

## **Evaluering af VMS tavler på M4**

Forsøg med nedskiltning af hastighed ved arbejdskørsel



Poul Greibe  
Belinda la Cour Lund

3. december 2012

# Indhold

<b>Sammenfatning .....</b>	<b>3</b>
<b>Indledning .....</b>	<b>4</b>
<b>Gennemførelse .....</b>	<b>5</b>
<b>Resultater .....</b>	<b>7</b>
Hastighedsmålinger .....	7
Adfærdsstudier.....	12
<b>Bilag 1.....</b>	<b>20</b>
<b>Bilag 2.....</b>	<b>21</b>

## Sammenfatning

Trafitec har for Vejdirektoratet undersøgt trafikanternes adfærd i forbindelse med VMS tavler til midlertidig reduktion af hastigheden ved arbejdskørsel ud fra midterrabatten på motorvej.

VMS tavlerne har været testet på M4 d. 30. oktober 2012 i 4 perioder á 5 min samt en efterfølgende periode på sammenlagt 65 min. VMS tavlerne viser 50 km/t når de aktiveres. Når de er slukket er den gældende hastighedsgrænse 80 km/t.

I forbindelse med at tavlerne har været aktiveret har der været én arbejdskørsel ind/ud af arbejdszonen (fra midterrabat).

Hastighedsmålinger tæt ved VMS tavlen viser, at tavlerne (når de er tændt) reducerer gennemsnitshastigheden med ca. 13 km/t (fra 75 til 62 km/t). 85% fraktilen reduceres med 9 km/t (fra 83 – 74 km/t).

I forbindelse med selve ind/ud-kørsel fra arbejdszonen ses i flere tilfælde en markant hastighedsreduktion blandt køretøjerne på motorvejen. Dette gælder både når lastbilen kører fra motorvej og ind i arbejdszonen (skiltet hastighed 80 km/t), og når lastbilen kører fra arbejdszonen og ud på motorvejen igen (hastighed nedskiltet til 50 km/t). Det tyder på, at lastbilens manøvre i forbindelse med både ud- og indkørsel sker på en sådan måde, at de øvrige bilisternes hastighed og valg af kørsel påvirkes.

Adfærdsobservationerne tyder dog på, at kørsel ud af arbejdszonen tilsyneladende sker uden problematiske følger for trafikken på motorvejen. Ved kørsel ud af arbejdszonen, er hastigheden nedskiltet til 50 km/t, og chaufførerne har mulighed for selv at vurdere trafiksituationen inden de kører ud på motorvejen.

I fire ud af de fem kørsler fra motorvejen ind i arbejdszonen er den skiltede hastighed 80 km/t. Arbejdskøretøjerne skal ud i det hurtige spor for at komme ind i arbejdszonen. Når arbejdskøretøjerne således bliver nødt til at bremse inden de kører ind i arbejdszonen, betyder det samtidigt at bagvedkørende trafikanter også må bremse. Ved kørsel ind i arbejdszonen er der i én af de fem kørsler registreret en problematisk indkørsel. Her foretager et arbejdskøretøj et hurtigt vognbaneskift tæt på arbejdszonen, ind foran en bil i det hurtige spor. Bilen i det hurtige spor bremser som følge heraf forholdsvist kraftigt, og vælger efterfølgende, at foretage et vognbaneskift mod højre.

## Indledning

I forbindelse med udvidelsen af M4 ønsker Vejdirektoratet at bruge VMS tavler til midlertidig reduktion af hastighedsgrænsen fra 80 til 50 km/t ved arbejdskørsel ud fra midterrabatten.

For at undersøge hvordan det praktisk kan lade sig gøre, og for at belyse de trafikale effekter ved brug af VMS i forbindelse med arbejdskørsel, er der gennemført en test af brug af tavlerne.

Nærværende rapport belyser VMS tavlernes effekt på trafikanterne hastighedsadfærd samt adfærden i forbindelse med ud/indkørsel fra arbejdszonen i midterrabatten.

## Gennemførelse

Test af tændte VMS tavler ved arbejdskørsel ud fra arbejdszone i midterrabat på M4 blev gennemført tirsdag d. 30. oktober mellem kl. 10 og 13.

Testens primære fokus var at evaluere systemets funktionalitet samt procedure ved tænd/sluk i forhold til entreprenør og TIC.

