

Fartdæmpning ved vejarbejde på motorvej – IDÉ udvikling

Evaluering af test på rute 16 - Hillerød Motorvejen



Lene Herrstedt
Poul Greibe

25. oktober 2012

Titel: Fartdæmpning ved vejarbejde på motorvej IDE udvikling – Evaluering af test på Rute 16 Forfatter(e): Herrstedt & Greibe Publiceringsdato: oktober 2012 Sprog: dansk Antal sider: 42 Rekvirent/finansiel kilde: Vejdirektoratet Projekt: Fartdæmpning ved Vejarbejde. IDE udvikling. Vejdirektoratet. Kvalitetssikring: L. Herrstedt, P. Greibe, B. Lund Emneord: fartdæmpning, vejarbejde, trafikssikkerhed	Title: Speed reduction at road works on motorways. Development of Ideas – Test Evaluation on Route 16 Author(s): Herrstedt & Greibe Report date: October 2012 Language: Danish No. of pages: 42 Client/financial source: Danish road Directorate Project: Speed reduction at road works. Development of Ideas. Danish Road Directorate. Quality management: L. Herrstedt, P. Greibe, B. Lund Key words: speed reduction, road work, road safety
Rapporten kan hentes fra www.trafitec.dk. Copyright © Trafitec Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.	The report can be acquired from www.trafitec.dk. Copyright © Trafitec Reprinting material from this publication must include a complete reference to original source.

Indhold

Sammenfatning og konklusion	5
1. Baggrund og introduktion	7
2. Test Program	9
2.1 Basisopstilling – Opstilling 1	9
2.2 Mobile rumlestribes (Road Quake)	10
Opstilling 2	10
Opstilling 3	11
Opstilling 4	12
Opstilling 5	13
2.2. Mobile rumlestribes kombineret med SÆNK FARTEN.....	14
Opstilling 6	14
Opstilling 6a	15
Opstilling 7	16
Opstilling 7a	17
Opstilling 8	18
Opstilling 8a	19
Opstilling 9	20
2.3. Elektroniske VMS eller faste C55 tavler?	21
Opstilling 10	21
2.4. Mobilt arbejdslys – PowerMoon.....	22
Opstilling 11	22
2.5 Registreringer	23
3. Resultaterne af udførte tests	25
3.1 Observationer under afvikling af testprogram	25
3.2 Hastighedsmålinger	37
Referencer	41
Bilag - Trafikdata	42

Sammenfatning og konklusion

I de senere år er antallet af overskridelser af hastighedsgrænser ved vejarbejder vokset til fare og ulempe for andre trafikanter og for vejarbejderne. På denne baggrund har Vejdirektoratet igangsat et projekt til udvikling og afprøvning af ideer til hastighedsdæmpning på motorveje i forbindelse med vejarbejder.

Der er udarbejdet et IDE-katalog (reference 1). Nogle af ideerne er testet i forbindelse med et vejarbejde på Hillerødmotorvejen (rute 16) ved Fiskebækbroen i nordgående køreretning i august/september 2012. Testen inkluderer udlægning af mobile rumlestriber både alene og i kombination med SÆNK FARTEN vist på display ved for høje hastigheder, brug af elektroniske VMS-hastighedstavler som supplement til de faste tavler samt mobilt arbejdslys i mørke. Testprogrammet inkluderer i alt 14 opstillinger, hvoraf de 4 kun er testet i mørke.

De enkelte opstillinger er løbende observeret og fotograferet undervejs i testprogrammet med henblik på afdækning af eventuelle praktiske problemer med holdbarheden i opstillingernes elementer.

Med det formål at dokumentere hvordan de forskellige opstillinger påvirker hastigheden frem mod vejarbejdet, er der i hele forsøgsperioden foretaget hastighedsmålinger i de samme 3 målesnit fordelt på de sidste cirka 300 meter frem mod overføringen af de nordgående kørespor. Målingerne er foretaget med radar i begge spor samtidig og er ikke sporopdelte.

Resultater af observationerne undervejs i testen:

- Rumlestriberne forskubbes af trafikken. De kan derfor ikke ligge i et helt døgn af gangen uden reetablering.
- Rumlestriberne skubbes mest i det højre kørespor, hvor de tunge køretøjer er. Det er også her trafikmængden er størst.
- Når tunge køretøjer passerer rumlestriberne, kan der for hver hjulpassage ses en lille flytning af rumlestriber i køreretning (kan observeres visuelt på stedet)
- Rumlestriberne skubbes mest i området omkring 70 km tavlen og lidt mindre omkring 50 km tavlen.
- Der er observeret bremsespor fra tunge køretøjer ved striberne i højre spor, muligvis som følge af en bevidst saboterende adfærd, som man kender fra f.eks. slangemålinger.
- Der er flere gange observeret personbiler som fra det højre spor kører ud i nødsporet for at undgå passage af rumlestriberne

Resultater af hastighedsmålinger:

Hastighedsændringerne er generelt små (uanset opstilling) hvorfor det kan være svært at se et klart entydigt mønster. Resultaterne kan opsamles i følgende punkter:

- Der kan ikke påvises nogen forskel i hastighedsadfærden afhængig af, om rumlestriben placeres med 1,5 m eller 4 m indbyrdes afstand.
- Der kan ikke påvises nogen forskel i hastighedsadfærden afhængig af, om sænk farten tavlen placeres før/efter rumlestriben.
- Der er ikke nogen entydig forskel i hastighedsadfærden afhængig af, om rumlestriben placeres ved 70 km/t eller ved 50 km/t tavlerne.
- Sænk farten tavlen synes generelt at have en positiv effekt, idet hastigheden reduceres, når den er med i opstillingen.
- C55 tavler som VMS tavler giver en god hastighedsreduktion (5-11 km/t) i forhold til de faste tavler. Dette gælder både i dagslys og i mørke.

Hastighedsdata tyder på, at der for nogle pendlerbilister har været en vis tilvænnings effekt, hvor bilisterne kører på en forventning baseret på erfaringer fra dagen/dagene før hvor de har kørt over rumlestriben og indretter sin adfærd derefter.

Det kan ikke udelukkes, at rumlestriben i sig selv bidrager til en øget opmærksomhed hos bilisterne med positiv afsmittning på trafiksikkerheden, selv om de tilsyneladende ikke resulterer i store hastighedsreduktioner.

1. Baggrund og introduktion

I de senere år er antallet af overskridelser af hastighedsgrænser ved vejarbejder vokset til fare og ulempe for andre trafikanter og for vejarbejderne.

På denne baggrund har Vejdirektoratet igangsat et projekt til udvikling og afprøvning af ideer til hastighedsdæmpning på motorveje i forbindelse med vejarbejder. Ideerne inkluderer både brug og tilpasning af eksisterende virkemidler og udvikling af nye virkemidler, som så vidt muligt *kun* påvirker de trafikanter, der i sin adfærd udviser disrespect for Vejdirektoratets anvisninger for færdselen.

Projektet udføres for Vejdirektoratet af Trafitec og arbejdet forløber i tre faser:

Fase 1: Litteraturscreening

Der er foretaget en screening af international litteratur med henblik på at opsamle ideer til potentielle virkemidler til dæmpning af bilisternes hastighed.

Fase 2: IDE- udvikling

Der blev udarbejdet et IDE- katalog for metoder til dæmpning af hastighed.

Der blev afholdt en workshop med det formål at drøfte og udvikle/videreudvikle ideer. IDE- kataloget er efterfølgende opdateret og nytilkomne ideer vil løbende blive opsamlet (reference 1).

Fase 3: Valg af ideer til test

På baggrund af fase 1 og fase 2 skal der udvælges et passende antal ideer til *hastighedsregulering*, som skal afprøves og evalueres. Et oplæg blev udarbejdet og fremsendt til brancheorganisationen for *Trafiksikkerhed og Service* til videre overvejelser (reference 2).

Ønsker/Krav til udvalgte ideer

For de ideer, der udvælges til test, er det naturligvis vigtigt at vurdere, hvordan de kan tilpasses trafiksituationen, så man undgår for kraftige opbremsninger.

Følgende ønskes opfyldt:

- De skal være ufarlige for trafikanterne
- Opstilling/nedtagning skal kunne foregå sikkert for vejarbejderne
- Skal være håndterbare – dvs. lette og hurtige at opstille og nedtage
- Skal primært være rettet mod de trafikanter, der kører for hurtigt
- Skal være harmløse – må ikke skabe vrede trafikanter
- Skal virke hastighedsreducerende effekt - både dag og nat

Fire medlemmer af brancheforeningen meldte sig som interesserede i at medvirke til videreudvikling af ideer og gennemførelse af tests: Daluiso, Dansk Vejsikring, Dansk Autoværn og LKF.

I maj 2012 blev afholdt et møde med deltagelse af Vejdirektoratet, Trafitec og de fire interessenter, hvor oplægget til *valg af ideer til test* (reference 2) blev drøftet med henblik på en afklaring af spørgsmål og en konkretisering af de praktiske muligheder og det videre forløb. På den baggrund blev der skitseret et **testprogram** med en række konkrete opstillinger til test i forbindelse med udførelse af vejarbejde på motorveje hen over efteråret 2012.

Det blev konstateret, at der var meget begrænsede muligheder for test i forbindelse med igangværende vejarbejder i efteråret 2012. Det blev derfor besluttet, at gennemføre så meget som muligt af det skitserede testprogram i forbindelse med et igangværende vejarbejde på Hillerød motorvejen.

