blandt trafikanterne (se evt. afsnittet om Trafikanttilfredshed 2017 – Reversible vognbaner, side 88. Tavlerne havde som udgangspunkt to visninger (Figur 79).



Figur 79. *Dynamisk E16 LED-tavle placeret op til strækningen med de reversible vognbaner i retning mod København.*

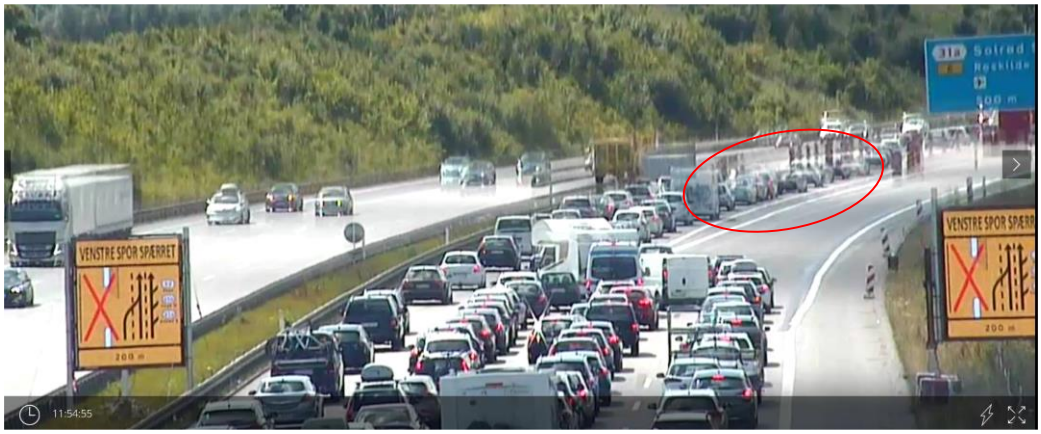
I forbindelse med hændelser i de overledte spor har det været nødvendigt at lukke sporene i overledningen. I begyndelsen blev tavlen vist i Figur 80 anvendt. Som det også fremgår af Figur 80 (foto til højre), viste det sig, at E16 visningen omtrent ingen effekt havde på sporbenyttelsen. Trafikanterne fortsatte med at anvende det overledte spor, og først efter at en tavlevogn spærrer for adgangen til overledningen ændres sporbenyttelsen.



Figur 80. *1. udgave af E16 LED-tavle der illustrerer, at overledningen er spærret. På tavlen er de overledte spor erstattet af to røde krydser.*

Efterfølgende blev E16 LED-tavlen ændret, så visningen med de to små røde krydser blev erstattet af ét stort rødt kryds, og E16 tavlen blev suppleret med teksten "VENSTRE SPOR SPÆRRET" (øverst på E16-tavlen), se Figur 81.

Ligesom 1. udgave af E16 LED-tavlen viste det sig, at visningen havde meget begrænset – nærmest ingen - effekt på sporbenyttelsen, og at mange trafikanter således fortsat valgte de overledte spor (Figur 81).



Figur 81. *2. udgave af E16 LED-tavle der illustrerer, at overledningen er spærret. De tidligere to små røde krydser erstattes af ét stort rødt kryds og illustrationen suppleres med angivelse at et sporbortfald og teksten: "VENSTRE SPOR SPÆRRET".*

Flere forhold vurderes at have forvirret trafikanterne: Frakørselstavlen, som var placeret umiddelbart nedstrøms E16 tavlen, kan have desorienteret trafikanterne. Mange trafikanter har muligvis troet, at de kom ind på en frakørselsrampe, hvis de valgte at holde til højre. Desuden var selve illustrationen på tavlen vist i situationen på Figur 81 ikke korrekt, idet der oprindeligt var fire spor på lokaliteten på det konkrete tidspunkt, heraf to overledte spor, og ikke tre spor, heraf ét overledt, som illustreret på tavlen.

De samlede erfaringer med de dynamiske E16-tavler er listet nedenfor:

- E16 tavlerne, med visning under normale omstændigheder og trafikforhold, vurderes at have fungeret rigtig godt - og efter hensigten. I og med at visningen på tavlerne blev ændret to gange i døgnet, var det hensigtsmæssigt, at tavlerne var variable.

- Trafikanttilfredshedsundersøgelsen peger på, at hovedparten af trafikanterne forstod tavlerne. Nogle trafikanter var indledningsvis usikre på, hvorvidt man ved valg af de to vognbaner til højre (ej overledte spor), tillige kunne komme mod destinationen angivet øverst på tavlen.

- Det er vigtigt for trafikanterne, at stednavne på frakørsler er tydeligt angivet på E16 tavlen. Frakørselsnummeret alene er ikke tilstrækkeligt.

- Trafikanternes forståelse af forskellige E16 visninger, tiltænkt situationer med spærring af overledte spor, burde være testet af på forhånd.

- Først ved fysisk spærring af de overledte spor (med tavlevogn) forstod trafikanterne, at de skulle holde mod højre. Ved ønske om 100% spærring af de overledte spor er placering af en tavlevogn formentlig en nødvendighed, uanset E16 visningen. Men des bedre forståelse af visningen, jo mindre betydning vil responstiden, dvs. fra tavlevognen bliver tilkaldt, til den er på lokaliteten, have for trafikafviklingen på lokaliteten.

- Ved brug af dynamiske tavler (oplysningstavler mv.) bør eventuelle faste vejvisningstavler (oplysningstavler el.lign., som er placeret i umiddelbar nærhed op- og/eller nedstrøms de dynamiske tavler), indgå i en samlet vurdering af vejvisningen og trafikanternes forståelse heraf.

DEL 3 ERFARINGER & ANBEFALINGER

I Del 3 beskrives en række af de generelle erfaringer og anbefalinger, der er opnået gennem evalueringsarbejdet med de fire anlægsprojekter. Erfaringerne dækker dels resultater baseret på gennemførte analyser, dels erfaringer der ikke nødvendigvis kan dokumenteres.

Erfaringer og anbefalinger er kortfattet beskrevet – evt. angivet i bullets – og berører tre temaer;

- Dataindsamling (Kapitel 13)
- Afmærkning og geometri (Kapitel 14)
- Trafikledelse og trafikantinformation (Kapitel 15)

13 Dataindsamling

Til brug for evaluering, analyser og løbende monitorering er dataindsamling grundlæggende.

Generelt bør dataindsamling gennemføres før anlægsarbejdet igangsættes, under anlægsarbejdet og eventuelt efter anlægsarbejdet er afsluttet.

I det følgende ses nærmere på erfaringerne relateret til indsamling af trafik-, hastigheds- og trafikantdata.

13.1 Trafik- og hastighedsdata

Trafik- og hastighedsdata benyttes til hændelsesdetektering samt analyser og evaluering af trafikafvikling, rejsetider, kapacitet, sporbenyttelse, trafikantadfærd mv.

Trafik- og hastighedsdata kan indsamles vha. detektorsnit, som dækker den ønskede analysestrækning. En god dækning opnås ved detektorsnit pr. 500-800 m og med registrering af alle køretøjer i hvert enkelt spor. Data gemmes på enkeltkøretøjsniveau.

Som supplement til beskrivelse af rejsetider kan GPS-data, bluetooth-data og lignende benyttes.

Vigtige erfaringer:

- Driftskontrol, herunder justering og kalibrering af radar ved trafikomlægninger. Løbende tjek af antalstællinger
- Strækninger opstrøms analysestrækningen skal inddrages, så data fra en eventuel kø, der vokser ud over analysestrækningen, inkluderes
- For at kunne belyse trafikspring i vejnettet kræves detektorsnit på tilstødende relevante strækninger
- Detektorsnit baseret på radar kan være usikre. Især antalstællinger og længdeklassifikation er behæftet med usikkerhed
- Ønskes præcise trafiktal skal data verificeres ud fra video
- Detektering af trafik i reversible spor kræver planlægning
- Databaserne ”Hastrid” og ”Mastra” er super-værktøjer. Hastrid er et godt analyseværktøj bl.a. til analyser af rejsetider, forsinkelse mv.

Det skal bemærkes, at rejsetider målt vha. GPS-data og vha. detektorsnit kan give forskellige resultater.

13.2 Videokameraer

I forbindelse med alle fire anlægsprojekter har der været etableret videokameraer på strækningen. Vejdirektoratet og T.I.C. anvender kameraerne i tilknytning til ITS-systemet i forbindelse med indberettede hændelser til T.I.C., og ikke mindst for generelt at kunne følge og overvåge trafikken og trafikforholdene på anlægsstrækningerne.

Kameraerne er desuden nyttige til registrering af konkrete adfærdsmæssige undersøgelser, fx i forbindelse med afmærkningsmæssige ændringer eller udformninger på strækningen, i forbindelse med uheld/hændelser mv.

De benyttede videokameraer er i perioden med anlægsarbejdet (2013-2017) løbende blevet forbedret og opgraderet således, at de i dag generelt har højere opløsning og bedre kvalitet, hvilket har øget anvendeligheden væsentligt. Under dårlige lysforhold (aften/nat) er kameraerne dog knap så anvendelige, idet billedkvaliteten er ringe.

I forbindelse med placeringen, brugen og driften af kameraer bør man være opmærksom på følgende:

- "Videohuller", dvs. delstrækninger uden videodækning, bør så vidt muligt undgås. Overførte broer, horisontalkurver og store tavler kan reducere udsynet, og vil kræve tættere placering af kameraer.

- Placering på mast i midterrabat foretrækkes fremfor mast i sideareal. Der bør som minimum altid være kameraer rettet mod kritiske steder, som fx overledninger, motorvejssammenløb, forsætninger og lignende.

- Datatilsynet skal orienteres om lagring af videodata. I juni 2015 modtog Vejdirektoratet en generel tilladelse til at gennemføre statistiske og videnskabelige undersøgelser. Video kan alene lagres, hvis lagring af video fra kameraerne falder ind under den generelle tilladelse. Hvis dette er tilfældet, skal listen af projekter, der falder ind under den generelle tilladelse, ajourføres.

- Der bør løbende laves kvalitets- og driftskontrol af kameraerne, så man sikrer, at relevant videodata kan lagres, og at videodata lagres i ordentlig kvalitet.

13.3 Løbende registrering af hændelser og trafikafvikling

Der bør løbende laves registrering af hændelser samt observation af trafikafvikling på anlægsstrækningen. Dette gøres fx ud fra Trafikman2, videokameraer og data fra Hastrid. Afhængig af hvor hyppigt der laves trafikomlægninger, bør gennemgangen af hændelser som minimum foretages én gang ugentligt.

Hændelser såsom uheld, påkørsel af afmærkningsmateriel, havarerede køretøjer og lignende genfindes på kameraerne. Mulige årsager til den pågældende hændelse vurderes om muligt. I tilfælde af påkørsel af afmærkningsmateriel, eller utilstrækkelig eller forkert afmærkning, som kan vildlede eller forvirrer trafikanterne, foretages en hurtig respons, så en eventuel opretning og forbedring af afmærkningen kan ske hurtigst muligt.

Vigtige erfaringer:

- Som nævnt i afsnit *13.2 Videokameraer* bør "Videohuller" på anlægsstrækningen undgås. Det er vigtigt, at T.I.C. kan se lokaliteten for den pågældende hændelse og følge udviklingen i denne og trafikafviklingen. Endvidere, er det af stor betydning i relation til vejledning af eventuelt beredskab, som skal nå frem til hændelsen.
- I tilfælde af alvorlige ulykker eller andre hændelser med indvirkning på trafikafviklingen, kræves hurtig indgriben fra beredskab og eventuelt entreprenører. Det er således vigtigt, at T.I.C. indenfor kort tid kan finde den konkrete hændelseslokalitet på kameraerne. Automatisk detektering af hændelser til hurtigere reaktion hos T.I.C. vil være en fordel.
- Ved etablering af ny afmærkning og nye tiltag på anlægsstrækningen bør trafikantadfærden og udviklingen i hændelser følges dagligt – eventuelt flere gange dagligt - i dagene umiddelbart efter etableringen (via videokameraer og hændelsesregistrering).
- Ved større trafikomlægninger bør rejsetiden observeres.
- En stor del af de hændelser som T.I.C. klassificerer som havarerede køretøjer eller tabt gods, er i virkeligheden opstået som følge af trafikuheld.