VMS tavlerne blev i testen tændt i 4 perioder à 5 min samt efterfølgende i en længere periode på 65 min. I samme tidsrum har der været 5 transporter ind/ud af arbejdszonen.

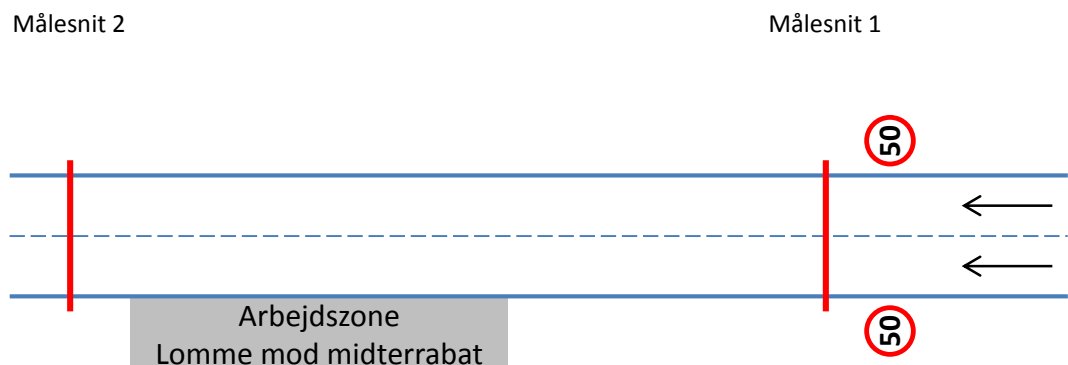
Under testen blev hastigheder og trafikanternes adfærd observeret.

Strækningen er nedskiltet til 80 km/t med faste tavler pr ca. 1200m. VMS tavler med 50 km/t visning er placeret på steder i begge vejsider.

Hastigheden blev målt vha. sidemonteret radar i to målesnit, se figur 1. I bilag 1 ses en mere detaljeret skitse af lokaliteten. Umiddelbart efter målesnit 2 findes en forsætning (s-kurve).

Målingerne er lavet som enkeltkøretøjsmåling. Der måles hastigheder for begge baner samlet, dvs. hastighedsdata ikke kan knyttes til den enkelte vognbane. Der skelnes i data ikke mellem forskellige køretøjskategorier.

Samtidig er strækningen videofilmet for, at kunne observere og dokumentere trafikanternes adfærd når VMS tavlen er i brug, samt adfærden ved ind/ud kørsel fra arbejdszonen.



Figur 1. Skitse af lokalitet med VMS tavle og arbejdszone i form af lomme mod midterrabat.

Testen forløb som skitseret i nedenstående tabel med angivelse af hvornår lastbilen har kørt ud/ind af arbejdszonen, og hvornår VMS tavlen med 50 km/t har været tændt.

Klokkeslæt	Lastbil ud/ind af arbejdszone	VMS
10:14	Ind	
11:05		Tændt
11:07	Ud	
11:10		Slukket
11:16	Ind	
11:20		Tændt
11:21	Ud	
11:25		Slukket
11:29	Ind	
11:33		Tændt
11:34	Ud	
11:38		Slukket
11:43	Ind	
11:45		Tændt
11:46	Ud	
11:50		Slukket
11:52		Tændt
12:03	Ind	
12:27	Ud	
12:57		Slukket