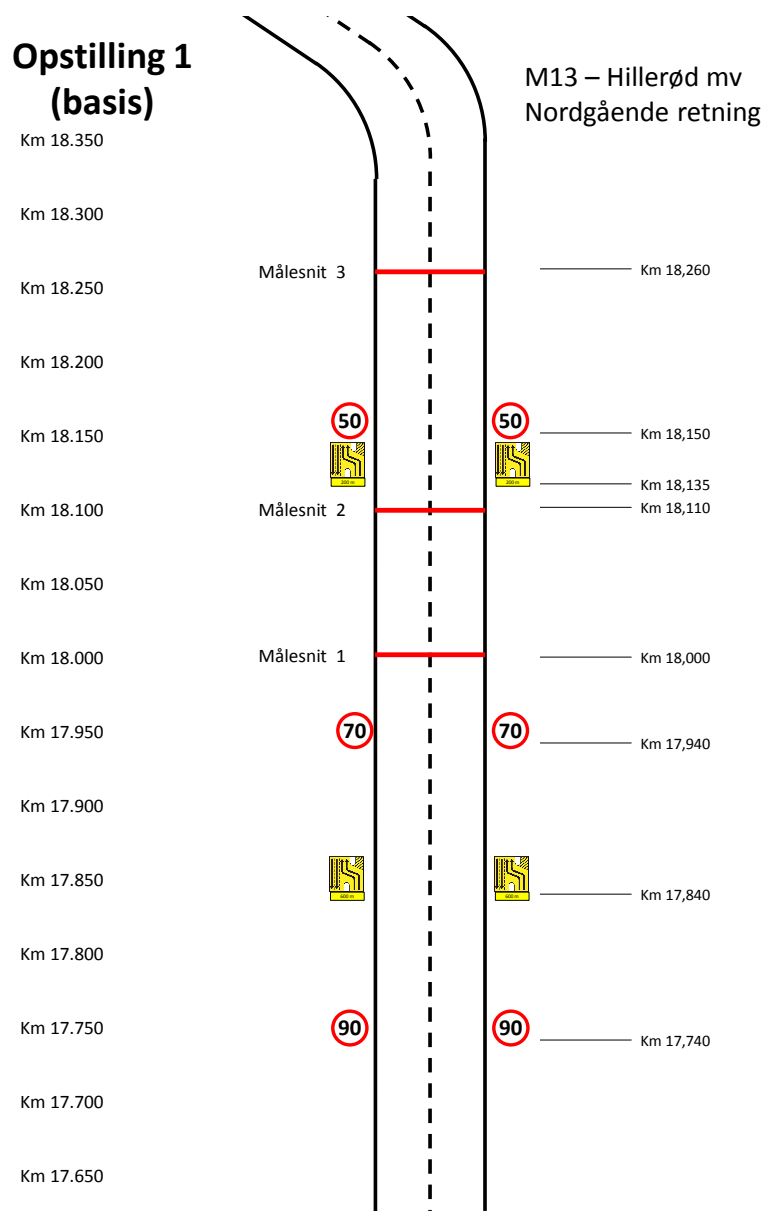
Testprogrammet er udført i forbindelse med vejarbejde på Hillerød Motorvejen (rute 16) ved Fiskebækbroen i Farum mellem frakørsel 8 og frakørsel 9 i nordgående retning mod Farum. Teststrækningen er 2-sporet.

Testprogrammet er udført af Trafitec og Daluiso. Daluiso har stået for fremskaffelse og opsætning af afmærkningsmateriel og Trafitec har stået for dataindsamling og afrapportering.

2. Test Program

Det gennemførte testprogram indeholder 14 opstillinger som er skitseret og beskrevet i det følgende.

2.1 Basisopstilling – Opstilling 1



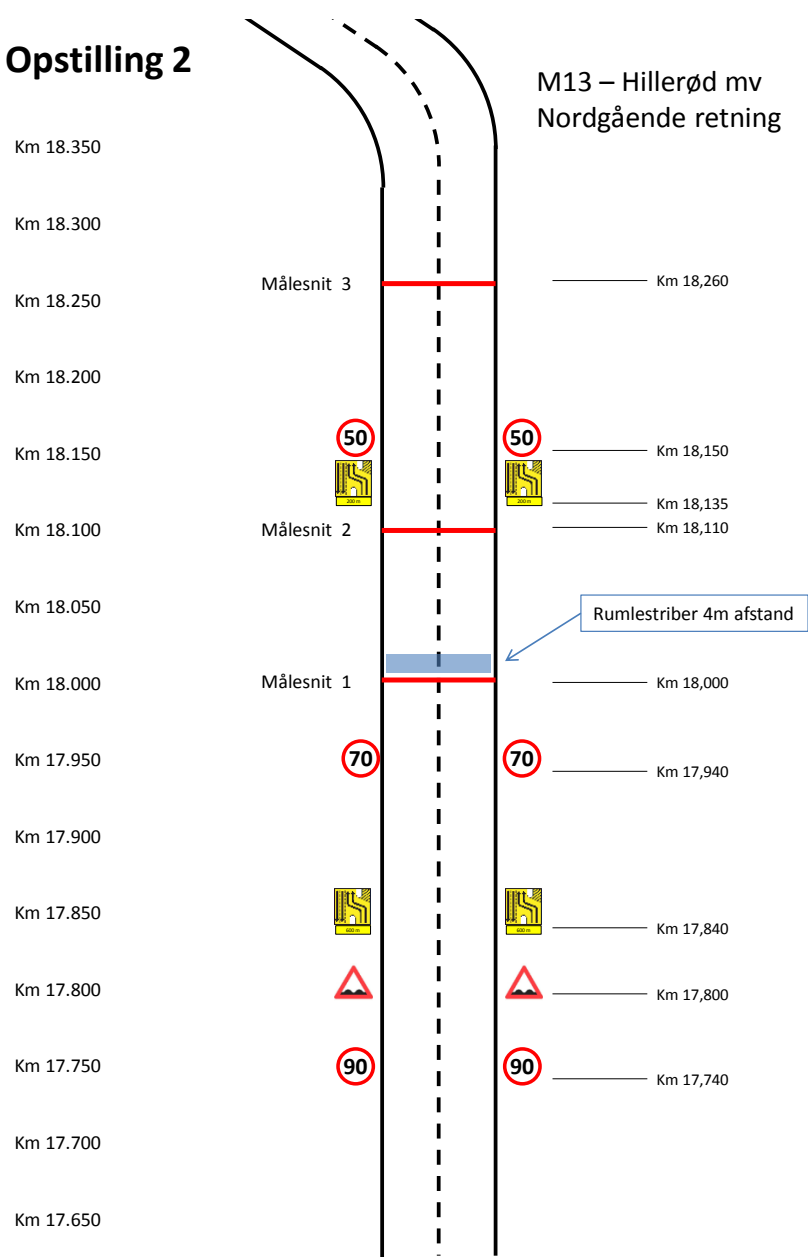
2.2 Mobile rumlestribes (Road Quake)

Opstilling 2

Tre rumlestribes er udlagt på tværs af begge nordgående kørespor. Den første stribe er lagt ca. 60 m efter C55 tavle med 70 km/t.

- Skiltet hastighedsniveau 70 km/t
- 3 rumlestribes á 6 m længde
- 4 m afstand mellem stribesne
- Stribesne er forvarslet med A37 (ujævn vej) ca. 200 m før

Opstilling 2

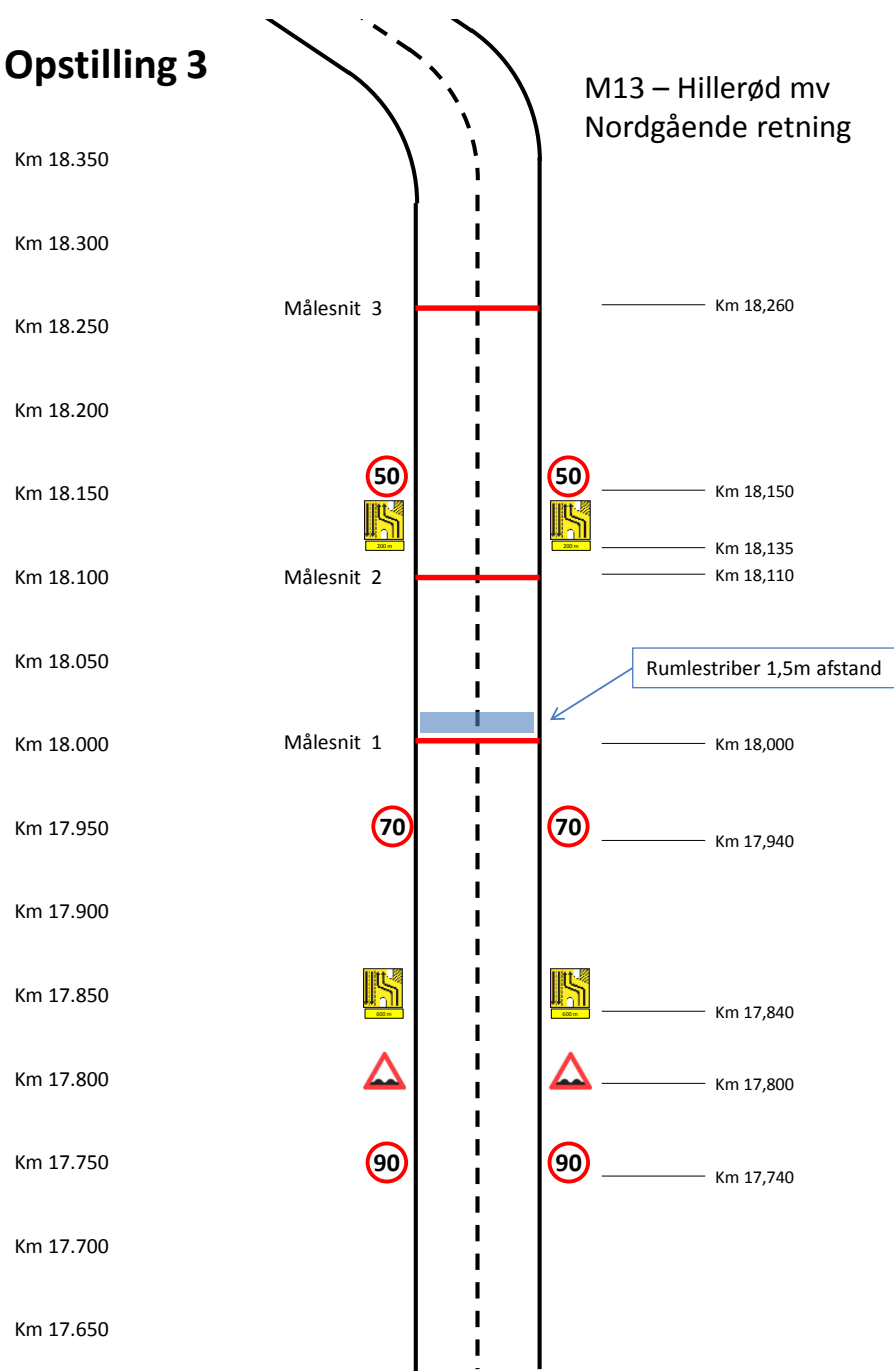


Opstilling 3

Samme som opstilling 2. MEN med indbyrdes afstand på 1,5 m mellem striberne.