13.4 Trafikanttilfredshed

Undersøgelse af trafikanternes tilfredshed bør undersøges før anlægsarbejdet, under anlægsarbejdet og eventuelt efter anlægsarbejdet. I tilknytning til de fire evalueringsprojekter er tilfredshedsundersøgelser gennemført *under* anlægsarbejdet. I tilknytning til M14 er der tillige gennemført en undersøgelse, hvor alene ITS systemet var etableret (med ITS, uden anlæg).

Samlet set er der gennemført 10 tilfredshedsundersøgelser, hvoraf de 9 er gennemført ved uddeling af spørgekort til trafikanter. Én undersøgelse er gennemført som en webbaseret undersøgelse, hvor dataindsamlingen, herunder udvælgelsen af respondenter, er foregået online ved hjælp fra en dataleverandør. Der er både fordele og ulemper ved begge indsamlingsmetoder. Som udgangspunkt har målet været svar fra 1.000 respondenter.

Erfaringerne viser, at:

- Der skal uddeles omkring 4.000 spørgekort (manuel dataindsamling) for at opnå svar fra 800-1000 respondenter.
- Uddeling af 4.000 spørgekort kan foretages over ca. 2 dage, afhængig af trafikmængde, antal uddelere samt antal og udformning af rampekryds.
- Online spørgeundersøgelse forløber ofte over en længere periode (7-10 dage), afhængig af kriterier for indsamling mv.

13.4.1 Uddeling af spørgekort

Fordele

- Mange trafikanter bliver glade for at få udleveret et spørgekort af en smilende uddeler, der hilser og kort fortæller, at der er tale om en spørgekortundersøgelse fra Vejdirektoratet. Trafikanterne virker glade for, at netop de spørges, og dermed kan få lov at udtrykke deres mening og holdning til vejarbejdet
- Trafikanten har mulighed for at stille spørgsmål til spørgekortet
- Hvis rampekrydset ligger på den strækning man spørger ind til - eller i umiddelbar forlængelse af strækningen – er man sikker på, at den trafikant man udleverer spørgekortet til, har kørt på den pågældende strækning.

Manuel uddeling af spørgekort på frakørselsrampe. M10, 2016.

Ulemper

- Afhængig af to underleverandører: Trykkeri og postudbringer
- Manuel uddeling er vejrafhængigt
- Der skal et relativt stort mandskab til uddeling af spørgekort
- For at kunne udlevere et spørgekort kræver det som minimum, at trafikanten holder stille. Uddeling af spørgekort på rastepladser er begrænset. Uddeling i rampekryds/på rampe til rampekrydset er det mest effektive. Men afhængig af rampekrydsets udformning, kan det være svært at udlevere spørgekort. En række af de forhold der kan vanskeliggøre uddelingen af spørgekort er:

  - Hvis der er tale om et vigepligtskryds/en rundkørsel (ej signalreguleret)
  - Hvis der er shunt
  - Hvis der er flere spor i rampekrydset
  - Hvis det regner (så er trafikanterne mindre motiveret for at åbne vinduet)
- Hvis der, på dagen hvor spørgekortene uddeles, sker et uheld som giver anledning til ekstrem kø og/eller vejlukning af flere timers varighed, bør uddelingen af spørgekort udsættes til køen er afviklet – eller alternativt til en anden dag
- Selvom man udleverer spørgekortet til føreren af køretøjet, kan man ikke være sikker på, at det er føreren selv, der udfylder spørgekortet
- Den samme trafikant har mulighed for at modtage mere end ét spørgekort, hvis trafikanten passerer en uddeler flere gange i løbet af dagen. Der er således risiko for, at den samme respondent deltager med mere end én besvarelse
- Spørgekortene er frankeret, således at modtageren betaler portoen. Antallet af postkasser og hyppigheden for tømning og uddeling er begrænset. Erfaringen er, at dataindsamlingen først kan afsluttes 1½-2 måneder *efter* uddelingen af spørgekort. Det skyldes ikke alene færre postkasser og færre dage med udbringning, men også at respondenten kan være lang tid om at udfylde og/eller poste spørgekortet (selvom der er svarfrist). Et alternativ kunne være, at give respondenterne mulighed for selv at indtaste svarene online
- Svar skal indtastes manuelt i Excel.

13.4.2 Online spørgeundersøgelse

Fordele

- Hvis der opstår uheld på strækningen, er der mindre risiko for at respondenten har været påvirket af hændelsen, idet afviklingen af en online undersøgelse ofte forløber kontinuert over 7-14 dage. Online dataindsamling vurderes således at være mindre følsom overfor hændelser
- Ingen risiko for at den samme respondent besvarer undersøgelsen mere end én gang
- Det er muligt at lade undersøgelsen løbe over en længere periode, indtil man opnår det ønskede antal respondenter
- Mulighed for at følge antallet af besvarelser løbende
- Alle svar indtastes direkte (elektronisk) af respondenten selv, og dataleverandøren afrapporterer i Excel
- Data er indsamlet efter kort tid (i dette tilfælde 12 dage), hvilket muliggør analyse af data umiddelbart herefter. Det betyder at resultaterne kan foreligge efter væsentlig kortere tid end det er tilfældet ved manuel uddeling af spørgekort.

Ulemper

- Afhængig af én underleverandør: Dataleverandøren
- Man ser ikke respondenten ”i øjnene”

- Ingen mulighed for trafikanten til at stille spørgsmål til spørgekortet
- Det forventes, at det kun er trafikanter, der har kørt på strækningen, som deltager i tilfredshedsundersøgelsen, da det er ét af kriterierne for at deltage. Men reelt vides ikke, om en respondent alligevel deltager, uagtet at vedkommende *ikke* opfylder kriteriet.

14 Afmærkning og geometri

Vejens afmærkning og geometri er af stor betydning for trafikafviklingen på en strækning og mindst for trafikanternes trafiksikkerhed og tryghed. Vigtigheden af dagligt tilsyn af afmærkningen på anlægsstrækningen må derfor ikke undervurderes. Etableres ny afmærkning eller ændres den eksisterende afmærkning, er det ydermere vigtigt at følge trafikantadfærd og trafikafvikling tæt. Tilsynet skal altid gennemføres af en fagperson med "trafiksikkerhedsbriller".

I dette kapitel listes erfaringerne opnået i relation til afmærkningsmæssige- og geometriske forhold på anlægsstrækningerne.

14.1 Rampetilslutninger

Uheld

På M60 og M10 findes en markant stigning i andelen af uheld ved indfletning fra rampe i anlægsperioden. Fællestræk for langt hovedparten af indfletningsuheldene på både M60 og M10 er, at:

- Tilkørselsforløbet fra rampe til motorvej har været ændret, bl.a. har kilestrækningen ved rampetilslutningen været for kort (<50 m)
- Indfletningsuheldene involverer et tungt køretøj i motorvejens højre spor og en person- eller varebil på motorvejens tilkørselsrampe
- Lastbilen føres af en chauffør der har udenlandsk statsborgerskab

Ovenstående fællestræk kan være et tegn på, at udenlandske chauffører har svært ved de danske fletteregler, og at dette måske bliver særligt tydeligt, når ramperne er forkortet.

Kapacitet

Tilkørselsramper til motorvejsstrækning giver en kapacitetsreduktion for trafik på motorvejen.

Et eksempel på anslået kapacitet ved rampetilslutninger er vist i Tabel 20. N_{rampe} angiver trafik på rampen, og $Kap_{nedstrøms}$ er kapaciteten nedstrøms tilkørslen for en strækning med 2 spor. Hvis $Kap_{nedstrøms}$ anslås til 4.400 pe/t uden rampetrafik, ses det, at $Kap_{nedstrøms}$ reduceres til 4.000 pe/t ved en rampetrafik på 250 pe/t.

	Antal personbilenheder pr. time				
N $_{rampe}$ (pe/t)	0	250	500	750	1.000
Kap $_{nedstrøms}$ (pe/t) (2-spor)	4.400	4.000	3.950	3.900	3.850
N $_{motorvej}$ (pe/t)	4.400	3.750	3.450	3.150	2.850

***Tabel 20**. Anslået kapacitet ved rampetilslutninger.*

Eftersom rampetrafik sjældent giver anledning til kø på selve rampen (dvs. rampetrafikken altid bliver afviklet), vil kapacitetsreduktionen gå ud over trafik på motorvejen opstrøms tilkørslen. Afviklet trafik på motorvejen ($N_{motorvej}$) reduceres således fra 4.400 pe/t til 3.750 pe/t ved en rampetrafik på 250 pe/t (Tabel 20).

Prioriteres rampetrafik må man således acceptere, at en trafikintensitet på 250 pe/t på rampen vil resultere i en reduktion på 650 pe/t på motorvejen opstrøms tilkørslen.

Rampetilkørsler har således stor betydning for trafikafviklingen på motorvejen, og derfor bør rampelukninger eller rampedosering overvejes som et tiltag for at forbedre trafikafviklingen på motorvejen.

14.2 Afmærkning af kurver

Erfaringsmæssigt giver vejforløb præget af horisontale forsætninger, i form af S-kurver, en koncentration af ulykker. Man bør derfor være ekstra omhyggelig med afmærkning af vejforløbet op til, igennem og umiddelbart efter en horisontal S-kurve. Således bør der være fokus på følgende forhold:

- Mindste kurveradius ved 80 km/t er 550 m (gerne større)
- Selv ved en radius på 550 m vil kurven være hastigheds- og kapacitetsreducerende
- Vildledende kørebaneafmærkning, herunder tidligere kantlinjer og midteraf-stribning, bør fjernes
- Affræsede linjer kan efterlade dybe ”ar” (spøgelsesafmærkning), som kan skabe uhensigtsmæssig kontrast, spejling og vildledning – ikke mindst i vådt føre og mørke (Figur 82)
- Kurver bør forvarsles med tavler, der viser vognbaneforløb
- Man bør være forsigtig ved etablering af forsætning umiddelbart før en overført bro. Broen kan bortlede trafikanternes opmærksomhed fra vejen, og dermed overse forsætningen og fortsætte lige ud
- N42 tavler (str. 145 cm) placeres tæt (pr. 10 m) og umiddelbart til højre for højre kantlinje (og umiddelbart til venstre for venstre kantlinje) - set i køreretningen – startende før kurven og igennem hele kurven. Det gælder både sommer- og vinterperiode
- Snavsede N2 giver dårlig ledning, især i mørke

- I forbindelse med overledning af trafikken bør N42 suppleres med løbelys
- Der bør etableres midterautoværn i overledninger (Figur 83)
- Analyser tyder på, at særtransporter har været et særligt problem på M40 (se side 164, 165). Det bør overvejes at forbyde særtransporter i myldretiden på 2-sporede anlægsstrækninger (2+2) med overledning
- Antallet af S-kurver på anlægsstrækningen peger på at have negativ effekt på både rejsetid, kapacitet, antal uheld og trafikanttilfredshed
- Tilsyn af afmærkningen i S-kurver og overledning er vigtig.

Figur 82. *Eksempel på affræset kantlinje og skift i vognbanebelægningen på M10, som har givet anledning til vildledning af trafikanter. I mørke har én eller flere trafikanter fulgt den tidligere kantlinje mod højre ind i N42 tavlerne.*

Figur 83*. Overledning på M40 hvor midterautoværn i overledningen endnu ikke er etableret. Der er registreret ét uheld, hvor et køretøj kørte tværs gennem overledningen og over i modkørendes banehalvdel.*

Figur 84. *Eksempler på gammel (og vildledende) kantlinje i S-kurve. På begge lokaliteter skete der uheld med trafikanter, der fortsatte ligeud i S-kurven.*

14.3 Overledning

En overledning/tilbageledning er særligt udfordrende, da den på samme tid kan indeholde både forsætning, smalle spor, sporbortfald, ændret vejforløb, dobbeltrettet trafik, intensivt anlægsarbejde, forkert tværfald i kurve - og samtidig typisk anvendes i kortere tidsrum, fx en weekend eller lignende. Sidstnævnte betyder, at overledningen skal etableres og fjernes igen indenfor kort tid.

Overledninger kan således have stor indflydelse på fremkommelighed, trafikafvikling og uheld. Nøje planlægning og tilsyn er derfor vigtig. Se desuden afsnit om Afmærkning af kurver, s. 180.