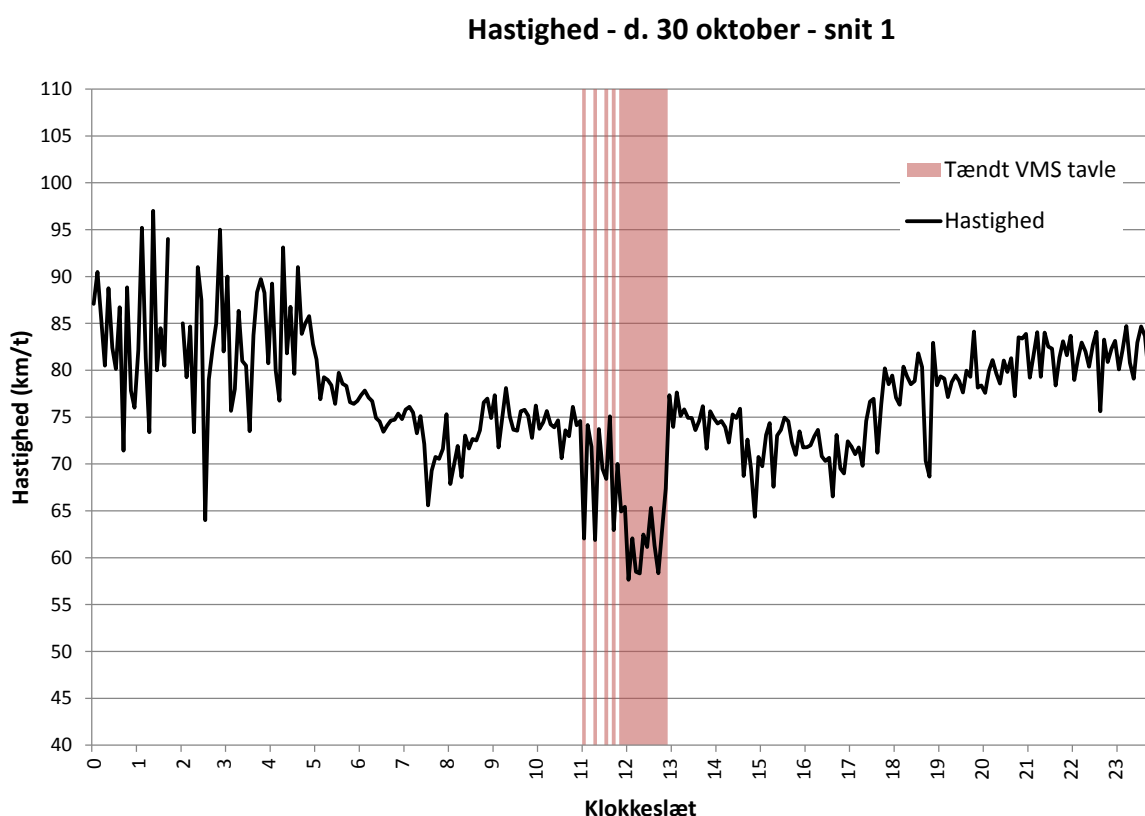
Tabel 1. Tidspunkter for tændt/slukket VMS tavle samt ud/ind kørsel fra arbejdszonen.

# Resultater

## Hastighedsmålinger

I dette afsnit præsenteres resultaterne fra hastighedsmålingerne. Der fokuseres primært på resultaterne fra snit 1 (målesnit tættest på VMS tavlerne).

Figur 2 viser den målte hastighed over hele døgnet fra d. 30. oktober.



Figur 2. Målt hastighed over hele døgnet d. 30. oktober. Perioder med tændt VMS er markeret med rødt.