- Skiltet hastighedsniveau 70 km/t
- 3 rumlestriber á 6 m længde
- 1,5 m afstand mellem striberne
- Striaberne er forvarslet med A37 (ujævn vej) ca. 200 m før.

Opstilling 3

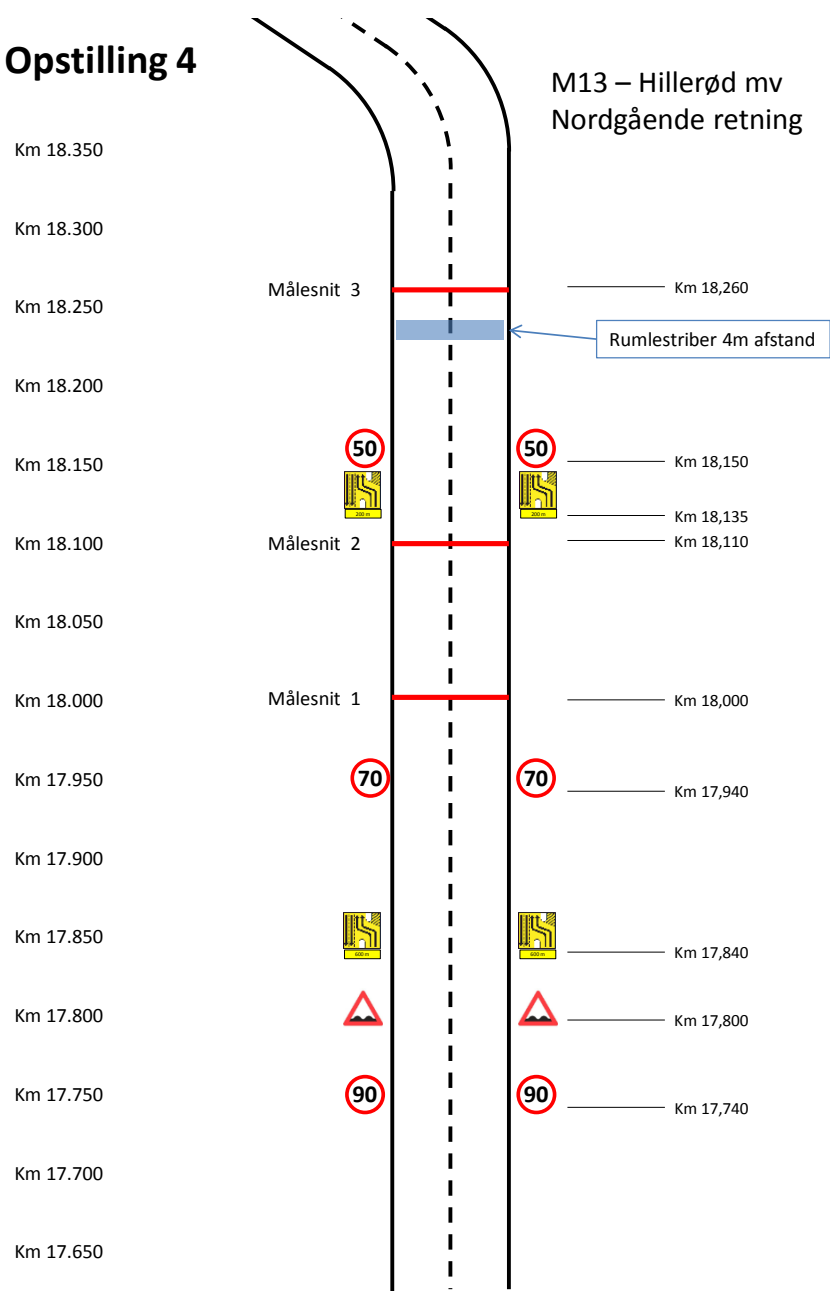


Opstilling 4

Der er udlagt 3 rumlestriber på tværs af begge nordgående kørespor.
Den første stribe er lagt ca. 60 m efter C55 tavle med 50 km/t.

- Skiltet hastighedsniveau 50 km/t
- 3 rumlestriber á 6 m længde
- 4 m afstand mellem striberne
- Striberne er forvarslet med A37 (ujævn vej) ca. 400 m før.

Opstilling 4

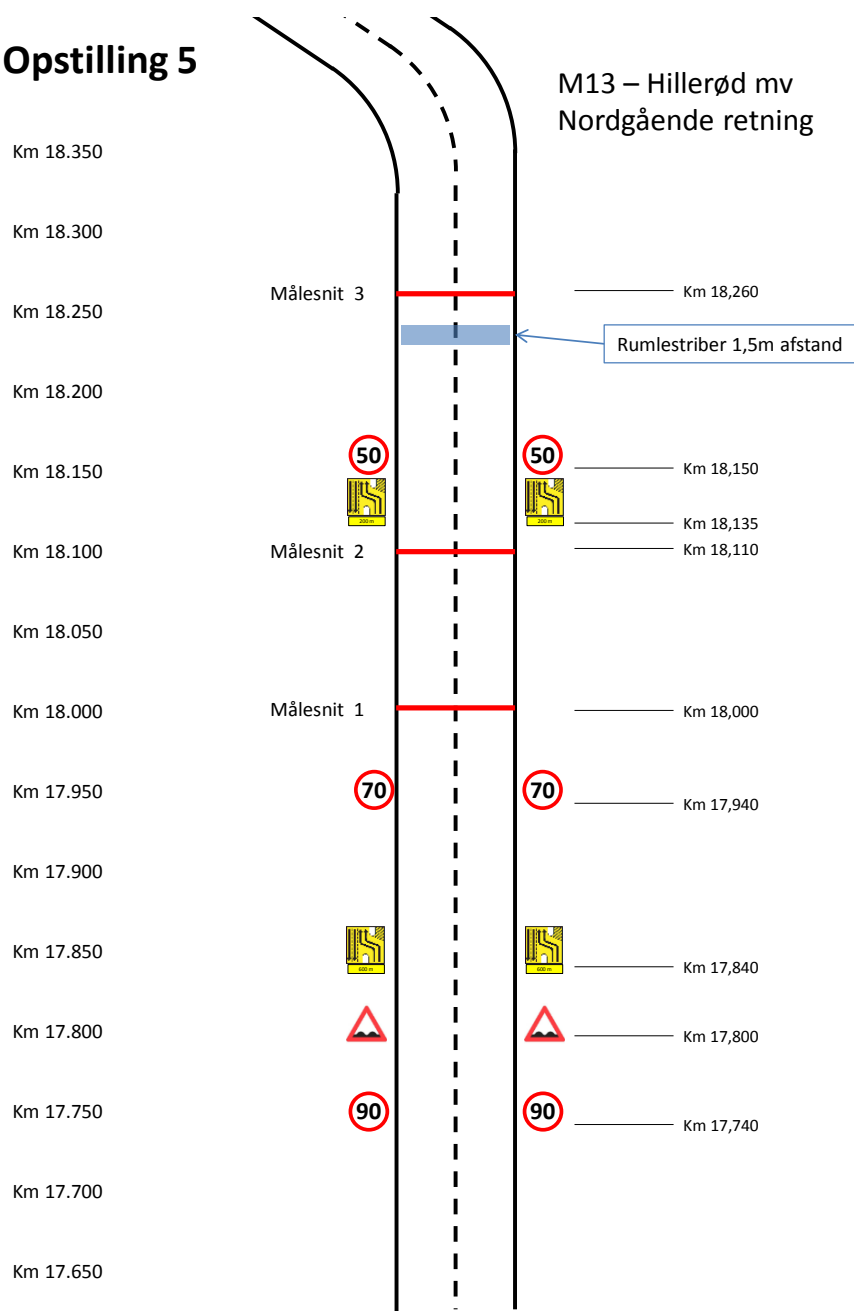


Opstilling 5

Samme som opstilling 4. MEN den indbyrdes afstand mellem striberne, som skilles ad på midten i længder på 3 meter i stedet for 6 meter, er reduceret til 1,5 m.

- Skiltet hastighedsniveau 50 km/t
- 3 rumlestriber á 3 m længde i hvert kørespor.
- 1,5 m afstand mellem striberne
- Striberne er forvarslet med A37 (ujævn vej) ca. 400 m.

Opstilling 5

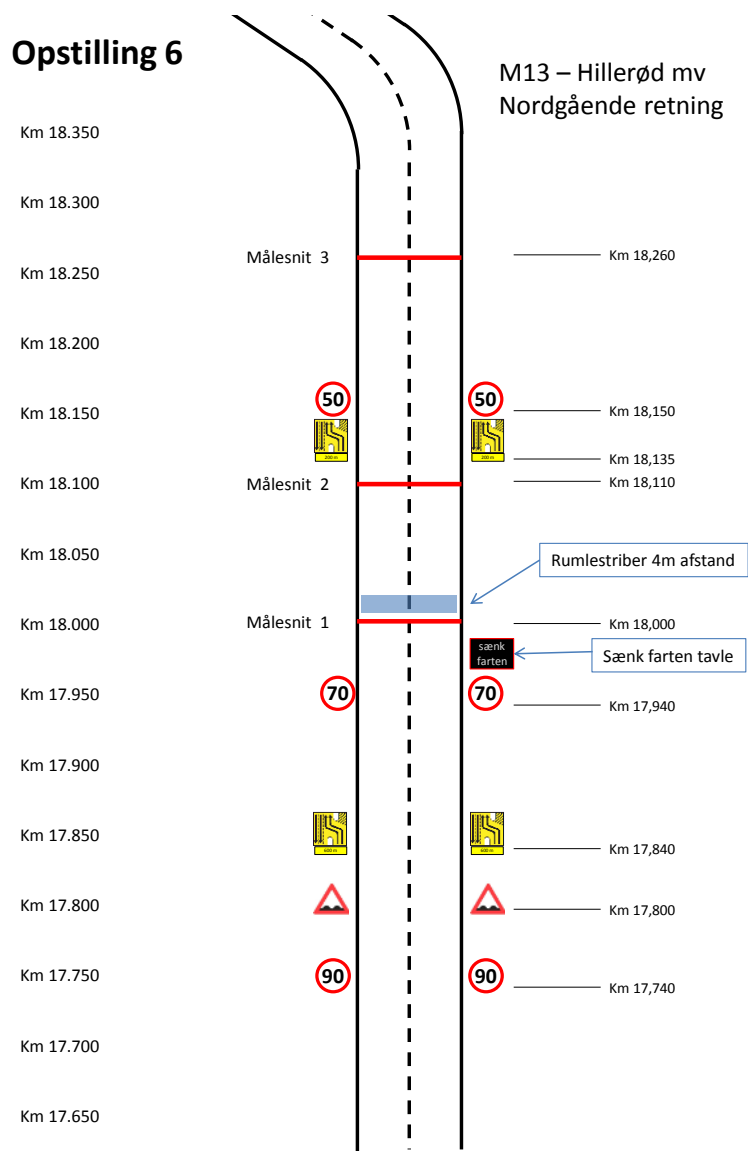


2.2. Mobile rumlestriber kombineret med SÆNK FARTEN

De mobile rumlestriber blev suppleret med en elektronisk tavle, der blev aktiveret med teksten SÆNK FARTEN, når den indbyggede radar registrerede for høje hastigheder i forhold til skiltet hastighed. Tavlen var placeret på fast stabilt underlag i nødspej.