Figur 85*. Eksempel på hvordan en overledning IKKE skal laves (M10).*

14.4 Afmærkning i forskellige trafiksituationer

14.4.1 Midteradskillelse

Blandt de fire anlægsprojekter har forskellige typer af midteradskillelse været anvendt imellem de to køreretninger. I nedenstående eksempler ses gul bjælke med N42 faner, bred midtlinje med faner samt steler afgrænset af punkterede kantlinjer (Figur 86).

Figur 86. *Eksempler på forskellige typer af midteradskillelse mellem modsatrettet færdsel. Fra venstre: Gul bjælke med N42 (4+0 på M40), bred kantlinje med faner (3+1 på M60), steler afgrænset af smalle kantlinjer (4+0 på M60).*

I tilknytning til valg af midterafmærkning er der mange forskellige hensyn at skulle forholde sig, herunder:

- Pladsforbrug
- Etableringsomkostninger
- Driftsomkostning (genopretning ved påkørsler)
- Overkørbarhed ved lav hastighed (af fx redningskøretøjer)
- Synlighed (også i mørke)
- Trafiksikkerhed (frontalkollisioner)
- Vandafledning (ved tværfald)
- Tryghed (for trafikanter)

Den gule bjælke synes at være visuelt meget tydelig som midteradskillelse. På M40, hvor den gule bjælke blev anvendt som midteradskillelse, er der kun registreret ganske få mødeuheld.

På M60 har der været anvendt faner og bred kantlinje som adskillelse mellem køreretningerne ved 3+1 sporkonfiguration, mens steler og to smalle kantlinjer blev anvendt ved 4+0 sporkonfiguration. Adskillelsen mellem køreretninger synes at have været mindre visuel tydelig ved 4+0 sporkonfigurationen, set i forhold til

3+1 sporkonfigurationen. Dette skyldes formentlig de smalle kantlinjer og større afstand mellem steler ved 4+0 sporkonfigurationen.

De samlede erfaringer peger i retning af, at den gule bjælke formentlig er den bedste løsning som midteradskillelse.

Generelle erfaringer med gul bjælke er opsummeret separat i afsnittet om Gul bjælke, side 188.

14.4.2 Hastighedstavle (C55 tavle)

På de fire anlægstrækninger har der været anvendt forskellige typer og kombinationer af hastighedstavler:

Variable hastighedstavler (VMS) blev anvendt på M60, M14 og M10 (Etape 1). Faste hastighedstavler blev anvendt på M40 og M10 (Etape 2). Desuden er der i flere situationer anvendt en kombination af faste tavler og VMS tavler. Det gælder fx på M40 og på M10 (Etape 2), men hvor der på overgangsstrækningerne, opstrøms anlægsstrækningerne med faste tavler, blev etableret VMS tavler. Formålet med VMS tavlerne på overgangsstrækningerne var som udgangspunkt nedskiltning af hastighedsbegrænsningen fra 110 km/t til 80 km/t, således at trafikanterne, før kørsel ind på anlægsstrækningen, havde reduceret hastigheden fra 110 km/t. VMS hastighedstavlerne på overgangsstrækningerne var som udgangspunkt fast indstillet, og har kun i meget sjældne tilfælde vist en hastighedsbegrænsning lavere end 80 km/t. C55 tavlerne på overgangsstrækningerne kunne derfor - i princippet - ligeså vel have været faste tavler. Fordelen ved anvendelse af elektroniske tavler på overgangsstrækningerne er, at tavlerne er mere opmærksomhedsskabende overfor trafikanterne, specielt i mørke, men også i dagslys.

Kombinationen af faste hastighedstavler og elektroniske (VMS) tavler er tillige anvendt i forbindelse med arbejdsudkørsel. I relation til arbejdsudkørsel synes nedskiltning af hastigheden vha. elektroniske tavler, som alene er i funktion umiddelbart før og under arbejdsudkørsel, at have en god opmærksomhedsskabende effekt. Dette gælder især, når de elektroniske tavler kombineres med en undertavle, der forklarer nedskiltningen af hastigheden (se evt. afsnit om Arbejdsudkørsel, side 190).

Effekten af de dynamiske hastighedstavler på anlægsstrækningerne synes generelt at være varierende på trafikanternes hastighedsadfærd. I perioder med tæt trafik er der en almen efterlevelse af den angivne hastighedsbegrænsning, men opstrøms en eventuel kø, eller når en kø opløses og trafiktætheden mindskes, er efterlevelsen af hastighedsbegrænsningen ringe og effekten af VMS tavlerne lille. Generelt tyder det på, at trafikanterne primært vælger hastighed efter den trafiksituation de oplever fremadrettet, og i mindre grad efterlever hastighedsvisningen på VMS tavlerne.

Sammenholdes effekten af de faste og de variable hastighedstavler på anlægsstrækningerne, både generelt og i relation til konkrete hændelsessituationer, er der ikke noget der tyder på, at de variable tavlevisninger - i højere grad end de faste tavler - slår positivt igennem på bilisternes hastighedsadfærd. Det er dog muligt, at bilisternes trafikale *opmærksomhed* øges i forbindelse med en nedskiltning af hastighedsbegrænsningen på VMS tavler.

14.4.3 Øvrige forhold

Årstid, lys- og vejrforhold, tid på ugen og døgnet. "Tidspunktet" påvirker flere parametre, herunder afmærkning og kapacitet:

- I vinterhalvåret placeres N42 tavler ofte længere fra kantlinjen, end i sommerhalvåret. Det gør man for at minimere risikoen for, at N42 tavlerne vælter i forbindelse med snerydning.

  Erfaringer viser, at N42 tavlers placering langs kantlinjen bl.a. har betydning for trafikanternes hastighed, og trafikanternes erkendelse af vejens linjeføring. Jo tættere på kantlinjen, desto lavere hastighed og bedre erkendelse af vejens linjeføring. Det anbefales derfor, at N42 tavler placeres så tæt på kantlinjen som muligt, ikke kun i sommerhalvåret, men også om vinteren. Det er ofte kun ganske få dage i vinterhalvåret, at der er behov for snerydning, så om nødvendigt må man på sådanne dage genrejse eventuelle væltede tavler.

- Mørke, regn - og kombinationen heraf - kan give synsmæssige problemer i forhold til afmærkningen, som under disse vejrforhold kan være svær at se. Det gælder især midlertidig afmærkning, men også permanent vejafmærkning. I tilfælde hvor den synsmæssig tvivl omkring vejens afmærkningen opstår uventet, og/eller i forbindelse med en markant ændring af linjeføringen, kan det være problematisk. Der kan opstå pludselige opbremsninger eller fejlagtige vurderinger af vejens forløb og heraf følgende uheld eller konflikter.

- Kapaciteten synes at være lavere i mørke end i dagslys.

- I weekenden synes kapaciteten at være lavere end på typiske hverdage med pendlertrafik (5-10% lavere i weekenden). På dage med udbredt ferietrafik er kapaciteten ligeledes mindre end på typiske hverdage.

14.5 Rumlestriber

Rumlestribefelter anvendes som et opmærksomhedsskabende tiltag - opmærksomhedsskabende i den henseende, at striberne skal få trafikanterne til at være opmærksomme, om nødvendigt sætte hastigheden ned og som motivation til vognbaneskift.

Rumlestribefelter er anvendt i tilknytning til to af de fire anlægsprojekter:

På både M40 og M10 blev der anvendt felter i overgangen fra 110 km/t til 80 km/t (striber placeret i alle spor, Figur 87). På M10 blev der desuden flere steder på selve anlægsstrækningen anvendt rumlestribefelter, enten i det venstre af i alt 3 spor eller både i venstre og i midterste spor (side 154). På M40 blev der - efter anlægsstrækningens færdiggørelse - ligeledes etableret rumlestribefelter i tilknytning til et permanent sporbortfald (side 156).

Figur 87. *Rumlestriber på M10, nordgående v/km 29,7 i overgangsstrækningen (porten) mellem den kommende Etape 2 og Etape 1.*

Antallet af felter samt antallet og højden af striberne i felterne har været varierende.

Samlet viser målinger og erfaringer fra M10 og M40, at:

- Ændringer i gennemsnitshastigheden er små med fald på 0-3 km/t (fra perioder før til perioder efter etablering af rumlestribefelter).
- Effekten på gennemsnitshastigheden mellem målinger op- og nedstrøms rumlestribefelterne er små med fald op til 2 km/t. 750 m efter passage af et rumlestribefelt er der ingen effekt.
- Ingen entydig effekt på 85%-fraktilen. Der er både registreret mindre fald og mindre stigninger.
- Rumlestribefelter påvirker sporbenyttelsen. Rumlestribefelter muliggør således flytning af trafik fra venstre mod højre.
- Det kan se ud som om, at højden af rumlestriberne har indvirkning på andelen af trafik der flyttes; Jo højere rumlestriber, des større er andelen af trafikanter der skifter vognbane for at undgå passage af felterne.
- Rumlestribefelterne er opmærksomhedsskabende på godt og ondt:

De kan være chikanerende, irriterende og støjende for nogle trafikanter – og have en mere positiv indvirkning på andre trafikanter, som ikke har noget i mod at blive gjort mere vagtsomme overfor fx ændringer i vejforløbet, nedskiltning af hastighedsbegrænsningen mv.
- Nogle trafikanter mener, at striberne skader deres bil (gælder især rumlestriber med højde 1,0-1,5 cm).
- Rumlestriber kan medføre "naboklager" grundet vejstøj.
- For de trafikanter, der overholder hastighedsbegrænsningen, kan rumlestriberne være til gene.
- Rumlestribefelter opstrøms forsætninger/S-kurver kan give unødige opbremsninger og vognbaneskift og således være medvirkende til, at farlige situationer og "propper" skabes.
- Rumlestribefelter opstrøms et sporbortfald peger på en reduktion i antallet af situationer med uhensigtsmæssig adfærd.

14.6 Smalle hvide støttelinjer

Smalle hvide støttelinjer – også kaldet "kridtstreger" - har vist sig anvendelige som støttelinjer til markering af vognbaner i forbindelse med udlægning af nyt slidlag, dvs. på helt ny sort asfalt, hvor der ikke tidligere har været nogen form for afmærkning (se evt. afsnit vedr. 9.5.1 Vognbaneafmærkning med smalle hvide støttelinjer, p. 139).

I forbindelse med det afsluttende vejarbejde på M10, Etape 2, blev de hvide støttelinjer etableret på en strækning op til et sporbortfald (4 spor -> 3 spor), og de tidligere vognbanelinjer blev demarkeret (se foto).

Erfaringerne viser, at:

- Kridtstregerne er ikke tilstrækkelige til markering af vognbaner i en situation med spøgelsesafmærkning i en grad som vist på nedenstående Figur 88. De hvide støttelinjer blev efterfølgende suppleret med reflekssøm, og senere med tykkere og længere kridtstreg, som delvist forstærkede markeringen af vognbanerne
- Kridtstregerne er svære at se i mørke og regn.

***Figur 88**. Smalle hvide støttelinjer anvendt til markering af vognbaner i forbindelse med sporbortfald.*

***Figur 89**. Smalle hvide støttelinjer suppleret med reflekssøm, anvendt til markering af vognbaner i forbindelse med sporbortfald (nederst i figuren er der zoomet ind på reflekssømmene).*

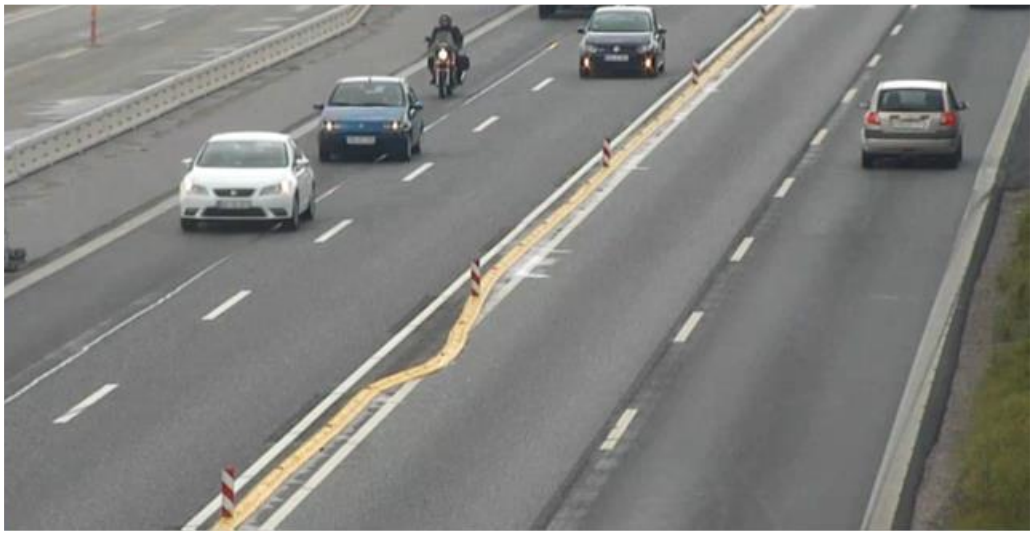
14.7 Gul ledebjælke

Som midteradskillelse i 4+0 løsningen på M40 blev der for første gang i større udstrækning anvendt en såkaldt *gul ledebjælke* (også kaldet *gul bjælke* eller *gul svelle*).