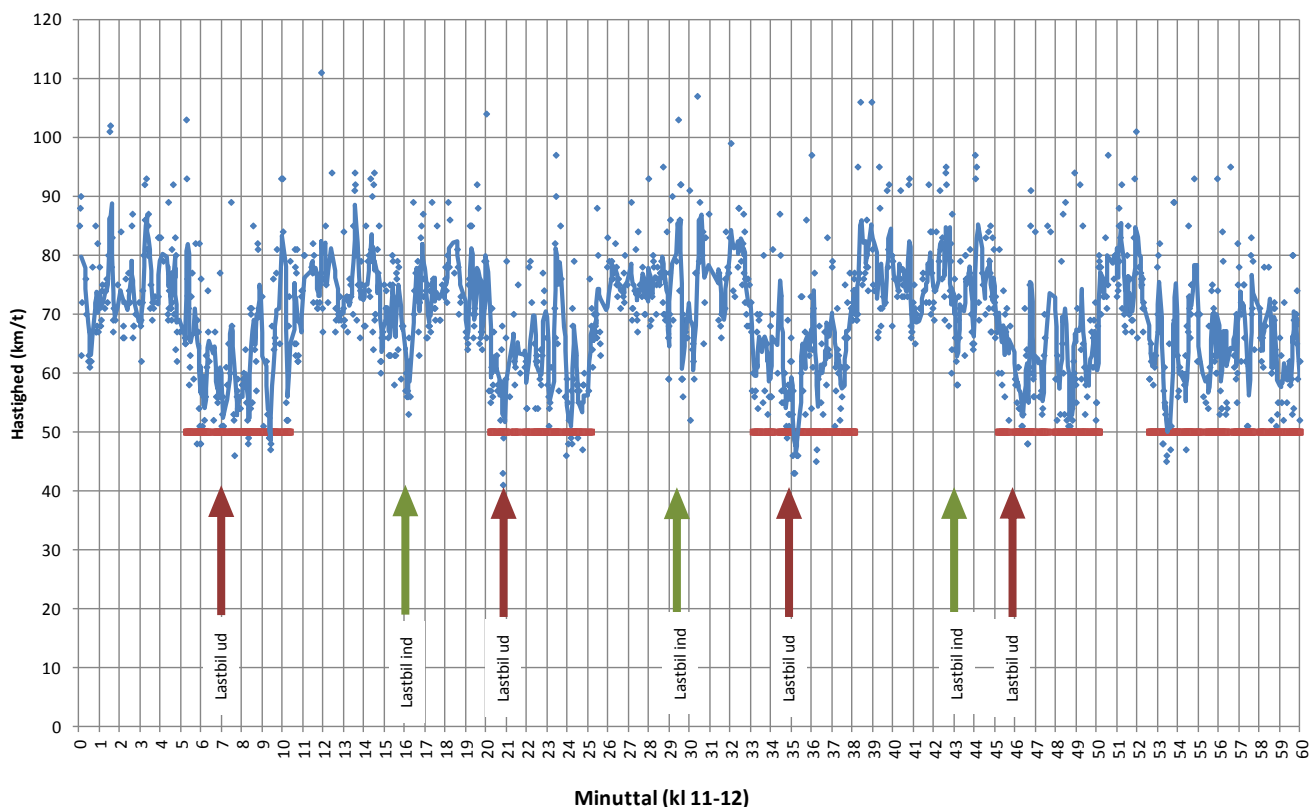
Generelt ligger hastighedsniveauet i dagtimerne uden for myldretiden på ca. 75 km/t. I aften/nat perioderne er hastighedsniveauet noget højere, ca. 80-85 km/t.

De perioder hvor VMS tavlerne har været tændt er markeret med rødt på figuren. Som det ses, er der først 4 korte perioder (å 5 min) efterfulgte af en længevarende periode på 65 min med tændt VMS tavle. Hastigheden i disse perioder ligger noget lavere.

En mere detaljeret opgørelse over perioden fra kl. 11-12 hvor VMS tavlerne har været tændt i 4 perioder (å 5 min) er vist i figur 3. De røde vandrette linier viser hvornår VMS tavlen har været tændt. Derudover er tidspunkter for lastbilens

ind/ud kørsel markeret. Hver blå prik er den målte hastighed for ét køretøj og den blå linie er et løbende gennemsnit baseret på 5 køretøjer. Tilsvarende figurer for hele perioden kl.10:00-13:30 for både snit 1 og snit 2 er vist i bilag 2.

### Målesnit 1 - kl. 11-12



Figur 3. Målt hastighed (snit 1) mellem kl. 11 og kl. 12. Rød vandret linie indikerer tændt VMS.

Der ses en tydelig hastighedsreduktion for de perioder hvor VMS tavlen er tændt i forhold til perioder hvor den er slukket. Lastbilens ind/ud kørsel påvirker tillige hastigheden. Specielt når lastbilen kører ind i arbejdszonen ses nogen turbulens i hastighederne. De målte hastighedsændringer ved ind/ud kørsel ligger i flere tilfælde på 10-15 km/t.

En beregning af gennemsnitshastigheden for perioder med tændt/slukket VMS tavle er vist i tabel 2 (kun snit 1).

Hver periode er nummereret som vist i tabellen, startende med en periode på 5 min før tavlen tændes første gang (periode 0) samt en periode på 10 min efter tavlen slukkes for sidste gang (periode 10). I tabellen angives endvidere antal køretøjer i perioderne samt den beregnede 85% fraktil.