Opstilling 6

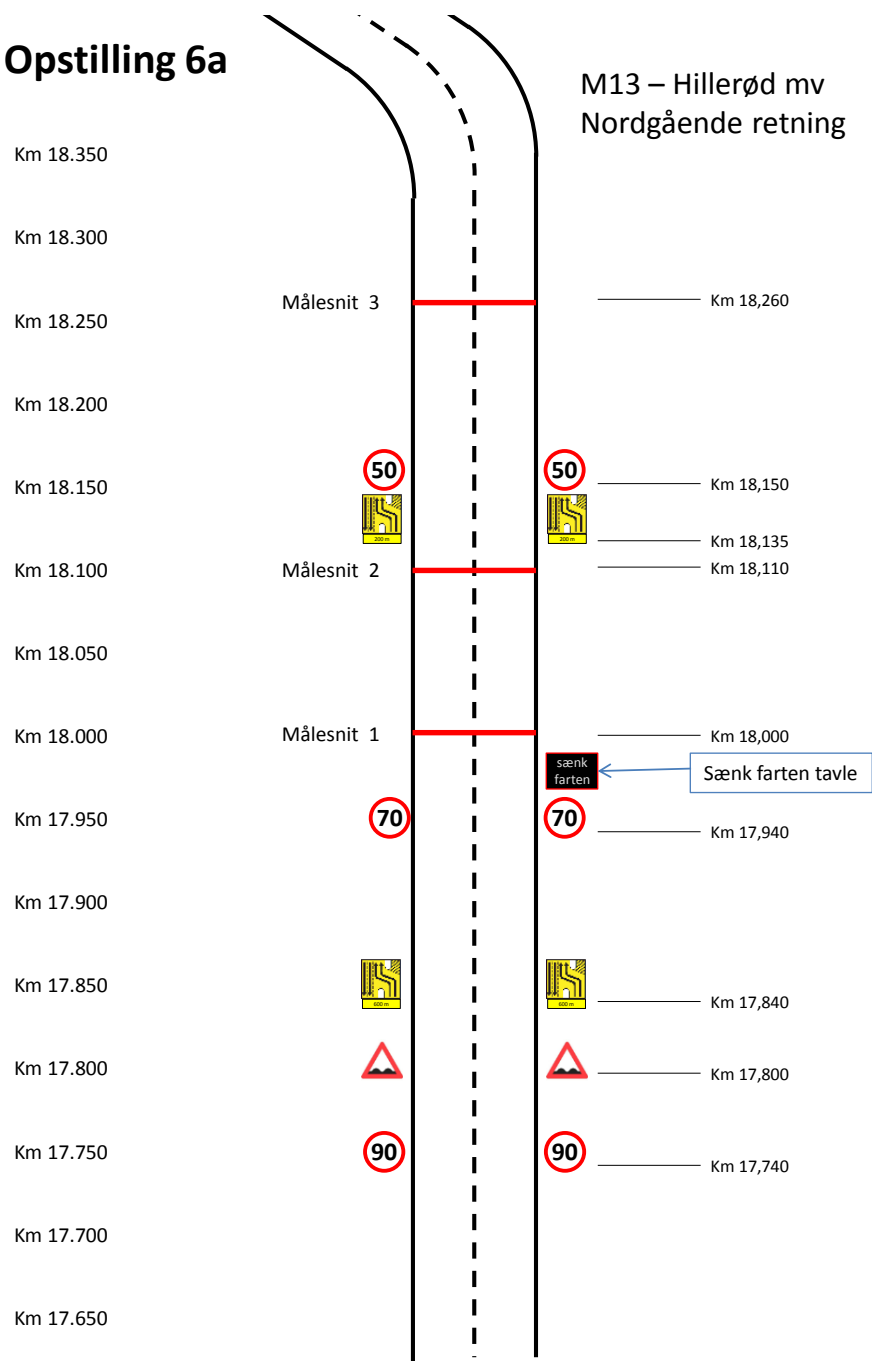
Der er udlagt 3 rumlestriber á 3 meters længde i begge kørespor og med en indbyrdes afstand på 4 meter. Striberne blev suppleret med SÆNK FARTEN som var placeret ca. 30 m FØR den første rumlestribes. Når den indbyggede radar registrerer hastighed over 70 km/t i et målesnit ud for 70 km tavlen, blev budskabet aktiveret.



Opstilling 6a

Samme som opstilling 6 men uden rumlestriber.