I 2013 var den samlede bredde af midterarealet 0,90 m (inkl. gul bjælke), og den gule bjælke havde påmonteret 50 cm høje N42 faner pr. 30 m. I 2014 var bredden af midterarealet 1,35 m, og der blev anvendt 71 cm høje N42 faner pr. 30 m. Den generelle vurdering er, at den valgte løsning i 2014 med det bredere midterareal og højere N42 faner er den bedste. Også entreprenøren vurderede, at ændringen fra 2013 til 2014 medførte væsentligt færre bjælke-påkørsler af den daglige trafik.

En række af de væsentligste erfaringer med den gule bjælke som midteradskillelse er:

- Den gule bjælke kan have tendens til at flytte/forskubbe sig. Fænomenet synes at forstærkes ved kraftig regn og er observeret i forbindelse med snerydning. Den gule bjælke kræver derfor jævnlig inspektion.
- Den gule bjælke kræver rengøring efter nogle måneders brug, for at undgå at snavs ophobes. Hvis bjælken ikke er rengjort, kan regnvand ikke passere igennem/under bjælken ved tværfald, og der opstår vandstuvning på kørebanen (især et problem ved store regnmængder på kort tid – fx skybrud). På M40 blev bjælken på enkelte lokaliteter manuelt rykket fra hinanden, således at vandet kunne løbe væk. I 2014 blev den gule bjælke rengjort minimum én gang om måneden.
- I situationer hvor beredskabet skal krydse bjælken, kan det gøres uden større problemer. Køres der vinkelret på bjælken forskubbes den ikke.
- I situationer hvor tunge køretøjer bevidst krydser bjælken (med lille vinkel og lav fart), forskubbes bjælken eller rives i stykker. I 2014 blev ledebjælken i gennemsnit rettet 2 gange hver måned.
- Der er jævnligt blevet udskiftet faner på ledebjælken. Det er typisk efter uheld, hvor fanerne er blevet påkørt.



M40. Den gule bjælke har i forbindelse med et uheld forskubbet sig ved påkørsel.

M40. Bagest på billedet ses lastbil der, pga. kø nedstrøms lastbilens køreretning, foretager U-vending hen over bjælken.

M40 vestgående. Lillebæltsbroen er lukket, og der er kø i højre spor. 3-4 lastbiler passerer i venstre spor (foto til venstre), hvilket resulterer i, at den gule bjælke forskubber sig (foto til højre).

14.8 Arbejdsudkørsel

Der har været arbejdsudkørsel fra både midterrabat og fra vejside i tilknytning til M60, M10 og M14. De fleste erfaringer er dog opnået i relation til udkørsel fra midt.

De samlede erfaringer med arbejdsudkørsel viser, at:

- Udkørsel fra midterrabat sker ikke alene fra de dertil indrettede udkørselspladser, som udkørsel ellers burde. Dette gælder både arbejdslastbiler, -varebiler og -personbiler
- Ved udkørsel fra midterrabat sker det, at T.I.C. ikke kontaktes eller at arbejdskøretøjer kører ud fra arbejdsområdet før hastighedsgrænsen nedskiltes til 50 km/t

- VMS hastighedstavlerne bør kun være i brug (tændt) i forbindelse med arbejdsudkørsel/nedskiltning, og blanke når de ikke bruges. Når de variable tavler alene anvendes ved nedskiltning forbedres effekten på gennemsnitshastigheden
- Nedskiltning bør ske i kombination med en undertavle, eller en selvstændig tavle/infotavle, der forklarer årsagen til nedskiltningen (”Arbejdsudkørsel”). En forklarende undertavle gør trafikanterne mere opmærksomme på nedskiltningen, og giver dem en bedre forståelse for, hvorfor der nedskiltes
- VMS hastighedstavlerne bør placeres, så de er synlige for trafikanterne. Dvs. så tæt på kørebanearealet som muligt (hvis sideplaceret) og i en sådan højde, at høje/tunge køretøjer ikke skygger for tavlerne (gælder især 3-sporet strækninger)
- Afstand fra nedskiltning til udkørselsplads bør være 150-200m
- Udkørsler bør så vidt muligt ikke placeres i en forsætning/kurve, umiddelbart nedstrøms en overført bro eller tilkørsel, idet dette vanskeliggør trafikanternes erkendelse af udkørselspladsen
- Udkørsler bør etableres, udformes og friholdes for materiel så det reelt også er muligt at anvende udkørslerne
- Gult roterende blink på arbejdskøretøjet bliver ikke altid aktiveret ved udkørsel
- Uanset om hastighedsbegrænsningen nedskiltes eller ej, er der ikke registreret alvorlige konflikter eller uheld i forbindelse med arbejdsudkørsler
- Arbejdsudkørsel i situationer med tynd trafik giver sjældent anledning til problemer, uanset om der nedskiltes eller ej
- Arbejdsudkørsel i situationer med tæt trafik i alle spor giver mange nedbremsninger, trængsel og lav hastighed. Arbejdsudkørsel med lastbiler er ofte mere problematiske end udkørsel med personbiler
- Bedste tidspunkt på dagen for nedskiltning er udenfor myldretiden
- Nedskiltning giver varierende effekt på hastighedsadfærden
- Ved nedskiltning af hastighedsbegrænsningen fra 80 km/t til 50 km/t reduceres trafikanternes gennemsnitshastighed med ca. 8-17 km/t, afhængig af hvornår på dagen nedskiltningen sker. 85% fraktilen reduceres lidt mere
- Hastighedsreduktionen ved nedskiltning er størst i trafiksvage perioder, mens hastigheden generelt er lavest i myldretiden
- Ved udkørsel fra midt er ændringen i benyttelsen af spor 3 lille
- Manglende kameradækning af udkørselsplads besværliggør T.I.C.’s håndtering ved nedskiltning mv.
- Det er vigtigt at kommunikationen mellem T.I.C. og chauffører fungerer, og at der er enighed om processen omkring nedskiltning, aktivering af undertavler/infotavler og efterfølgende udkørsel fra arbejdsområde.

14.9 Sporkonfiguration

På de fire anlægsstrækninger blev der anvendt forskellige sporkonfigurationer:

På M40 blev trafikken i de to anlægsperioder – på hver side af vinterperioden - afviklet i en 4+0 løsning med smalle spor og gul bjælke som midteradskillelse. I vinterperioden blev trafikken kortvarigt lagt tilbage i en 2+3 løsning (110 km/t).

På M60 var anlægslogistikken varierende afhængig af etape og periode. Her blev der benyttet 2+2, 3+1 og 4+0 løsning. I tilknytning til 3+1 og 4+0 sporkonfigurationen var modkørerende trafik adskilt af en smal midteradskillelse i form af steler.

På M14 blev trafikken som udgangspunkt afviklet i en 2+2 løsning, og på store dele af anlægsstrækningen har der været autoværn mellem de to køreretninger.

På M10 er trafikken primært afviklet i en 3+3 sporkonfiguration med forlægning af trafikken til højre eller til venstre i det oprindelige motorvejsprofil. I en kortere periode har trafikken været afviklet i en 2+4 og 2+5 sporkonfiguration. På store dele af anlægsstrækningen, og i det meste af anlægsperioden, har der været autoværn mellem de to køreretninger.

Antallet af tilslutningsanlæg og bygværker, eksisterende tværprofil samt trafikmængder og trafiksammensætning kan være vigtige parametre ved valg af sporkonfiguration.

Hovederfaringer:

- På M14, hvor der har været 2+2 med midterautoværn, har man opnået den bedste sikkerhedsmæssige effekt, og den bedste tryghed og fremkommelighed (tryghed og fremkommelighed vurderet blandt trafikanterne)

- Den ringeste sikkerhedsmæssige effekt er på M60, hvor sporkonfigurationen har været varierende over tid og lokalitet. (Hermed ikke sagt, at det er sporkonfigurationsløsningen alene, der har været afgørende for den sikkerhedsmæssige effekt)

- Opgøres antal uheld pr. måned på M60, hvor der blev benyttet forskellige sporkonfigurationsløsninger, synes 2+2 at være den sikreste, mens 4+0 synes at være den mindst sikre (midteradskillelse = steler). 4+0 synes at have lidt flere mødeuheld set i forhold til 3+1 løsningen. Generelt er uheldstallene dog små og behæftet med usikkerhed

- 4+0 løsningen, som den blev gennemført på M40, synes at have fungeret godt. Det, at alt anlægsarbejde foregik i én side ad gangen, og at al trafik blev ledt over i den anden side, gav en ensartethed og ”ro” for trafikanterne mht. både

anlægsstrækningens linjeføring og det omkringliggende anlægsarbejde. Ligeledes gælder det for beredskabet, som har haft deres omtrent egen beredskabsvej og for entreprenørerne, som har kunne arbejde i en vis afstand fra trafikken

- 4+0 og 2+2 (uden sporreduktion) har den største kapacitet

- Trafikafviklingen i en sporkonfiguration med overledte spor (fx en 3+1) er relativ følsom overfor hændelser, hvilket giver større variation i rejsetid

- Løsrevne spor (1 i en 3+1 løsning) har mindre kapacitet pga. dårlig sporudnyttelse og er, som nævnt ovenfor, mere følsom overfor hændelser.

Se endvidere afsnit om sporkonfiguration og kapacitet side 49.

14.10 Sporbredder

Smalle kørespor har været benyttet på alle de undersøgte anlægsprojekter. Som hovedregel har sporbredden været 300 cm for spor 1 (eksklusive delelinje/kantlinje) og 250-275 cm for spor 2 og 3.

Hovederfaringer:

- Smalle spor er i sig selv ikke kapacitetsreducerende, så længe sporbredden er større end ca. 275 cm. Men smalle spor i kombination med rampetilkørsler, S-kurver, overledninger og lignende kan give en kapacitetsreduktion

- Kørespor med tung trafik bør som minimum være 290 cm (målt mellem delelinje/kantlinje)

- Kørespor med alene personbiler bør som minimum være 245 cm (målt mellem delelinje/kantlinje), men gerne 250-255 cm

- Det kan være svært for bilisterne at holde sig i sporene, når der benyttes smalle vognbaner i S-kurver

- Trafikanter føler sig utrygge og utilfredse, når smalle spor benyttes i kombination med forsætninger/S-kurver. Trafikanterne mener, at det giver anledning til opbremsninger, mange hastighedsskift og kø

- Adspurgt mener 30-47% af trafikanterne, at venstre vognbane (med en bredde på 250-255 cm) er for smal/meget for smal.

- Strækninger med 4 smalle spor og 110 km/t giver ikke et markant anderledes uheldsbillede, set i forhold til 4 spor med almindelig bredde. Hastigheden er

dog lavere med smalle spor og sporbenyttelsen er mindre for spor 3+4 (som er de smalleste)

- På strækninger med 2 smalle spor kan særtransporter være en udfordring (se evt. afsnit vedr. særtransporter side 164 og 165).

15 Trafikledelse og trafikantinformation

Indsamling af trafikdata og overvågning af trafikken er sammen med trafikledelse og trafikantinformation vigtige elementer i forbindelse med et større vejarbejde.

Målet med ITS systemet på M60, M14 og M10 var, at det skulle give mulighed for dynamisk hastighedsharmonisering, varsling om hændelser, herunder uheld og kø, samt information om rejsetider mellem udvalgte til- og frakørsler. På M40 var ITS systemet tiltænkt som et hastighedsreducerende tiltag i porten/overgangsstrækningen til anlægsstrækningen.

I dette kapitel beskrives de overordnede erfaringer med ITS systemerne, som er opnået gennem arbejdet med evalueringerne af de fire anlægsprojekter.