Periode	VMS tavle	Periode længde	Antal ktj	Gns. Hast (km/t)	85% fraktil (km/t)
0	Slukket	5 min	106	74	83
1	Tændt	5 min	120	62	76
2	Slukket	10 min	209	73	81
3	Tændt	5 min	93	62	72
4	Slukket	8 min	156	75	83
5	Tændt	5 min	114	63	73
6	Slukket	7 min	152	76	84
7	Tændt	5 min	100	63	76
8	Slukket	2 min	52	76	83
9	Tændt	65 min	1473	62	72
10	Slukket	10 min	232	76	85

Tabel 2. Trafik og hastighedsdata for perioder med tændt/slukket VMS tavle (snit 1)

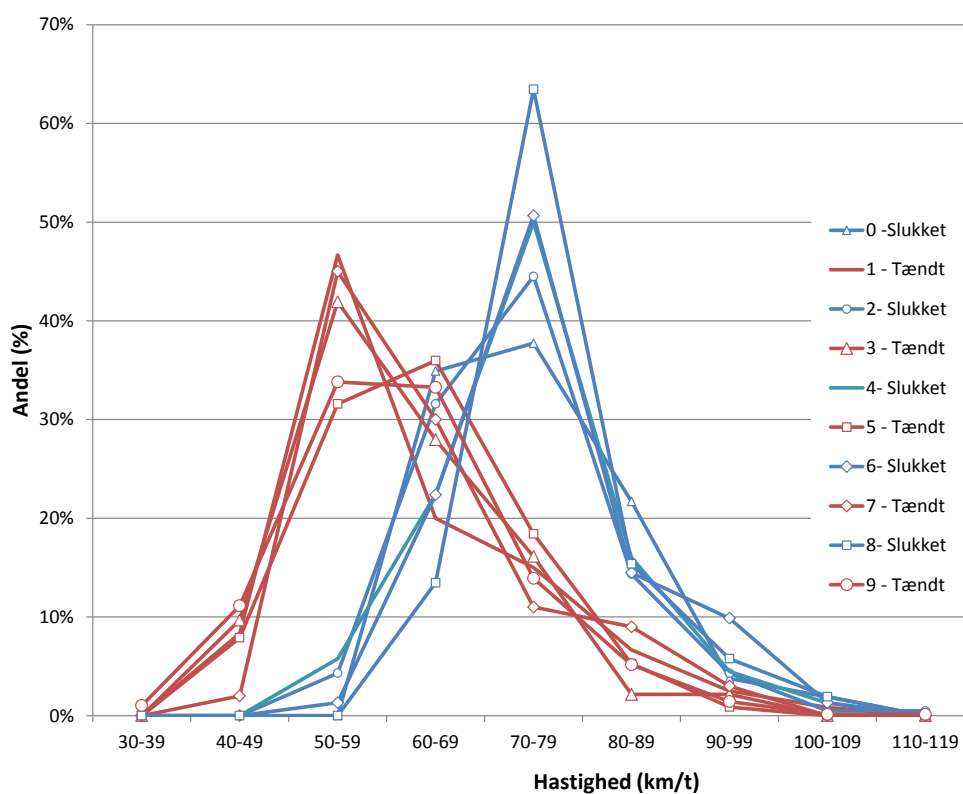
Gennemsnit af alle perioder med tændt VMS tavle er på 62 km/t, mens den er 75 km/t når tavlen er slukket. Tavlen reducerer således gennemsnitshastigheden med ca. 13 km/t.

85% fraktilen er målt til 74 km/t ved tændt tavle og 83 km/t ved slukket tavle. Forskellen i 85% fraktilen er således ca. 9 km/t.

Ses alene på perioder med tændt VMS er gennemsnitshastigheden og hastighedsfordelingen nogenlunde ensartet. Det på trods af, at lastbilenes tilstedeværelse i arbejdszonen med tændt VMS har varieret noget. Det samme gælder for perioder med slukket VMS. Det at lastbilen holder i arbejdszonen med blink påvirker således ikke hastigheden markant. Kun i forbindelse med ind/udkørslen ses en hastighedsforskel.

Hastighedsdata fra snit 2 viser at hastighedsniveauet her generelt er noget lavere, hvilket formentlig skyldes den nærværende liggende s-kurve. Gennemsnitshastigheden i perioder med slukket VMS er målt til 68 km/t, mens den er 56 km/t ved tændt VMS. Effekten af VMS tavlen er således en reduktion på ca. 12 km/t.