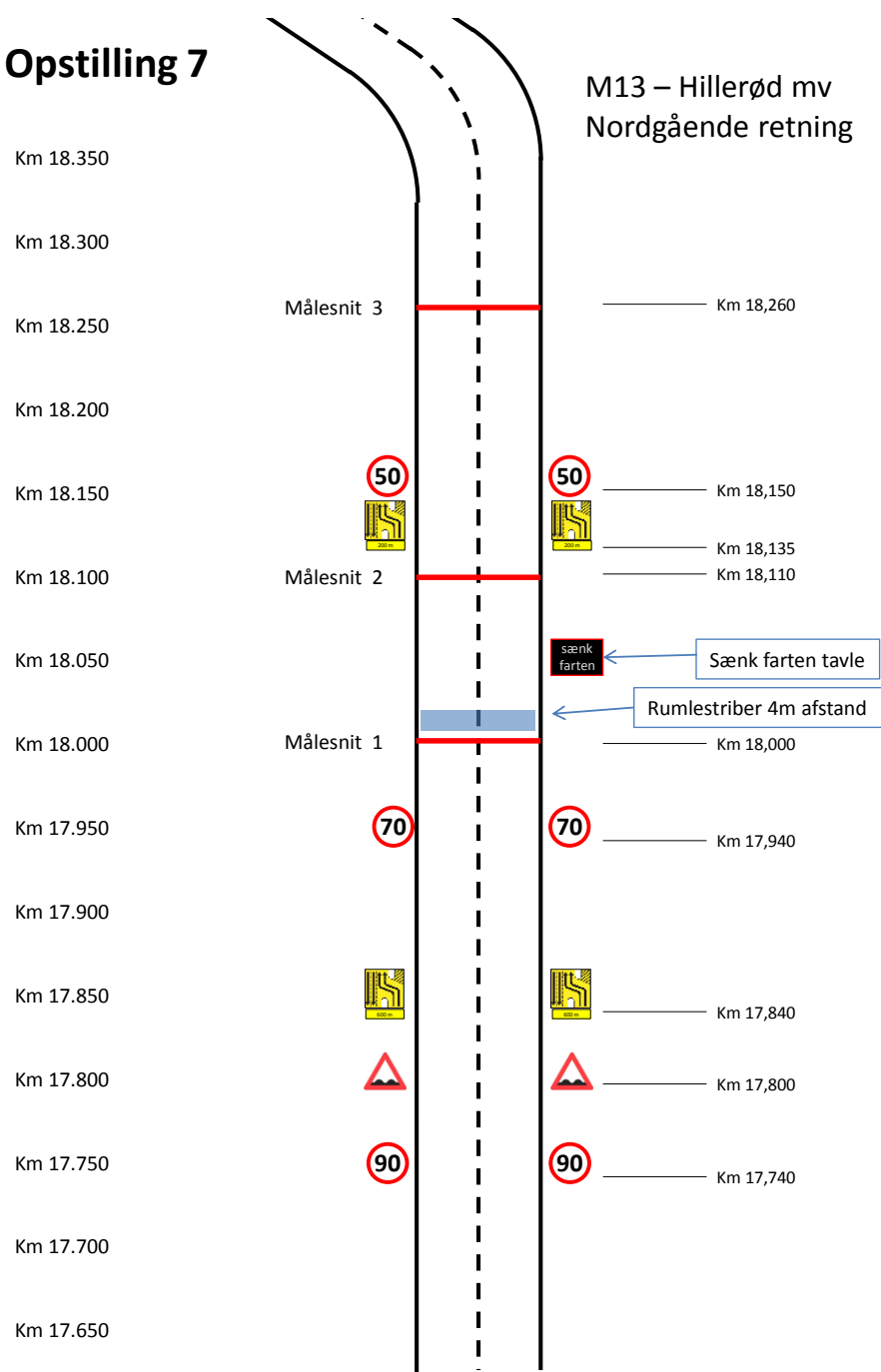
Opstilling 6a



Opstilling 7

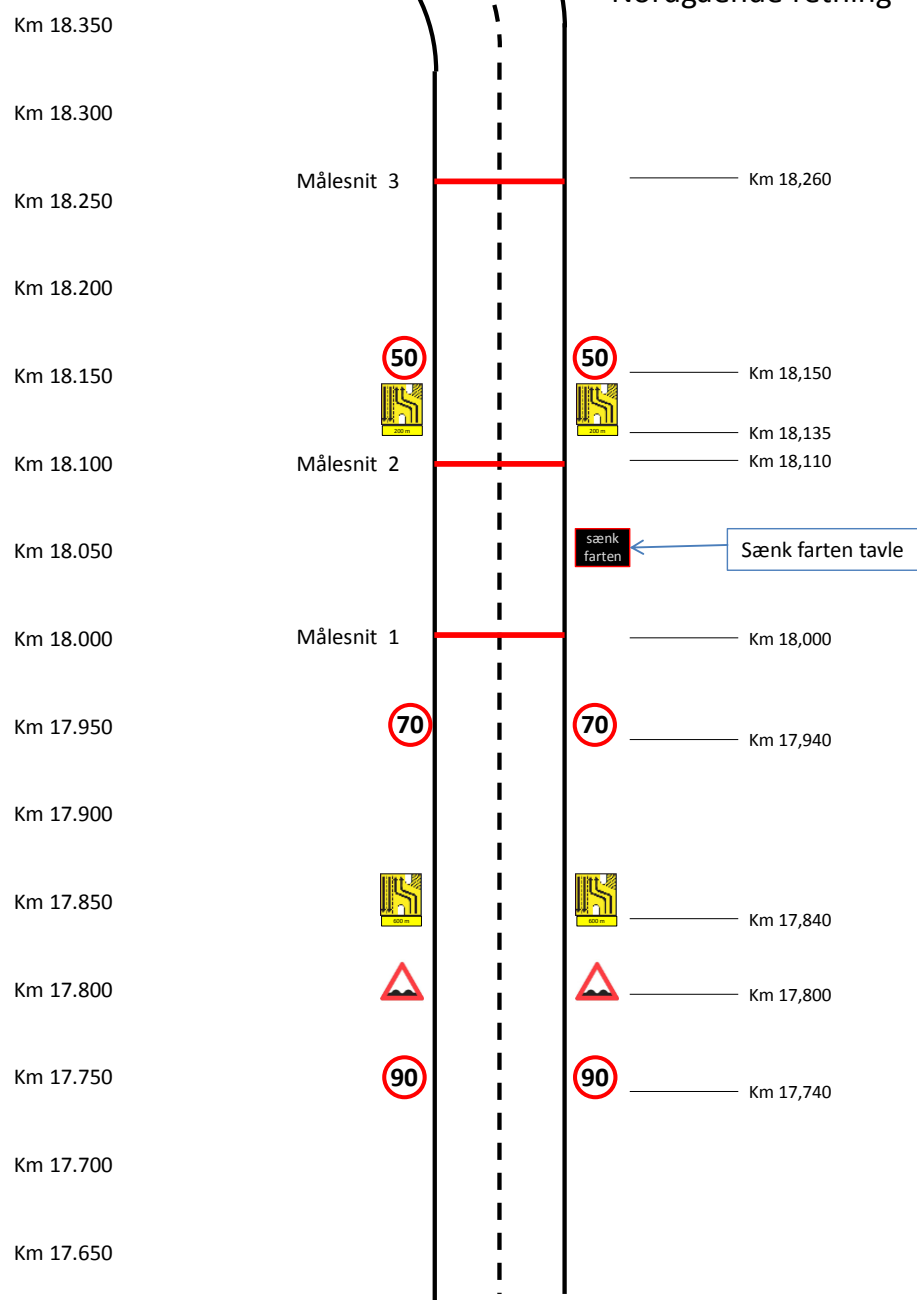
Samme som opstilling 6 – men SÆNK FARTEN tavlen er nu flyttet til placering 30 m EFTER sidste rumlestribes. Når den indbyggede radar registrerer hastighed over 70 km/t i målesnit ca. 30 meter før første rumlestribes, aktiveres budskabet.

Opstilling 7



Opstilling 7a

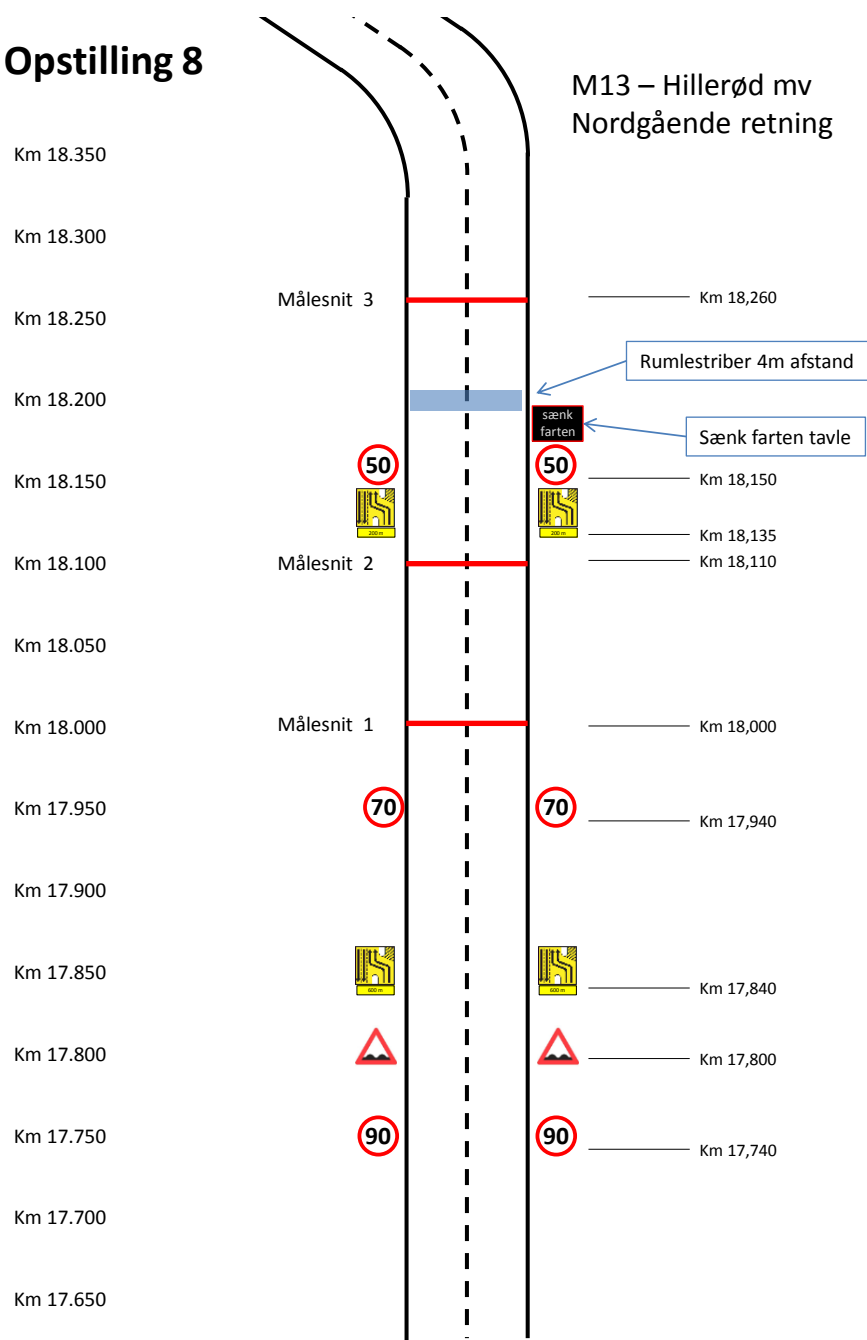
Samme som opstilling 7 men uden rumlestriber

Opstilling 7a

Opstilling 8

Der er udlagt 3 rumlestriber á 3 meters længde på tværs i begge kørespor og med en indbyrdes afstand på 4 meter. Striberne blev suppleret med SÆNK FARTEN som var placeret ca. 30 m FØR den første rumlestribes. Når den indbyggede radar registrerede hastighed over 50 km/t i et målesnit ca. 30 m før den elektroniske tavle, blev budskabet aktiveret.

Opstilling 8



Opstilling 8a

Samme som opstilling 8, men uden rumlestriber

Opstilling 8a

Km 18.350

Km 18.300

Km 18.250

Km 18.200

Km 18.150

Km 18.100

Km 18.050

Km 18.000

Km 17.950

Km 17.900

Km 17.850

Km 17.800

Km 17.750

Km 17.700

Km 17.650

Målesnit 3

Målesnit 2

Målesnit 1

M13 – Hillerød mv
Nordgående retning

Km 18,260

Km 18,150

Km 18,135

Km 18,110

Km 18,000

Km 17,940

Km 17,840

Km 17,800

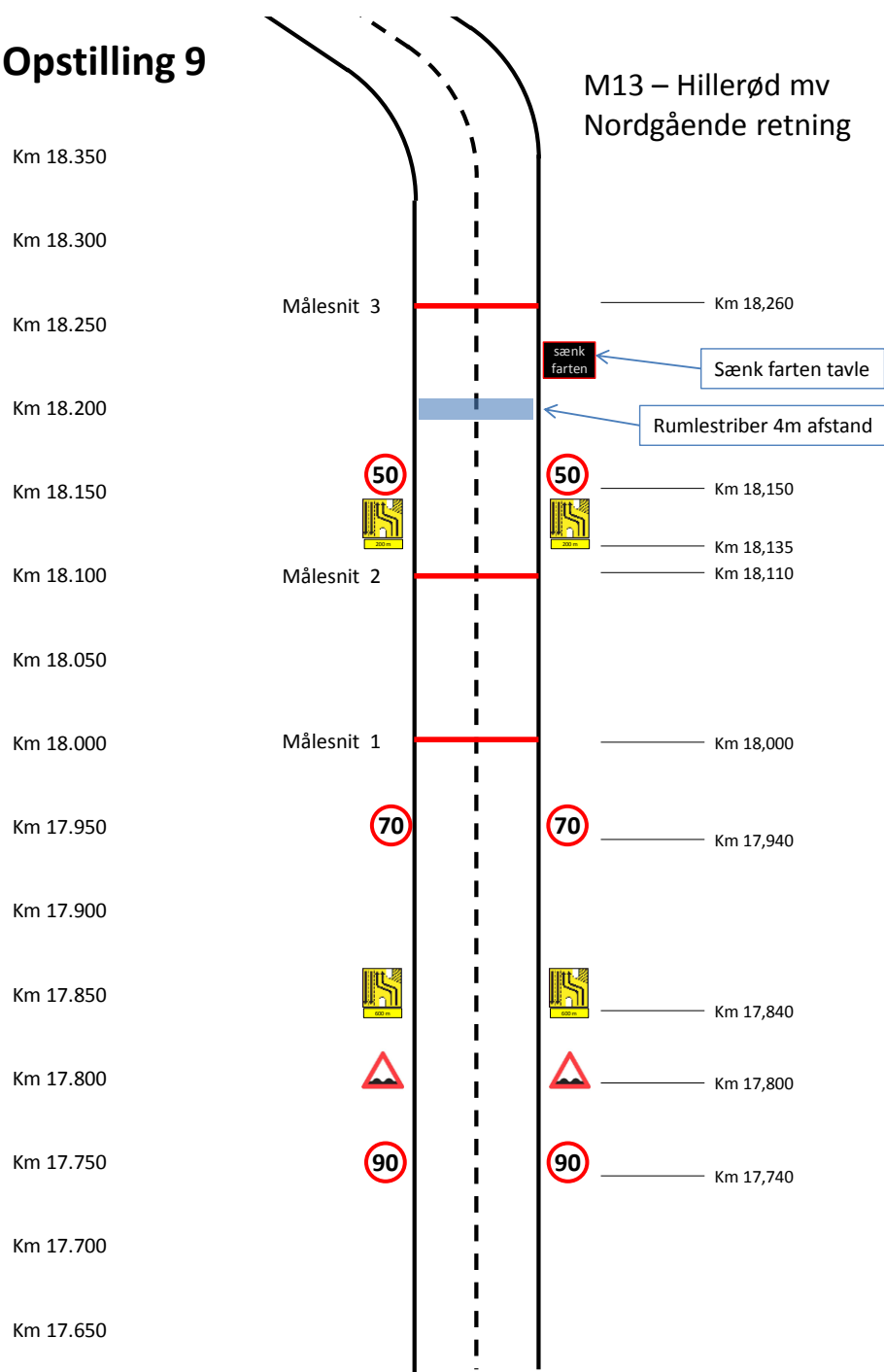
Km 17,740



Sænk farten tavle

Opstilling 9

Samme som opstilling 8 – men VMS tavlen er flyttet til placering ca. 30 m EF-TER sidste rumlestribes. Når den indbyggede radar registrerer hastighed over 50 km/t i målesnit ca. 30 meter FØR FØRSTE rumlestribes, aktiveres budskabet.