15.1 Dynamisk hastigheds- og vognbanestyring

- Dynamisk hastighedsstyring synes at have en begrænset effekt og ringe efterlevelse blandt trafikanterne. Generelt kører trafikanterne efter forholdene (trafiktætheden) - og ikke efter tavlerne.

- Som nævnt i kapitel 8 er ITS systemernes algoritme til dynamisk hastighedsstyring baseret på trafikanternes valg af hastighed. Således omsættes den målte hastighed i et snit til en tavlevisning. For C55 tavler med hastighedsspring på 10 km/t nedskiltes en tavle fra 60 km/t til 50 km/t, når trafikanternes målte hastighed er mindre end 55 km/t. Omvendt skiltes op fra 50 km/t til 60 km/t, når trafikanternes målte hastighed i et snit er højere end 55 km/t. Det betyder, at selve trafikstyringen reelt er begrænset, idet det er trafikanterne, der styrer C55 tavlerne og ikke omvendt. Ved et hastighedsspring på 10 km/t oplevede trafikanterne at hastighedsbegrænsningen for ofte ”fløj” op for umiddelbart efter at blive sat ned igen. Bl.a. af den årsag blev hastighedsspringene ændret til 20 km/t, og senere – alene på M10, Etape 2 - til 30 km/t. Et større hastighedsspring på C55 tavlerne giver færre ændringer i visningerne, men det betyder også, at trafikanterne reelt er nødsaget til at overskride hastighedsbegrænsningen yderligere (med i alt 15 km/t), hvis hastighedsbegrænsningen eksempelvis skal øges fra 50 til 70 km/t. I situationer med kø/køvarsel vil tavlesnit opstrøms køen dog nedskiltes uanset trafikanternes hastighed.

- Det er vigtigt, at en nedskiltning af hastighedsbegrænsningen begrundes. Fx arbejdskørsel, fok på vejen, ulykke, tæt trafik. Det giver højere troværdighed og bedre efterlevelse blandt trafikanterne.

- Hvis en elektronisk tavle ikke bidrager med ny information bør den slukkes (blankes). En elektronisk C55 tavle på en strækning, som i øvrigt er skiltet med en fast tavle, fx 80 km/t, bør være slukket, når den ikke bruges. Tavlen

bør kun være aktiv, når der nedskiltes. Derved bliver tavlen mere synlig for trafikanterne, og giver større opmærksomhed, når den er i brug.

- Når hastighedsbegrænsningen nedskiltes på en elektronisk tavle, bør eventuelle faste tavler, på rampetilkørsler nedstrøms den elektroniske tavle, tildækkes.

- På regulære strækninger giver faste C55 tavler samme hastighedsniveau som VMS tavler.

- I porten (overgangstrækning fra fx 110 til 80 km/t) har elektroniske tavler (lysende, men ikke nødvendigvis dynamiske) en god effekt i forhold til at få hastigheden reduceret, idet tavlerne er mere tydelige - ikke kun i mørke, men også i dagslys.

Figur 90. *Eksempel på brug af vognbanesignaler ved sporbortfald (M60). I situationen opstår der en bagendekollision, da trafikant i 3. spor standser op og holder under vognbanetavlen for at lave vognbaneskift.*

- Vognbanestyring fungerer fint ved lav trafikintensitet, men knap så godt ved høj trafikintensitet. Ved høj intensitet observeres uhensigtsmæssig fletteadfærd og vognbaneskift samt en generel dårlig trafikafvikling. En tavle (fast eller dynamisk) der beskriver, at man skal holde vognbane frem til fletning synes at fungere bedre.

- Brug af dynamisk LED E16 tavle til angivelse af vognbaneforløb ved overledning og reversible spor er en god løsning, eftersom vognbaneforløbet nemt kan ændres. Trafikanterne forstår dog ikke tavlen i en situation, hvor nogle

spor er spærret, med mindre der samtidig er en fysisk (TMA) afspærring af sporet.

15.2 Hændelsesdetektering og trafikovervågning

Et af formålene med at etablere et ITS system på anlægsstrækningerne var at kunne overvåge trafikken og hurtigt detektere hændelser, så trafikanterne kunne varsles om uheld, havarerede køretøjer og lignende, og så redning og oprydning hurtigt kunne iværksættes og koordineres.

De væsentligste erfaringer er, at:

- God kameradækning og tilstrækkelig bemanding hos T.I.C er vigtig.

- Det er vigtigt, at T.I.C. kan se den konkrete hændelseslokalitet på video, og på den måde følge udviklingen i hændelse og trafikafvikling. Derfor bør "video-huller" (delstrækninger uden kameradækning) på anlægsstrækningen undgås.

- Hurtig og ikke mindst præcis detektering hos T.I.C. kan have indflydelse på, hvor hurtigt trafikmeldinger, manuelt satte C55 tavler og brug af varsling på infotavler, kan iværksættes.

- En hurtig detektering hos T.I.C. vil have positiv effekt på koordinering af redning, trafikafvikling mv., idet T.I.C. har muligheden for at få overblik over den aktuelle trafiksituation, og for vurdering af, hvad der er brug for i tilknytning til hændelsen.

- Beredskab/redning bliver ofte kontaktet af trafikanterne på lokaliteten inden for få minutter efter en hændelse. Alligevel vurderes det, at en hurtigere/automatisk hændelsesdetektering hos T.I.C. i nogle tilfælde vil kunne forkorte beredskabets redningstid, og altså være en fordel.

- Det anbefales at implementere automatisk hændelsesdetektering på steder, hvor trafikafviklingen er følsom, og hvor detektordata muliggør en løbende præcis overvågning.

- Helt generelt vil bedre sammenhæng mellem hændelser, hastighed og information medfører en større nøjagtighed og dermed troværdighed af ITS systemet. Troværdighed er helt afgørende for trafikanternes respekt for systemet.

15.3 Nye anlægsprojekter – Anbefalinger

Baseret på erfaringerne fra de gennemførte anlægsprojekter, og de under anlægsarbejderne anvendte ITS systemer, listes følgende generelle anbefalinger i forhold til trafikledelse og trafikovervågning.

- Som udgangspunkt anvendes faste hastighedstavler. I porten, dvs. i overgangen til anlægsstrækningen, anvendes lysende tavler - men ikke nødvendigvis dynamiske tavler - for at tydeliggøre nedskiltning til ny hastighedsbegrænsning.

- VMS tavler (C55) benyttes på steder, hvor hastighedsgrænsen lejlighedsvis og kortvarigt ønskes ændret. Det kan fx være ved arbejdskørsel. VMS tavlerne skal være blanke, når ikke de benyttes. Når de er tændt, og der nedskiltes, skal undertavle, der begrunder nedskiltningen, anvendes.

- Infotavler benyttes på strategiske steder til generel information til trafikanterne om den aktuelle trafiksituation og eventuelt kommende trafikomlægninger.

- Eventuel brug af dynamisk hastighedsstyring kræver forbedrede algoritmer, således at tavlerne er i overensstemmelse med de trafikforhold trafikanterne reelt oplever. Hvorvidt det vil forbedre trafikanternes efterlevelse af C55 tavlerne er uvist og bør derfor undersøges.

- Hvis trafikafviklingen på strækningen er følsom overfor hændelser, hvad den ofte er, bør strækningen overvåges tæt vha. detektordata og videokameraer. Der bør implementeres automatisk hændelsesdetektering, tilstrækkelig bemanding hos T.I.C. samt højt beredskab og mulighed for hurtigt redning/oprydning.

- Hændelser følges tæt. Antal og hændelsestype (uheld, påkørsel af afspærringsmateriel, tabt gods mv.) bør løbende registreres, så fejl og uhensigtsmæssigheder hurtigt kan udbedres.

- Målte rejsetider observeres og analyseres løbende ud fra fx GPS-data fra Hastrid.

- Hvis muligt forbydes særtransporter i dagtimerne (hvis færre end 3 smalle spor i køreretningen).

- Hvis muligt overvejes etablering af rampelukning/rampedosering til forbedring af trafikafviklingen på selve strækningen.

Bilag 1 De 4 anlægsstrækninger, karakteristika

	M40	M60	M10	M14
Anlægsperiode og og varighed	2013-2014 15 mdr.	2012-2013 20 mdr.	Entr. 1&2: 2013-2015 (29 mdr.) Entr. 3&4: 2014-2017 (ca. 40 mdr.)	2013-2016 (39 mdr.)
Anlægsstrækning (ca. længde)	10 km	13 km	Entr. 1&2: 8,5-10 km Entr. 3&4: 5,5 km	4,3 km
ITS på anlægsstrækning	Ingen*	Middel grad** Variable hast. tavler pr. 800-900 m, 3 infotavler (portal) i hver køreretning	Entr. 1&2: Variable hast. tavler pr. 500-600 m, 4 infotavler (galge) i hver køreretning Entr. 3&4: 1 infotavle (galge) Mindre grad *** nordgående	Meget høj grad**** 7 infotavler (portal) i hver køreretning, hver med 2 VMS hast. tavler. Én portaltavle pr. 560-870 m
Sporkonfiguration	4+0	4+0, 3+1, 2+2 (skiftende)	Entr. 1&2: 3+3 Kortvarigt: 2+4 & 5+1	2+2
Vognbaner pr. køreretning	2	2	Entr. 1&2, 3&4: 3 Entr. 4: Reversible vognbaner (4+3) (maj-aug. 2017) Entr. 3&4: 3+3	2
Trafikmængde (max registreredede flow)	4+0, Østgående retning m/overledning: 3.550 pe/time	3+1, sydgående retning m/løsrevet spor: 3.500-3.700 pe/t 4+0, sydgående retning u/overledning, sporreduktion opstrøms: 4.000-4.200 pe/t 2+2, sydgående retning m/ sporreduktion opstrøms: 3.675 pe/t	Entr. 1&2: 4.200-5.500 pe/t 3+3: 2+4, nordgående retning m/1 løsrevet spor+ 2 alm. spor: 5.130 pe/t Entr. 3&4: - 3+3:	2+2, sydgående retning: 3.000-3.400 pe/t

Fortsættes...

	M40		M60		M10		M14	
Hastighedsgrænse	80 km/t (fast)		80 km/t (variable)		Entr. 1&2:	80 km/t (variabel) 80 km/t (fast) 50 km/t (VMS v/arbejdskørsel)	80 km/t (variabel)	
					Entr. 3&4:	80 km/t (fast) 50 km/t (VMS v/arbejdskørsel		
Vognbanebredde	Venstre:	270 cm (2013) 255 cm (2014)	Venstre:	275 cm (4+0) 290 cm (3+1)	Entr: 1&2:	Venstre: 250 cm Midt: 275 cm Højre: 300 cm	Venstre: Højre:	250-275 cm 300 cm
	Højre:	290 cm (2013) 315 cm (2014)	Højre:	300 cm	Entr: 3&4:	Venstre: 250 cm Midt: 275 cm Højre: 300 cm		
Midteradskillelse (type og bredde)	Gul bjælke & kantlinier	b = 90 cm (2013) b = 135 cm (2014)	3+1: Faner pr. 20 m på bred kantlinie	b = 40 cm	Entr. 1&2: Eksisterende midterrabat m/autoværn.	b = 600 cm	Eksisterende midterrabat m/autoværn.	b = 300 cm
					Gul bjælke & kantlinier (4+2 & 5+1)	b =	Midlertidigt autoværn & kantlinier	b = 1-6 m
			4+0: Steler pr. 30 m & kantlinier	b = 40 cm	Entr. 3&4: Eksisterende midterrabat m/autoværn.	b = 600 cm		

Fortsættes…

	M40		M60		M10		M14	
Antal tilkørsler (incl. rasteplads)	I alt 4:	2 østgående 2 vestgående	I alt 5:	3 sydgående 2 nordgående	Entr. 1&2: Entr. 3&4:	I alt 6: 3 nordgående 3 sydgående I alt: 4 2 nordgående 2 sydgående	I alt: 7	3 nordgående 4 sydgående
Nødspor, –rabat el. anden rabat (køreretning og bredde)	Varierende i de forskellige faser	b = 0-2 m	Varierende i de forskellige faser	b = 0-2 m	Entr. 1&2, 3&4: Begge retninger	b = varierende	Begge retninger	b = varierende
Forsætninger	2	Ved overledning og tilbageledning	Få	Periodevis	Entr. 1&2, 3&4:	Mange	Få	(periodevis)
Anlægsarbejde i midt	Nej		Ja		Entr. 1&2, 3&4:	Ja	Ja	

*__M40__: Ingen ITS på selve anlægsstrækningen. I overgangen til anlægsstrækningen blev der i begge køreretninger etableret variable hastighedstavler i 3-4 snit suppleret med infotavler (galger) til rejsetidsinformation og køvarsling.