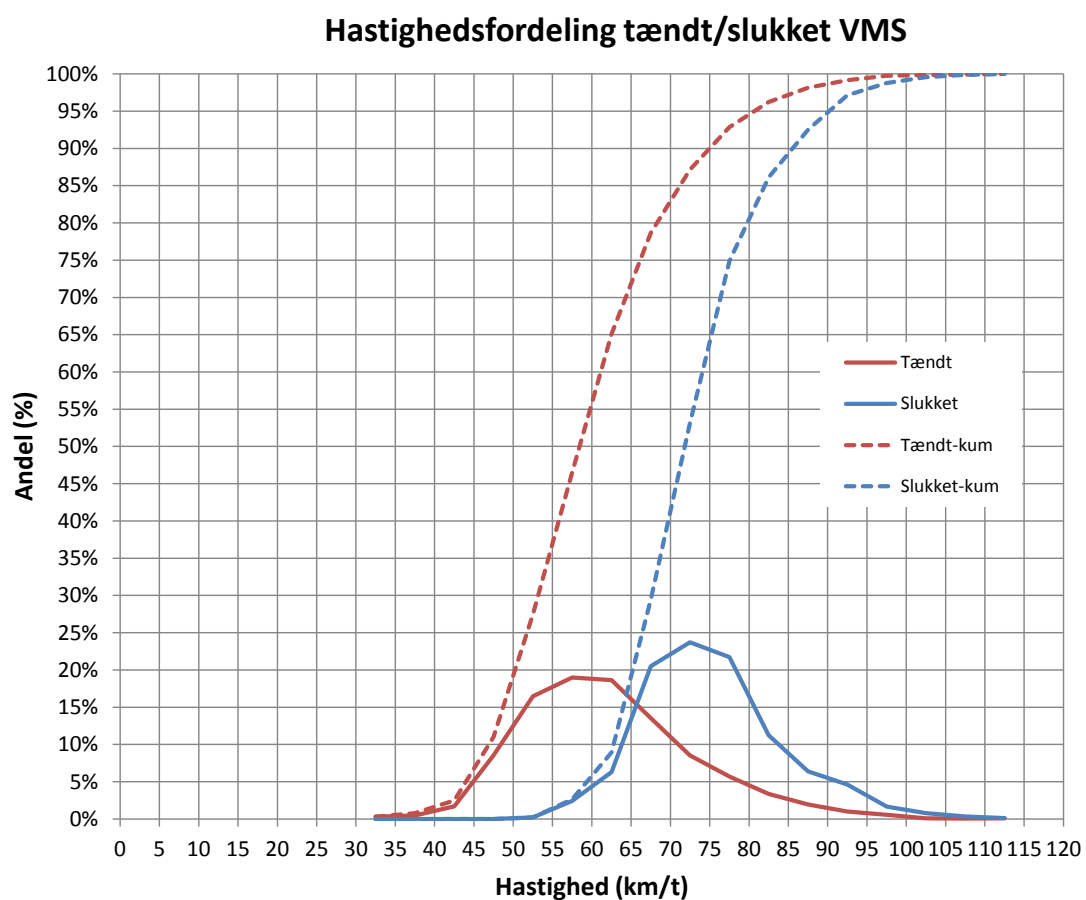
Figur 4 viser hastighedsfordelingen i snit 1 for de nævnte perioder opdelt på tændt/slukket VMS. Der ses en tydelige forskydning af hastighedsfordelingen ved tændt VMS i forhold til slukket VMS.



Figur 4. Hastighedsfordeling i de forskellige perioder med tændt/slukket VMS.

En samlet hastighedsfordeling for perioder med tændt/slukket VMS er vist i figur 5. Figuren viser tillige den kumulerede fordeling.

Som det ses, er der i perioder med tændt VMS en lidt større spredning i hastigheden i forhold til slukket VMS.



Figur 5. Hastighedsfordeling samlet for tænd/slukket VMS tavle (snit 1).

## Adfærdsstudier

Der er lavet adfærdsobservationer på stedet i perioden kl. 10.00-13.00. I samme tidsrum er der lavet videooptagelser af strækningen fra to forskellige positioner. Det ene videokamera filmer variable tavler der aktiveres ved arbejdskørsel, se foto 1. Det andet videokamera dækker en strækning på ca. 80 m før, og 150 m efter arbejdszonen se foto 2.

Formålet med adfærdsobservationerne er, at registrere samspilsadfærden mellem ind- og udkørende lastbiler fra arbejdszonen på motorvejen. Når et arbejdskøretøj er klar til at køre ud fra arbejdszonen, nedsættes hastigheden på motorvejen i en periode på 5 min. fra 80 til 50 km/t, hvorefter chaufføren i arbejdskøretøjet får en besked om at han må køre.