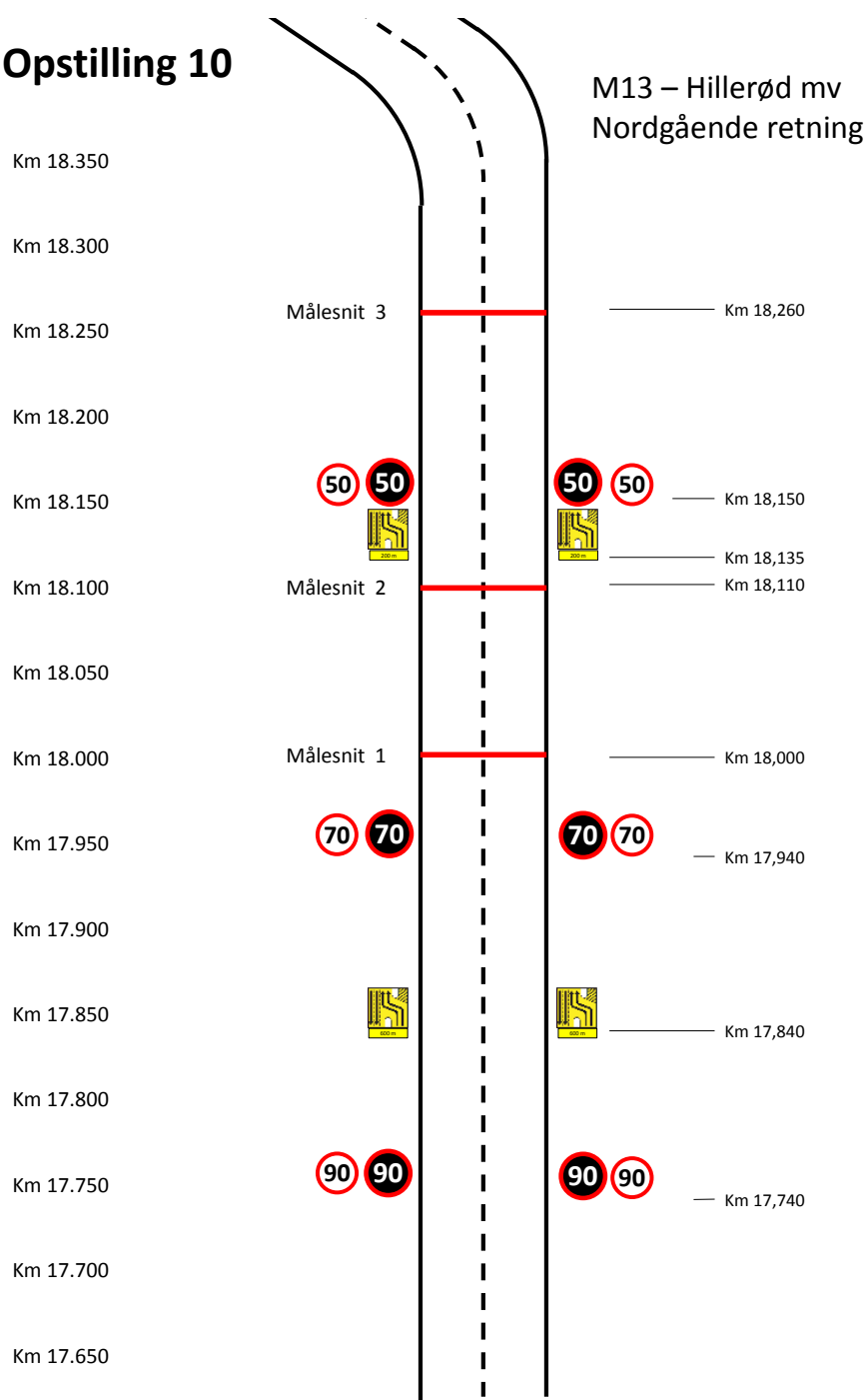
Opstilling 9

2.3. Elektroniske VMS eller faste C55 tavler?

Opstilling 10

De faste C55 tavler med 90 km, 70 km og 50 km er her suppleret med VMS tavler, der viser samme hastighedsgrænse som i basisopstillingen (opstilling 1). De faste tavler og VMS C55 tavler er placeret side om side i samme tværsnit og i samme højde over vejoverfladen. VMS tavlerne var placeret nærmest vejbanen.

Opstilling 10

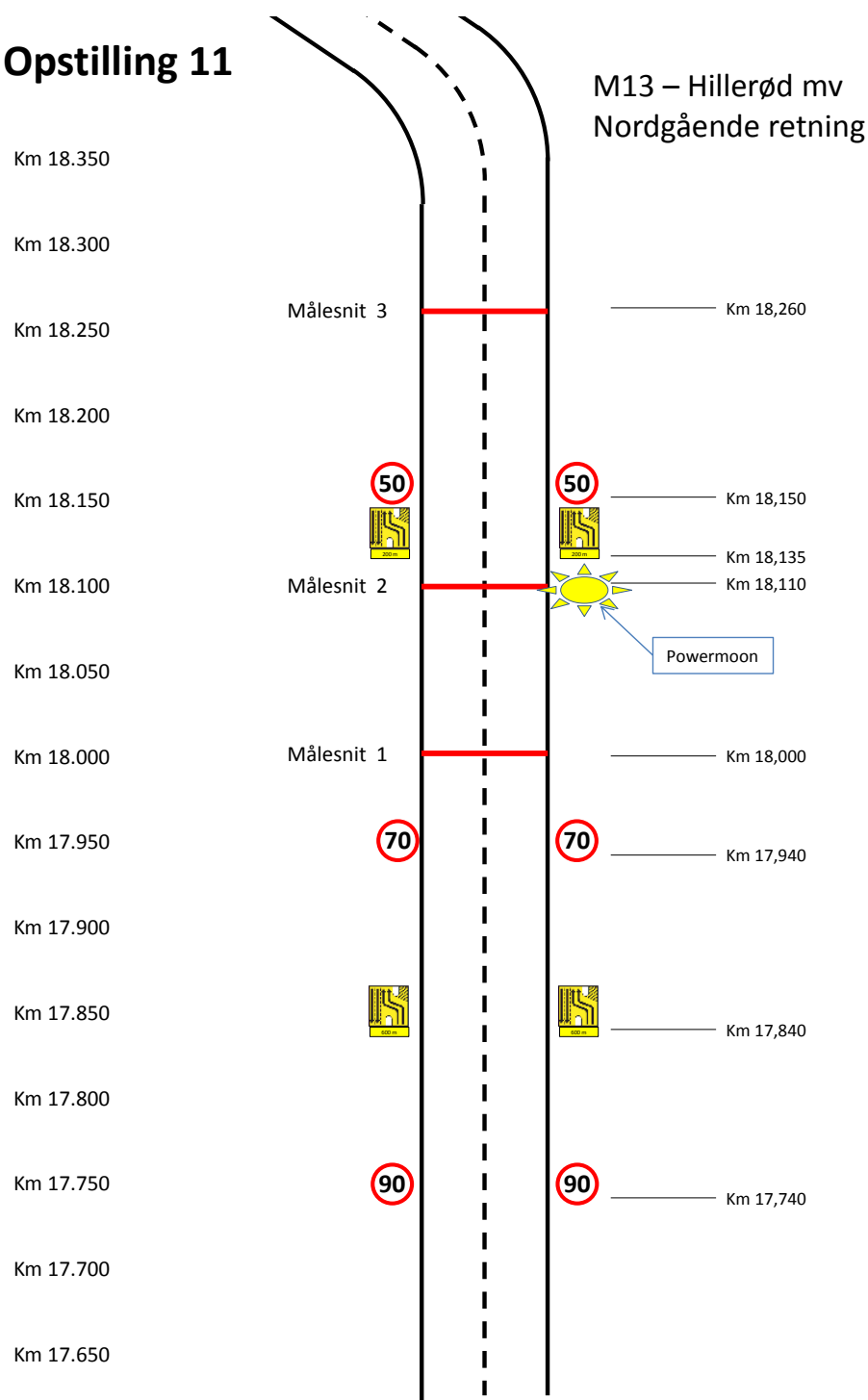


2.4. Mobilt arbejdslys – PowerMoon

Opstilling 11

Nedskiltning af hastighed med brug af faste C55 tavler og MED opsat Power Moon i mørke nattetimer. PowerMoon placeres i højre vejside cirka 30 meter før 50 km/t tavlen (ca. km 18.120)

Opstilling 11



2.5 Registreringer

For alle opstillinger er der foretaget hastighedsmålinger i de samme 3 målesnit:

- Målesnit 1: km 18.000
- Målesnit 2: km 18.110
- Målesnit 3: km 18.260

Hastighederne er målt med radar monteret i højre vejside. Radaren registrerer hastighed, køretøjslængde og tidskode for alle køretøjspassager i måleretningen. Der skelnes ikke imellem de 2 spor i analyseretningen. I tilfælde af tunge køretøjer i det højre spor, vil eventuelle samtidige køretøjer i venstre spor i særlige situationer ikke blive registreret, idet tunge køretøjer kan skygge for ”radarens udsyn”.