** **M60** Ud over ITS på selve anlægsstrækningen blev der i overgangen til anlægsstrækningen etableret variable hastighedstavler i op til 5 snit i begge køreretninger. Desuden rejsetidsinfo og køvarsling i 3 snit i sydgående køreretning (M60) og i 2 snit i nordgående (på hhv. M40 og M50).

*** **M10** *Entr. 1&2:* Ud over ITS på selve anlægsstrækningen blev der i nordgående køreretning - i overgangen til anlægsstrækningen - etableret 1 infotavle på hhv. M20, M30, M10 samt 3 flytbare VMS hastighedstavler. I sydgående køreretning blev der i overgangen til anlægsstrækningen ligeledes etableret 1 infotavle og 3 snit med flytbare VMS hastighedstavler. *Entr. 3&4:* På selve anlægsstrækningen er der faste hastighedstavler. I overgangen til anlægsstrækningen blev der i 3 snit etableret variable hastighedstavler på stander i hhv. nord- og sydgående køreretning. Desuden rejsetidsinfo i 4 snit sydgående og i 1 snit nordgående (på hhv. M20 og M30).

***__M14__ Foruden ITS på selve anlægsstrækningen blev der i overgangen til anlægsstrækningen i 6 snit nordgående og 7 snit sydgående etableret variable infotavler (galge) og variable hastighedstavler. I yderligere 1 snit i hver køreretning blev der etableret variable hastighedstavler i vejsiden.

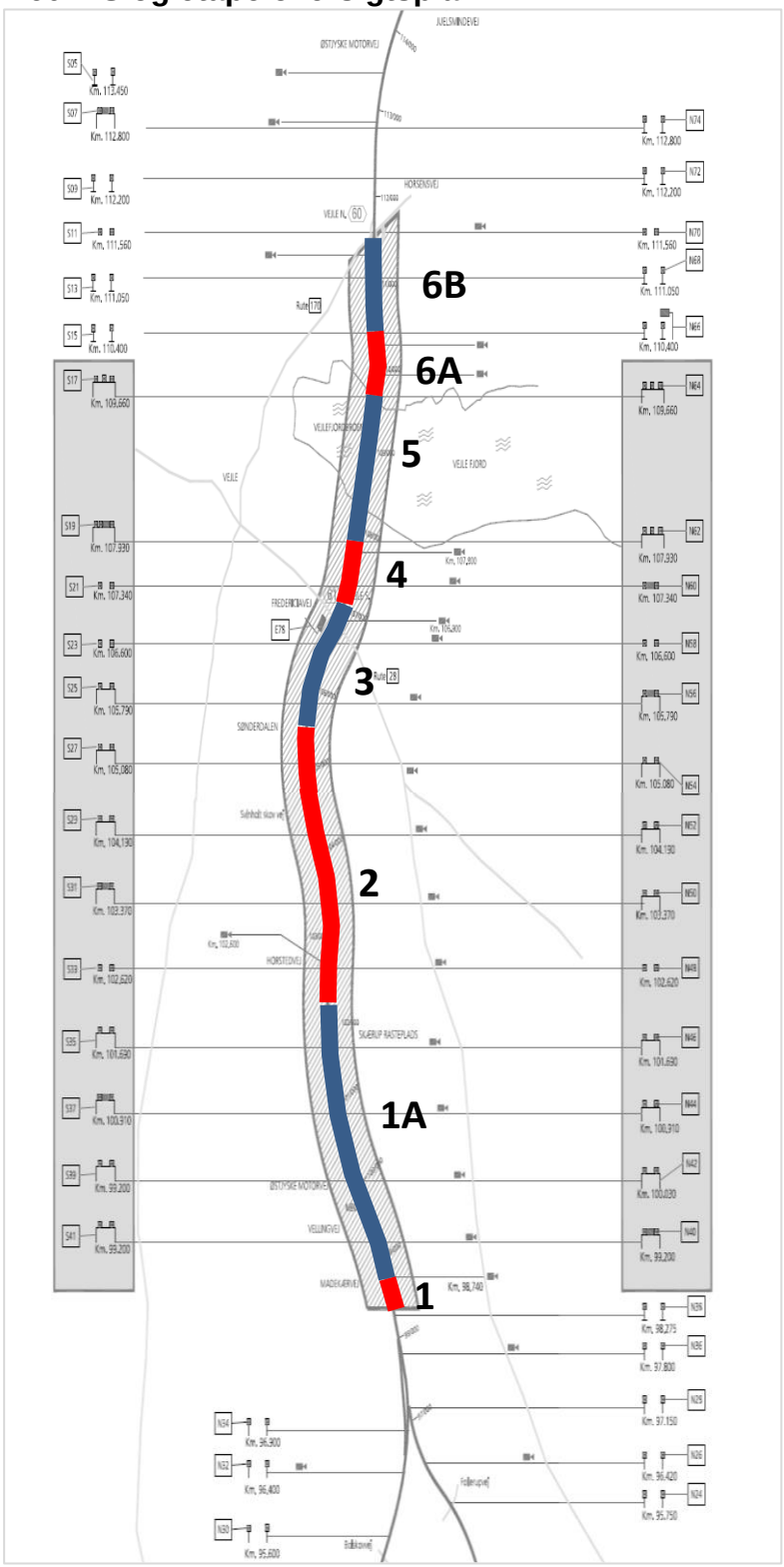
Fortsættes...

	Anslået ÅDT på anlægsstrækningen i år…							
Anlægsstræk-ning	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
M40	55.000	56.000	57.000	59.000	60.000	64.000	67.000	68.000
M60	64.000	66.000	66.000	68.000	73.000	78.000	82.000	86.000
M10 (Etape 1&2)	87.000	88.000	90.000	90.000	93.000	98.000	101.000	106.000
M14	60.000	63.000	63.000	63.000	64.000	65.000	69.000	70.000

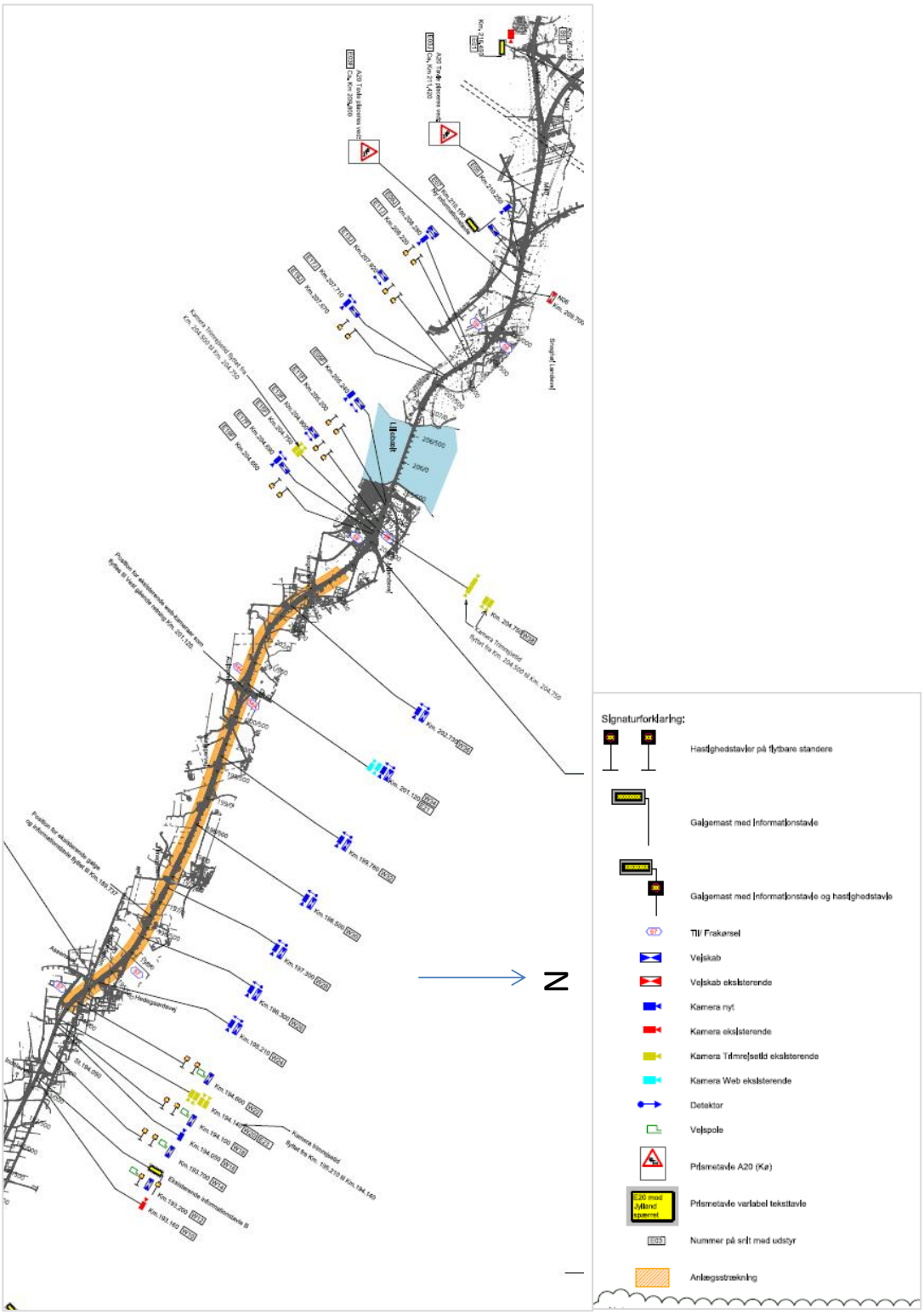
Anslået ÅDT på anlægsstrækningerne i perioden fra 2010-2017. Anlægsperioderne er markeret med gråt.