*Foto 1. Screen dump fra Videokamera 1. Bruges til at registrere hvornår VMS-tavlerne er tændt hhv. slukket.*



Foto 2. Screen dump fra Videokamera 2. Bruges til at registrere og dokumentere trafikanternes samspilsadfærd når et arbejdskøretøj kører ind/ud af arbejdszonen. Her holder arbejdskøretøjet stille i arbejdszonen.

Der er i perioden kl. 9.30- 13.00 fem situationer, hvor et arbejdskøretøj kører ind- hhv. ud af arbejdszonen. Ved kørsel ud af arbejdszonen nedsættes hastigheden til 50 km/t på strækningen, mens hastigheden ved indkørsel, kun nedsættes i en af de fem kørsler. Når hastigheden er nedskiltet, får chaufføren i arbejdskøretøjet besked om at de må køre. Der går ca. 1-2 minutter fra hastigheden skiltes ned, til arbejdskøretøjet kører ud på motorvejen. Ingen af disse situationer fører til konfliktende samspilsadfærd med de øvrige trafikanter på motorvejen.

Hastighedsmålingerne viser, at trafikanterne på motorvejen nedsætter deres hastighed når VMS tavlerne tænder. Ligeledes tyder adfærdsobservationerne på, at trafikanterne på motorvejen er opmærksomme, og tilpasser deres kørsel efter forholdene, når der holder et arbejdskøretøj i midterrabatten. For foto af de fem ind- hhv. udkørsler til/fra arbejdszonen se foto 3-12.

Registrering af ind- og udkørende arbejdskørsel i perioden kl. 9.30-13.00		
Lastbil kører ind	Lastbil holder	Lastbil kører ud
10:14	10:14:00-11:07	11:07
11:16	11:16:00-11:21	11:21
11:29	11:30:00-11:34	11:34
11:43	11:43:00-11:46	11:46
12:03	12:03-12:27	12:27

Tabel 3. Registrering af tidsperioder hvor der er arbejdskørsel til/fra arbejdszonen

I fire af de fem situationer hvor et arbejdskøretøj skal ind i arbejdszonen, bliver hastigheden ikke automatisk nedskiltet. I tre af disse situationer er det konstateret, at medtrafikanter foretager en reaktion som følge heraf. I to situationer foretager bagvedkørende en opbremsning som følge af at arbejdskøretøjet skal ind i arbejdszonen. Ingen af disse situationer vurderes som problematiske (se foto 3 og 9). I den sidste situation kører arbejdskøretøjet i det langsomme spor. Kort før arbejdszonen blinker køretøjet, aktiverer bremsen og foretager et hurtigt vognbaneskift mod venstre ind foran en personbil som bremser forholdsvis kraftigt op, se foto 7.

I tidsperioden 11:52-12:57, hvor VMS tavlen er tændt permanent er registreret én arbejdskørsel til/fra arbejdszonen. Begge kørsler foregår uden at være til synlige gene for andre medtrafikanter.

Adfærdsregistreringerne tyder på at udkørsler, hvor hastigheden midlertidigt er nedskiltet fra 80 til 50 km/t foregår uden det er til unødige gene for medtrafikanterne. Det skyldes formentlig en kombination af den nedskilte hastighed og, at chaufførerne ved kørsel ud af arbejdszonen har mulighed for, at vurdere trafiksituationen inden de kører ud på motorvejen.

Kørsler fra motorvejen til arbejdszonen sker i fire ud af fem kørsler ved en hastighedsbegrænsning på 80 km/t. I én af disse kørsler må en medtrafikanter foretage en forholdsvis kraftig opbremsning som følge af, at arbejdskøretøjet foretager et vognbaneskift fra det langsomme spor ind i arbejdszonen over en forholdsvis kort strækning.

Det skal pointeres at adfærdsundersøgelsen er foretaget på et meget begrænset antal kørsler.