Det vurderes, at nøjagtigheden på de målte hastigheder er ± 2 km/t, mens køretøjslængden vurderes for usikker til at der kan skelnes mellem forskellige køretøjsklasser i analysen. Uanset måleusikkerheden har hastighedsdata været registreret på samme måde under alle opstillinger, så de samme målebetingelser har været gældende for hele analyseperioden.

For alle opstillinger, hvori der indgår mobile rumlestriber, er der observeret på om striberne flytter sig hen gennem registreringsperioden.

Opstilling	Start dato	Kl.	Slut dato	Kl.	Beskrivelse
1	20-aug	21	21-aug	19	Basis
2	21-aug	21	22-aug	19	Rumleriller har flyttet sig
3	22-aug	21	23-aug	19	Rumleriller kørt itu – obs. Kl. 16
4	24-aug	06	24-aug	19	Rumleriller
1	24-aug	21	27-aug	05	Basis
5	27-aug	06	27-aug	19	Rumleriller har flyttet sig
1	27-aug	21	30-aug	19	Basis
11	30-aug	21	30-aug	23	Powermoon i mørketid
1	31-aug	0	05-sep	05	Basis
6	05-sep	06	05-sep	20	Rumle+VMS (sænk farten) v. 70
6a	05-sep	21	06-sep	05	VMS (sænk farten) v. 70
7	06-sep	06	06-sep	20	Rumle+VMS (sænk farten) v. 70
7a	06-sep	21	07-sep	05	VMS (sænk farten) v. 70
8	07-sep	06	07-sep	20	Rumle+VMS (sænk farten) v. 50
8a	07-sep	22	10-sep	05	VMS (sænk farten) v. 50
9	10-sep	06	10-sep	20	Rumle+VMS (sænk farten) v. 50
10	10-sep	21	12-sep	20	Faste C55+VMS C55 i 3 snit

Tabel 2.1: Registreringsperioder for de 14 opstillinger



Foto 2.1: Radar til hastighedsmåling tjekkes og tømmes for data.

3. Resultaterne af udførte tests

3.1 Observationer under afvikling af testprogram

De enkelte opstillinger er løbende observeret og fotograferet undervejs i testprogrammet med henblik på afdækning af eventuelle praktiske problemer med holdbarheden i opstillingernes elementer. I det følgende opsummeres resultaterne af observationerne undervejs i forløbet.

Opstilling 2

De 6 m lange rumlestriber blev lagt ud tirsdag den 21. august om aftenen efter spærretidens ophør kl. 20:00 og blev indsamlet et døgn senere. De blev udlagt med 4 meters indbyrdes afstand og placeret på strækning med skiltet hastighed 70 km/t.

De tre fotos, der er taget onsdag den 22. august omkring kl. 16:00 viser, at striberne har forskubbet sig og ligger i ca. 45 grader på tværs af køreretning. De er skubbet mere i det højre kørespor end i det venstre.



Foto 3.1



Foto 3.2



Foto 3.3

Opstilling 3

De 6 meter lange rumlestriber blev lagt ud igen onsdag aften den 22. august efter spærretidens ophør kl. 20:00 på samme sted som opstilling 2, men denne gang blev striberne lagt med 1,5 m indbyrdes afstand.

Foto 3.4 er taget den følgende morgen torsdag den 23. august kl. 07:45. Striberne er forskubbet. De er skubbet mest i højre spor, så de ligger på skrå med 30-40 grader på tværs af kørebanen. Der ses tydelige bremsespor efter en lastbil i højre spor. Lastbilen har tilsyneladende forsøgt at bremse hen over striberne.

Om eftermiddagen ved 16-tiden var striberne kørt i smadder. Den ene stribe var skilt ad i to stykker og lå hen over en af de andre. (foto mangler)



Foto 3.4: Bremsespor fra tungt køretøj

Opstilling 4

Efter de to første opstillinger var det erfaret, at striberne ikke kan ligge over et helt døgn på en så trafikeret strækning uden opretning. Derfor blev opstilling 4 først etableret om morgenen den 24. august lige før start på spærretiden kl. 06. De blev denne gang placeret på strækningen med skiltet hastighed 50 km/t og lagt med 4 m indbyrdes afstand.

Foto 3.5 er taget den 24. august lidt efter kl. 07:30 om morgenen. Rumlestriberne ligger nogenlunde som de skal, men er dog allerede skubbet lidt fremad i højre kørespor. Den første rumlestribe er delt i 2 stykker.



Foto 3.5: Rumlestriberne har skubbet sig en smule i højre spor

Foto 3.6 er taget senere på eftermiddagen den 24. august omkring kl. 15:30. Stripperne i højre kørespor har flyttet sig mærkbart og forskelligt – så de ligner noget der er tabt på vejbanen. Stripperne er skilt ad på midten.



Foto 3.6: Rumlestriberne er kørt i smadder

Opstilling 5

Denne opstilling blev etableret tidlig morgen den 27. august inden kl. 06:00. Striberne er placeret på strækning med skiltet hastighed 50 km/t og lagt med 1,5 m indbyrdes afstand. Striberne er nu samlet i 3 meter lange striber, så hver stribe kun ligger på tværs af ét kørespor.

Foto 3.7 blev taget lidt efter kl. 07:30 om morgenen, hvor striberne ligger fint.



Foto 3.7: Striberne ligger fortsat som de skal ca. 2 timer efter udlægning.

De næste 3 fotos er taget sidst på formiddagen lidt efter kl. 11:00. De ligger stadig fint i det venstre kørespor, men i det højre spor er striberne skubbet lidt.



Foto 3.8



Foto 3.9



Foto 3.10

Erfaringerne fra de første 5 opstillinger:

- Rumlestriberne forskubbes af trafikken. De kan derfor ikke ligge i et helt døgn af gangen uden reetablering.
- Rumlestriberne skubbes mest i det højre kørespor, hvor de tunge køretøjer er. Det er også her trafikmængden er størst.
- Når tunge køretøjer passerer rumlestriberne, kan der for hver hjulpassage ses en lille flytning af rumlestriber i kørerretning (kan observeres visuelt på stedet)
- Rumlestriberne skubbes mest i området omkring 70 km tavlen og lidt mindre omkring 50 km tavlen.
- Der er observeret bremsespor fra tunge køretøjer ved striberne i højre spor, muligvis som følge af en bevidst saboterende adfærd, som man kender fra f.eks. slangemålinger.
- Der er flere gange observeret personbiler som fra det højre spor kører ud i nødsporet for at undgå passage af rumlestriberne

Midtvejsbeslutning vedr. de resterende opstillinger hvori der indgår rumlestriber dvs. 6, 7, 8 og 9:

- De 6 meter lange striber skilles ad på midten og udlægges i 3 meters længder, så hvert spor forsynes med 3 striber á 3 meter.
- De lægges med 4 meters indbyrdes afstand, så der er bedre plads til at de kan forskubbe sig, uden at de ligger oven på hinanden.
- Rumlestriberne etableres om morgenen lige før spærretidens begyndelse kl.06:00.
- De fjernes igen om aftenen lige efter spærretidens ophør kl. 20

Opstilling 6



Foto 3.12: Den elektroniske tavle med budskabet SÆNK FARTEN er her placeret FØR rumlestriberne på strækning med skiltet 70 km/t.



Foto 3.13: Budskabet SÆNK FARTEN vises på display, når hastigheden er for høj.

Opstilling 7



Foto 3.14: Den elektroniske tavle med budskabet SÆNK FARTEN er her placeret EFTER rumlestriberne på strækning med skiltet 70 km/t. Den aktiveres kun når hastigheden er for høj.

Opstilling 8



Foto 3.15: Den elektroniske tavle med budskabet SÆNK FARTEN er her placeret FØR rumlestriberne på strækning med skiltet 50 km/t.

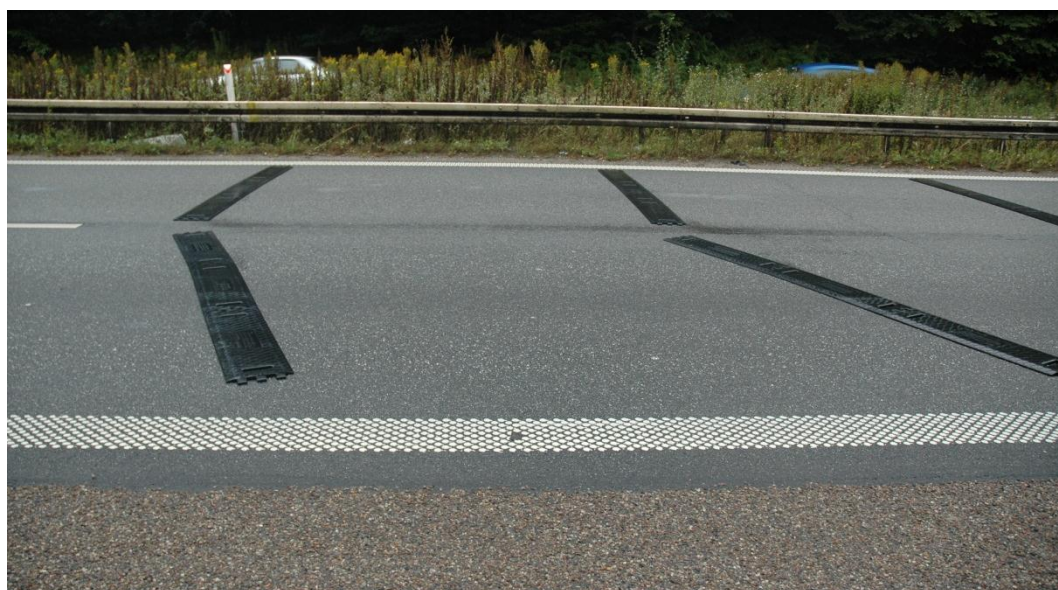


Foto 3.16: Striberne forskubbes mest i højre kørespor.

Opstilling 9



Foto 3.17: Den elektroniske tavle med budskabet SÆNK FARTEN er her placeret EFTER rumlestriberne på strækning med skiltet 50 km/t.