Bilag 2 ITS- og etape oversigt

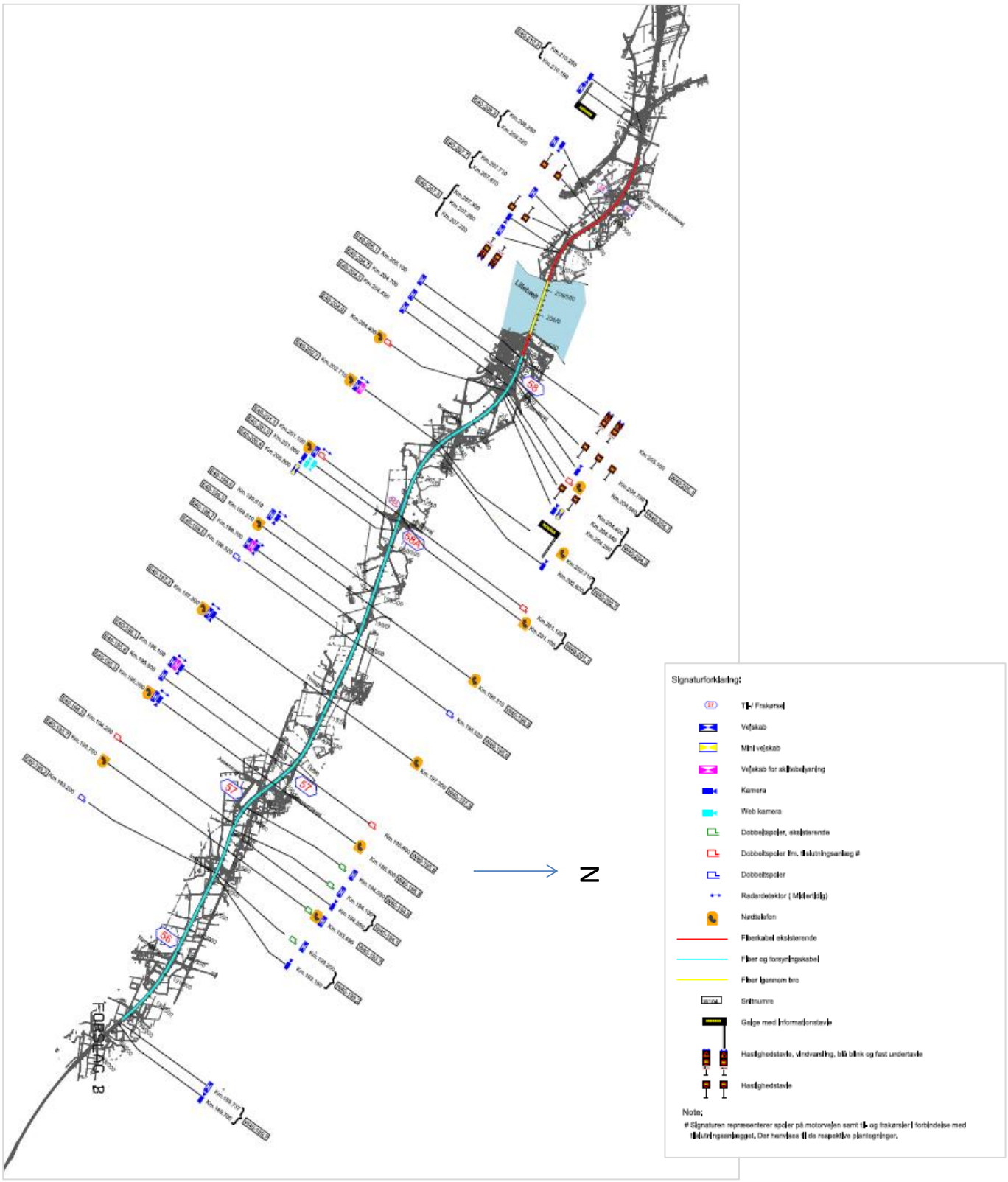
M60 ITS og etape oversigtsplan



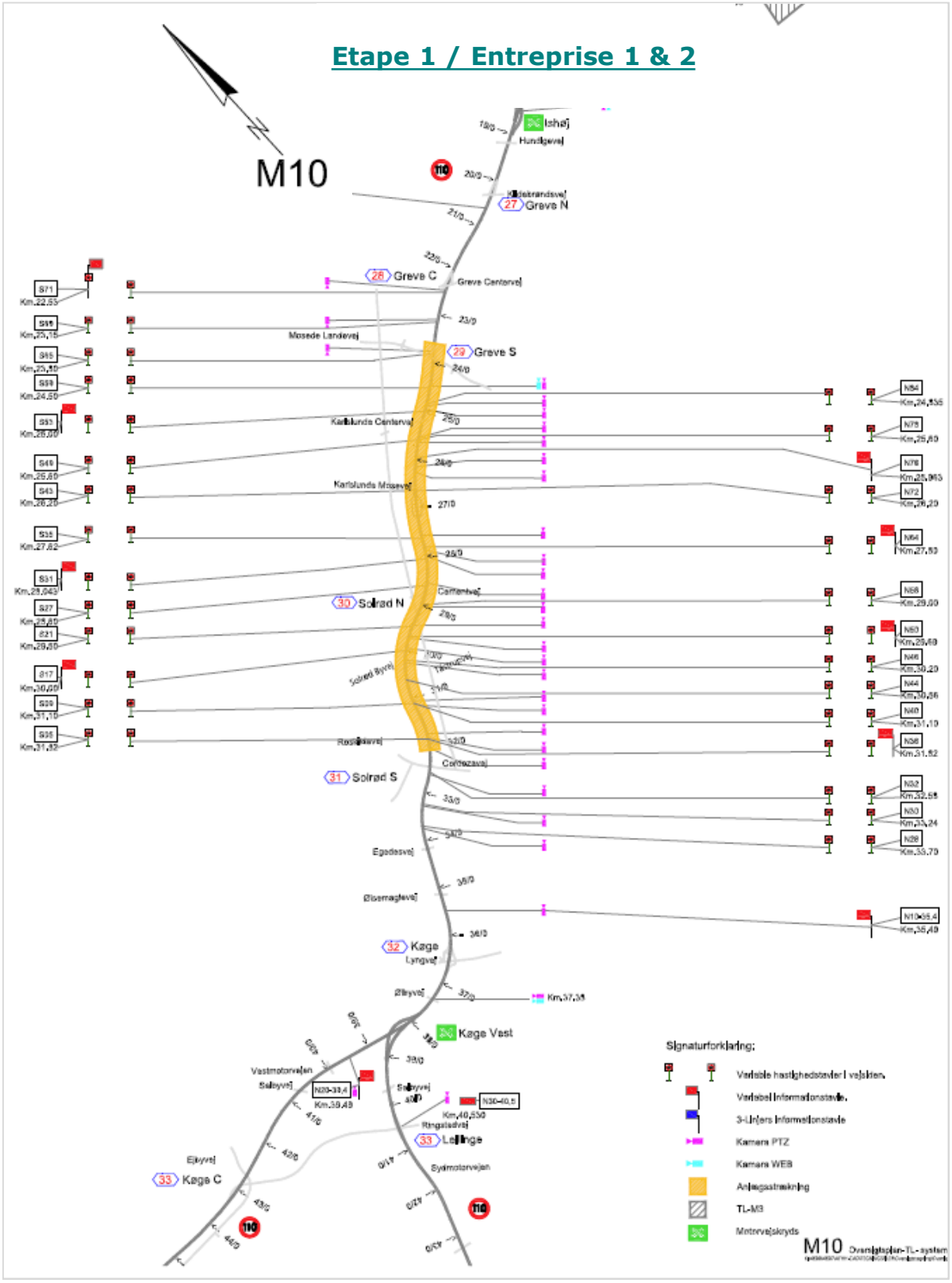
M40 ITS oversigtsplan 2013

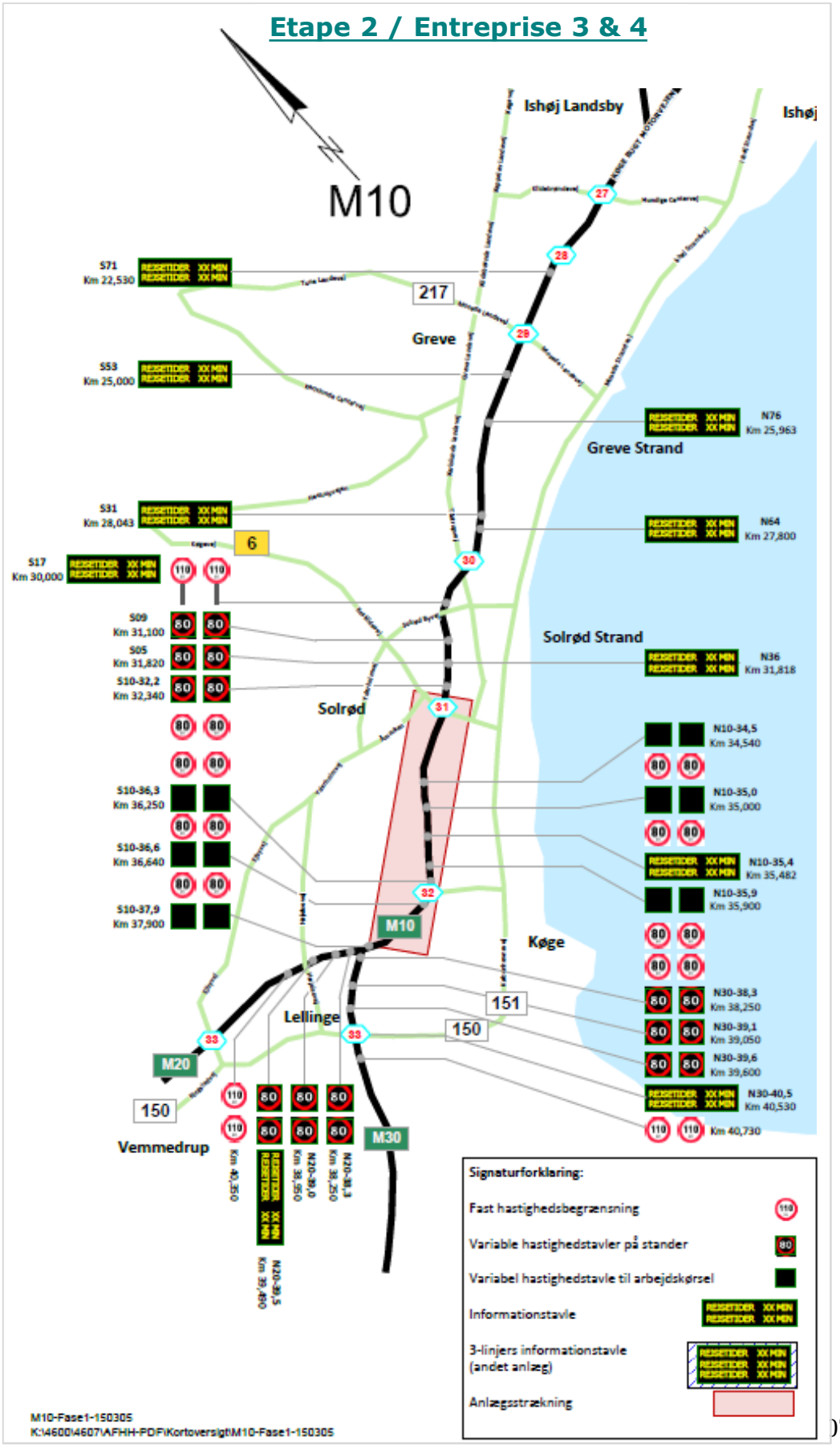


M40 ITS oversigtsplan 2014

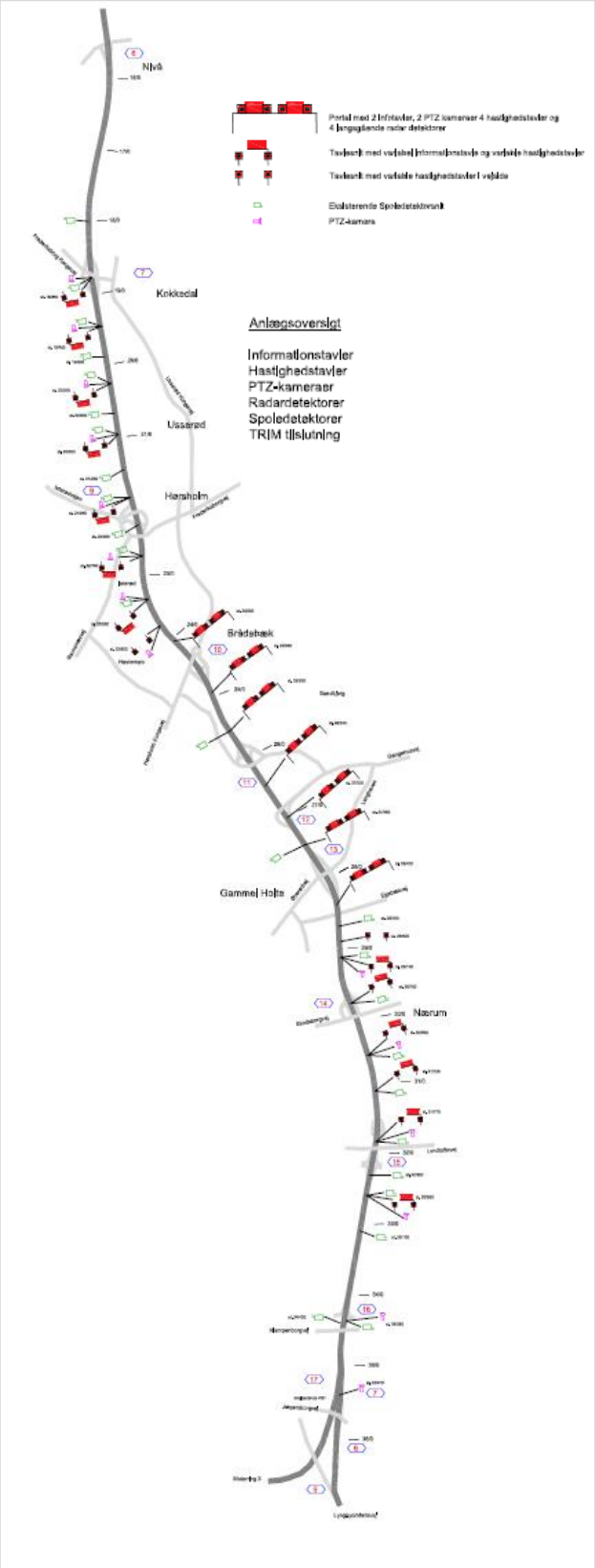


M10 ITS og etape oversigtsplaner




Etape 2 / Entreprise 3 & 4
M10
Ishøj Landsby
Ishøj
Greve
Greve Strand
Solrød Strand
Solrød
Køge
Lellinge
Vemmedrup
M10
M20
M30
217
6
150
151
150
S71 Km 22,530
S53 Km 25,000
S31 Km 28,043
S17 Km 30,000
S09 Km 31,100
S05 Km 31,820
S10-32,2 Km 32,340
S10-36,3 Km 36,250
S10-36,6 Km 36,640
S10-37,9 Km 37,900
N76 Km 25,963
N64 Km 27,800
N36 Km 31,818
N10-34,5 Km 34,540
N10-35,0 Km 35,000
N10-35,4 Km 35,482
N10-35,9 Km 35,900
N30-38,3 Km 38,250
N30-39,1 Km 39,050
N30-39,6 Km 39,600
N30-40,5 Km 40,530
Km 40,730
Km 40,350
N20-38,0 Km 38,550
N20-38,3 Km 38,250
N20-39,5 Km 39,490
Signaturforklaring:
Fast hastighedsbegrænsning
Variable hastighedstavler på stander
Variabel hastighedstavle til arbejdskørsel
Informationstavle
3-linjers informationstavle (andet anlæg)
Anlægsstrækning
M10-Fase1-150305
K:\4600\4607\AFHH-PDF\Kortoversigt\M10-Fase1-150305