*Foto 3. Indkørsel nr. 1. Arbejdskøretøj sætter hastigheden ned for at kunne komme ind i arbejdszonen, hvilket medfører at bagvedkørende bil også må bremse. Situation vurderes ikke som problematisk. Hastighedsbegrænsning er 80 km/t.*



*Foto 4. Udkørsel nr. 1. Lastbil kører ud fra arbejdszonen uden at være til gene for andre trafikanter. Hastigheden på strækningen er nedskiltet fra 80 til 50 km/t.*



*Foto 5. Indkørsel nr. 2. Lastbil kører ind i arbejdszonen uden konfliktende adfærd med andre trafikanter.*



*Foto 6. Udkørsel nr. 2. Lastbilchauffør har fået besked om at hastigheden er ned-sat fra 80 til 50 km/t og tilpasser sin kørsel ud fra arbejdszonen så den ikke er til gene for andre trafikanter.*





*Foto 7. Indkørsel nr. 3. Den indkørende lastbil foretager et hurtigt vognbaneskiift ind foran personbil som bremser og vælger at foretage et vognbaneskiift mod højre. Den skilte hastighed er her 80 km/t.*



*Foto 8. Udkørsel nr. 3. Uproblematisk udkørsel. Hastigheden er nedskiltet fra 80 til 50 km/t.*



*Foto 9. Indkørsel nr. 4. Den indkørende lastbil blinker til venstre og nedsætter hastigheden kort før indkørsel til arbejdsområdet, hvilket medfører at to bagvedkørende personbiler må bremse. Ingen alvorligt konfliktende adfærd. Skiltet hastighed er 80 km/t.*



*Foto 10. Udkørsel nr. 4. Lastbil blinker og trækker ud, uden at være til gene for andre trafikanter på motorvejen. Hastigheden er nedskiltet til 50 km/t.*

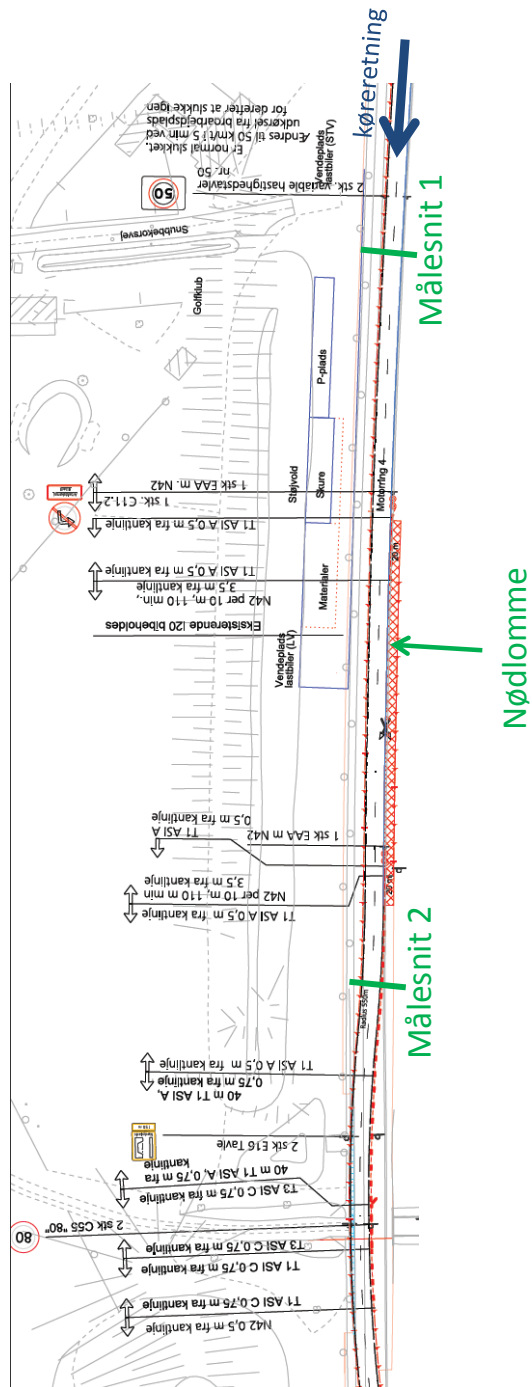


*Foto 11. Indkørsel nr. 5. Lastbil blinker til venstre, nedsætter hastigheden og kører ind i arbejdszonen uden at være til synlig gene for andre trafikanter. Hastighedsbegrænsning på 50 km/t.*



*Foto 12. Udkørsel nr. 5. Lastbil blinker til venstre, accelererer op og kører ud på motorvejen. Hastighed er nedskiltet til 50 km/t. VMS på 50 km/t i én hel time i træk.*

# Bilag 1



## Bilag 2

Målt hastighed i snit 1 og snit 2 mellem kl. 10:00 og 13:30. Perioder med tændt VMS er markeret på figuren sammen med tidspunkter for ud/ind kørsel af arbejdskøretøj.