M14 ITS oversigtsplan



Bilag 3 Evalueringsnotater

M60

Trafik- og hastighedssituationen inden bagendekollision. Erfaringer fra de fire anlægsprojekter
Trafitec, 5. maj 2017

Hastighedsprofil frem mod kø - Brug af Hastrid-data fra M40 og M60 til at vurdere hastigheder ved hændelser
Trafitec, 7. september 2016

Evaluering af anlægsprojekt M60 - Skærup – Vejle Nord. Sammenfatningsrapport
Trafitec/Tetraplan, 26. januar 2016

M60 – fremkommelighed - Før, under og efter anlægsarbejdet Skærup – Vejle N
Trafitec, 12. november 2015

Udvidet uheldsanalyse på M60. Uddybende analyse af uheld på anlægsstrækningen
Trafitec, maj 2015

M60 - Fremkommelighed under anlægsarbejde - Analyse baseret på Hastrid data
Trafitec, 18. februar 2014)

Analyse af hændelser på M60 – Tid for detektering og oprydning
Trafitec, februar 2014)

Brugertilfredshed blandt trafikanterne
Tetraplan, juni 2014

Tilfredshed blandt de "professionelle" brugere
Tetraplan, juni 2014

Trafikoverflytning mellem M60 og parallelruter
Tetraplan, juni 2014

Uheldsanalyse på M60 - Trafiksikkerhed under anlægsarbejdet ved Vejle
Trafitec, 26. juni 2014

Fremkommelighed på M40 og M60 i 4+0 situation - Analyser baseret på Hastrid data
Trafitec, december 2013

Sideværtsplacering på M40 og M60 - Trafikanternes placering i venstre spor
Trafitec, februar 2014

Hændelser på M60 – Tre cases.
Trafikantadfærd, funktion af ITS-system, T.I.C. og beredskab
Trafitec, juli 2013

M60 Udbygningsprojekt med TL - Analyser af hastighed og trafikflow
Trafitec, 25. juni 2013

Sideværtsplacering i forhold midterafmærkning - Resultater fra M60
Trafitec, 29. oktober 2012

Evaluering af gul svelle - Undersøgelse af trafikantadfærd ved benyttelse af gul svelle med påsat N42 afmærkning på M60 Skærup-Vejle
Trafitec, 10. august 2012

M40

Trafik- og hastighedssituationen inden bagendekollision.
Erfaringer fra de fire anlægsprojekter
Trafitec, 5. maj 2017

Hastighedsprofil frem mod kø - Brug af Hastrid-data fra M40 og M60 til at vurdere hastigheder ved hændelser
Trafitec, 7. september 2016

Evaluering af anlægsprojekt M40, Nr. Aaby–Middelfart, Sammenfatningsrapport
Trafitec, 26. januar 2016

Uheldsanalyse på M40 - Trafiksikkerhed under anlægsarbejdet på Vestfyn
Trafitec, januar 2016

M40 – Hændelser og udvalgte cases
Trafitec, 21. januar 2016

Trafik på alternative ruter
Trafitec, 1. december 2015

M40 rejsehastighed og rejsetid før/under/efter udvidelse
Trafitec, 30. november 2015

M40 Uheldsnøgletal, opdatering november 2015
Trafitec, 25. november 2015

Forsøg med afmærkning under slidlagsarbejde. Test af pilafmærkning på M40
Trafitec, 8. juli 2015

M40 Sporbortfald og sportilføjelse. Sporbenyttelse og adfærd
Trafitec, 23. april 2015

M40 – Hastighedsdæmpende tiltag. Effektevaluering
Trafitec, 5. februar 2015

Kapacitet og adfærd. Driftsarbejde på Ny Lillebæltsbro, 2013 & 2014
Trafitec, 4. februar 2015

Hastighed på Ny Lillebæltsbro. Hastighed under driftsarbejdet juni/juli 2014. Baseret på Din fart og videoregistrering
Trafitec, 4. februar 2015

Trafikanttilfredshed under udvidelsen af M40 – 2014
Trafitec, 17. december 2014)

Nøgletal
Trafitec, marts/april/maj/juni/juli, august, september, oktober 2014

M40 gns. hastighed maj 2013 og 2014
Trafitec, maj 2014 (ad hoc opgørelse)

Fremkommelighed på M40 og M60 i 4+0 situation – Analyser baseret på Hastrid data
Trafitec, december 2013

Sideværtsplacering på M40 og M60 - Trafikanternes placering i venstre spor
Trafitec, februar 2014

Trafikanttilfredshed under udvidelsen af M40 – 2013
Trafitec, februar 2014

Tryghed og tilfredshed blandt professionelle brugere af M40. Fokusgruppeinterview med tilsyn, entreprenører, beredskab og T.I.C.
Trafitec, november 2013

Gul svelle - Erfaringer med gul svelle som midteradskillelse på M40
Trafitec, december 2013 (rev. marts 2016)

Trafikdata vedr. sammenfletning M40 østgående
Trafitec, december 2013 (ad hoc)

M40 sporfordeling uge 44 og uge 50
Trafitec, december 2013 (ad hoc opgørelse)

Brug af nødlommer på M40
Trafitec, november 2013

Uheld på M40 - Analyse af uheld i anlægsperioden 2013
Trafitec, 21. november 2013

Målte hastigheder på M40
Trafitec, 28. oktober 2013 (ad hoc)

Tryghed og tilfredshed blandt brugere af M40.
Spørgekort og spørgeramme for interviews
Trafitec, september 2013

M10

Adfærd, afmærkning og hændelser.
Udvalgte observationer - Reversible vognbaner på M10
Trafitec, 22. august 2017

M10 – Etape 1 med 4 smalle spor, 110 km/t. Opdatering af uheldsdata
Trafitec, 31. juli 2017 (ad hoc)

Forsinkelsesomkostninger som følge af uheld
Trafitec, juni 2017

M10 - Trafikanttilfredshed 2017
Trafitec, 26. juni 2017

Trafik- og hastighedssituationen inden bagendekollision.
Erfaringer fra de fire anlægsprojekter
Trafitec, 5. maj 2017

Evaluering af anlægsprojekt M10 Greve S – Solrød S – Sammenfatningsrapport
Trafitec, 3. april 2017

M10 - smalle spor med 110 km/t
Trafitec, 31. marts 2017

M10 Uheldsnøgletal
Trafitec, januar/december 2016

M10–Rejsetid og trafik. Anlægsarbejdet <29> Greve S-<31a> Solrød S (Etape 1)
Trafitec, 16. januar 2017

M10 – Hastighed og adfærd ved hændelser, Udvalgte cases
Trafitec, 13. december 2016

M10 – Trafikanttilfredshed 2016
Trafitec, 13. december 2016

Uheldsanalyse på M10. Trafiksikkerhed under anlægsarbejdet på Entreprise 1+2 mellem Greve og Solrød.
Trafitec, 15. september 2016.

Indtegning af uheld ved indfletning fra ramper under anlægsarbejdet på M10, Entreprise 1+2. Bilag til "Uheldsanalyse på M10 – Trafiksikkerhed under anlægsarbejdet på Entreprise 1+2 mellem Greve og Solrød".
Trafitec, 15. september 2016.

M10 – Arbejdsudkørsel fra midt.
Ny undersøgelse af arbejdsudkørsel fra midterrabat
Trafitec, 17. august 2016

M10 Hastighed og sporbenyttelse,
Entreprise 1 og 2: 4 spor, hastighedsbegrænsning 110 km/t
Trafitec, marts 2016

M10 - Tilkørselsrampe <30>, sydgående
Trafitec, 2013 / 27. januar 2016 (ad hoc opgørelse)

M10 Uheldsnøgletal
Trafitec, juni/august/september/oktober/november/december 2015

M10 - Trafikanttilfredshed 2015
Trafitec, 22. december 2015

M10 – Udkørsler fra midt
Trafitec, 20. oktober 2015 (ad hoc opgørelse)

Trafikflytning som følge af sporbortfald på M20
Trafitec, 12. august 2015

M10 Uheldsnøgletal, Anlægsperioden 2013-2015
Trafitec, 4. juni 2015

M10 – Trafikanttilfredshed 2014
Trafitec, 13. maj 2015

Evaluering af ITS på Køge Bugt Motorvejen – Trafik på Parallelruter
Tetraplan, april 2015

M10 Trafik på parallelruter
Tetraplan, april 2015

M10 – Evaluering af arbejdsudkørsel fra midterrabat
Trafitec, 20. januar 2015

M10 Rumlestriber – Hastighed og adfærd
Trafitec, 31. oktober 2014

Uheldsscreening M10 – 2013
Trafitec, 19. marts 2014

M10 - Midlertidig vognbaneafmærkning
Trafitec, 11. december 2015 (rev. marts 2016)

Trafikanttilfredshed under udvidelsen af Køge Bugt Motorvejen
Trafitec, februar 2014

M14

Trafik- og hastighedssituationen inden bagendekollision.
Erfaringer fra de fire anlægsprojekter
Trafitec, 5. maj 2017

Uheldsanalyse på M14 - Trafiksikkerhed under anlægsarbejdet på Helsingørmotorvejen mellem Hørsholm og Gl. Holte
Trafitec, 2. maj 2017

Evaluering af anlægsprojekt M14, Sammenfatningsrapport
Trafitec, 13. marts 2017

M14 – Rejsetid, trafik og kapacitet
Trafitec, 21. november 2016

M14 – Rejsetider 2012-2016
Trafitec, 18. november 2016

M14 - Hændelser og udvalgte cases. Beskrivelse af hændelser og udvalgte cases under anlægsarbejdet
Trafitec, 31. marts 2016

Uheldsanalyse af M14. 2007-2011 vs. 2012 (uden/med ITS)
Trafitec, 27. juli 2015

M14 Uheldsnøgletal. Anlægsperioden 2013-2015
Trafitec, 4. juni 2015

Evaluering af ITS på Helsingørmotorvejen - Trafik på parallelruter
Tetraplan, april 2015

Evaluering af ITS på Helsingørmotorvejen - Trafikanttilfredshedsundersøgelse 2014
Tetraplan, april 2015

ITS på M14. Tilfredshed blandt professionelle brugere
Tetraplan, marts 2014

Evaluering af ITS på Helsingørmotorvejen – Trafikanttilfredshed
Tetraplan, marts 2014

Uheldsscreening M14 - 2013
Trafitec, 7. marts 2014

Evaluering af ITS på Helsingørmotorvejen – Fremkommelighed
Tetraplan, november 2013

M14 – Helsingørmotorvejen, Analyse af GPS-data til vurdering af rejsetider i 2011 og 2012 (med/uden ITS)
Trafitec, 21. oktober 2013

M14 – ITS projekt. Foreløbige resultater af de trafikale effekter
Trafitec, 5. februar 2013

ITS – Helsingørmotorvejen. Evaluering af trafikanttilfredshed
Trafitec, november 2012

Øvrige notater

Kapacitet på motorveje. Kapacitet ved kortvarige afspærringer og forskellige sporkonfigurationer.
Trafitec, 24. august 2015.