Opstilling 10

De faste hastighedstavler med 90 km/t, 70 km/t og 50 km/t er her suppleret med elektroniske VMS tavler, der viser det samme. VMS tavlerne er placeret nærmest kørebanen og i samme højde som de faste tavler. Opstillingen blev testet både om dagen og om natten.



Foto 3.18: Den faste C55 tavle 90 km/t er suppleret med en VMS tavle.



Foto 3.19: Den faste C55 tavle 70 km/t er suppleret med en VMS tavle.



Foto 3.20: Den faste C55 tavle med 50 km/t er suppleret med en VMS tavle

Opstilling 11

Torsdag aften den 30. august kl. 21:10 var lampen med arbejdslys (Power Moon) installeret. Den blev opsat i højre vejside i cirka 4 meters højde cirka 30 meter før C55 tavlen med 50 km/t. Den blev nedtaget igen efter cirka 3 timer.

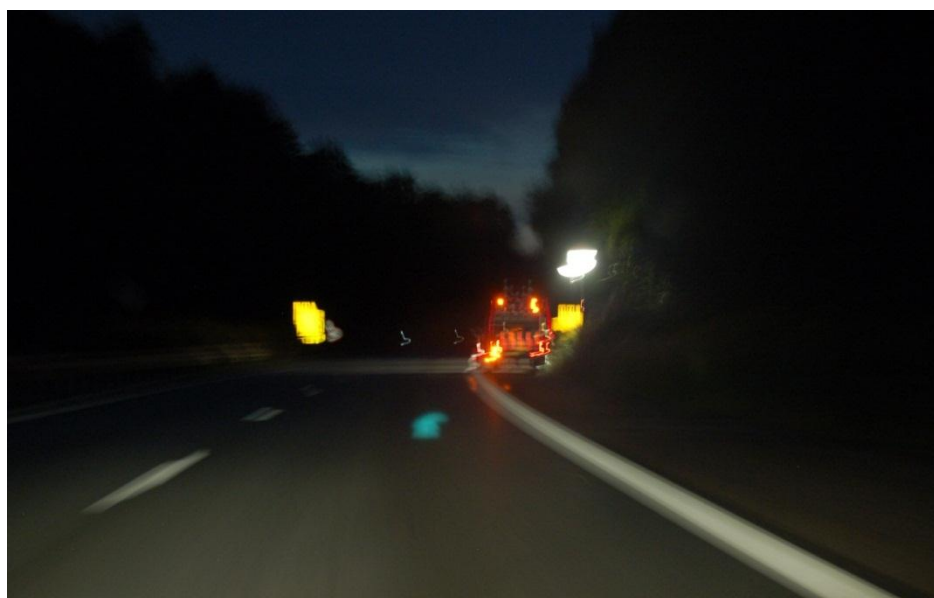


Foto 3.21: Arbejdslys – PowerMoon

Lampen kan ses på meget lang afstand, men på grund af det kurvede vejforløb ved vejarbejdet i Farum er lampen kun synlig på 2-300 meters afstand. Såfremt lampen placeres i vejmidte i stedet for i højre side, vil den her på stedet blive synlig på lidt længere afstand.

3.2 Hastighedsmålinger

Der vil være nogen dag-til-dag variation i de målte hastigheder, som alene kan tilskrives andre omstændigheder end de testede opstillinger, fx vejret, trafikken osv. For at mindske disse variationer analyseres der kun på perioder på hverdage uden for myldretiden, hvor hastigheden er relativ upåvirket af trafikmængden. De perioder på døgnet, hvor opstillingerne er blevet ændret/justeret (typisk lige før/efter spærretidens start/ophør), er ligeledes udeladt.

Således ses der primært på følgende 2 perioder (kun på hverdage):

- kl. 10-14 (dagsituation med lav trafikbelastning)
- kl. 22-04 (natsituation med lav trafikbelastning)

Ved tolkning af resultaterne skal det tages i betragtning, at vejforløbet op til vejarbejdet ligger i en højredrejende kurve, hvor kun de sidste 100-150 m er lige vej. Tavler og/eller markering placeret på den sidste delstrækning er derfor synlige over en længere strækning opstrøms end tavler placeret i starten af strækningen (som ligger i en kurve). Derfor vil effekten af en opstilling i de forskellige målesnit formentlig variere afhængig af hvor langt opstrøms opstillingen er synlig.

Derudover kan der endvidere forventes en vis tilvænnings-effekt blandt nogle biler forstået på den måde, at trafikanterne efter nogle dage med rumlestribes nu ved, at de ligger der, og at de derfor i højere grad (og måske i bedre afstand) reducerer hastigheden i forventning om at skulle passere rumlestribes.

Resultater for dagtimerne kl. 10-14.

Tabel 3.1 viser de gennemsnitlige målte hastigheder på hverdage mellem kl. 10-14 for de forskellige opstillinger. For opstilling 1 (basis) vises de reelle hastigheder mens der for de andre opstillinger vises de målte hastighedsændringer i forhold til basis opstillingen. Resultaterne er endvidere gengivet mere detaljeret i bilag.

Som udgangspunkt ligger hastigheden på 76-79 km/t i snit 1 og 2 og 66 km/t i snit 3. De skilte hastighedsgrænser overskrides således i alle 3 snit.

Lidt overraskende er hastigheden en smule højere i snit 2 end i snit 1. Det kan skyldes at snit 1 ligger i en vejkurve.

Opstilling	Snit 1 (km/t)	Snit 2 (km/t)	Snit 3 (km/t)
1 – basis	76	79	66
	Hastighedsændring ift basis (km/t)		
2 – rumlestribes (4m) ved 70 km/t	0	0	0
3 – rumlestribes (1,5m) ved 70 km/t	-1	0	-1
4 – rumlestribes (4m) ved 50 km/t	-6	-3	-1
5 – rumlestribes (1,5m) ved 50 km/t	-7	-1	1
6 – sænk farten tavle + rumlestribes (4m) ved 70 km/t	-2	-8	-9
7 – rumlestribes (4m) + sænk farten tavle ved 70 km/t	0	-5	-8
8 – sænk farten tavle + rumlestribes (4m) ved 50 km/t	-6	-4	-5
9 – rumlestribes (4m) + sænk farten tavle ved 50 km/t	-7	-3	-7
10 – C55 VMS tavler	-11	-8	-4

Tabel 3.1. Resultat af hastighedsmålinger (kl. 10-14)

Af tabel 3.1 ses, at de fleste opstillinger giver en hastighedsreduktion i forhold til basis opstillingen.

- Opstilling 2+3 (rumlestribes ved 70 km/t) giver en lille hastighedsreduktion på 0 til 1 km/t.
- Opstilling 4+5 (rumlestribes ved 50 km/t) giver størst hastighedsreduktion i snit 1 og en lille reduktion snit 2, mens der kun er små ændringer i snit 3 (hvor stribesne ellers ligger).
- Opstilling 6+7 (sænk farten tavle+ rumlestribes ved 70 km/t) giver en reduktion på op til 9 km/t (i snit 3)
- Opstilling 8+9 (sænk farten tavle + rumlestribes ved 50 km/t) giver en reduktion i alle snit på mellem 3 og 7 km/t.
- Opstilling 10 (C55 VMS tavler) resulterer i pæne hastighedsreduktioner i alle snit.

Ud fra hastighedsmålingerne kan der ikke ses nogen entydig forskel på rumlestribes udlagt med 1,5 m og 4 m indbyrdes afstand. Ej heller på opstillinger med Sænk farten tavle placeret før/efter rumlestribesne.

Resultater for nattetimerne kl. 22-04.

Tabel 3.2 viser de gennemsnitlige målte hastigheder på hverdage mellem kl. 22-04 (nat situation) for de forskellige opstillinger. Resultaterne er endvidere gengivet mere detaljeret i bilag. Hastighederne er her generelt højere end i dagsituationen.

Opstilling	Snit 1 (km/t)	Snit 2 (km/t)	Snit 3 (km/t)
1 – basis	79	86	72
	Hastighedsændring ift basis (km/t)		
2 – rumlestribes (4m) ved 70 km/t	3	-1	0
3 – rumlestribes (1,5m) ved 70 km/t	1	-1	-1
6a - sænk farten tavle ved 70 km/t	0	-7	-10
7a - sænk farten tavle ved 70 km/t	1	-6	-10
8a - sænk farten tavle ved 50 km/t	-6	-5	-2
10 - C55 VMS tavler	-11	-10	-6

Tabel 3.2: Resultat af hastighedsmålinger (kl. 22-04)

Som det ses giver de fleste opstillinger en hastighedsreduktion i forhold til basis opstillingen (dog med nogen variation). Bemærk at ikke alle opstillinger er testet i natsituationen.

- Opstilling 2+3 (rumlestribes ved 70 km/t) har en blandet (og begrænset) effekt på hastigheden.
- Opstilling 6a, 7a og 8a (alene sænk farten tavle ved 50/70 km/t) giver hastighedsreduktioner i de fleste snit. Nødvendigtvis dog ikke hvor tavlen er placeret.
- Opstilling 10 (C55 VMS tavler) resulterer i de største reduktioner blandt opstillingerne (i hvert fald for snit 1 og snit 2)

Resultater for de mørke aftentimer kl. 22-23

Brugen af Mobilt arbejdslys PowerMoon (Opstilling 11) er kun analyseret for tidsrummet 22-23, og resultaterne for denne ses - sammen med resultaterne for de andre opstillinger ved samme klokkeslæt - i tabel 3.3. Resultaterne er endvidere gengivet mere detaljeret i bilag.

Opstilling	Snit 1 (km/t)	Snit 2 (km/t)	Snit 3 (km/t)
1 – basis	77	83	69
	Hastighedsændring ift basis (km/t)		
2 – rumlestribes (4m) ved 70 km/t	1	-3	-2
3 – rumlestribes (1,5m) ved 70 km/t	1	-2	-3
6a - sænk farten tavle ved 70 km/t	-2	-7	-11
7a - sænk farten tavle ved 70 km/t	2	-5	-10
8a - sænk farten tavle ved 50 km/t	-7	-4	-2
10 - C55 VMS tavler	-11	-8	-6
11 - PowerMoon	-1	-5	-5

Tabel 3.3: Resultat af hastighedsmålinger (kl. 22-23)

Opstilling 11 (PowerMoon) reducerer hastigheden med 5 km/t i snit 2 og 3, mens der kun er en meget lille effekt i snit 1. PowerMoon'en er dog først synlig for trafikanterne efter snit 1. Effekten er på niveau med opstilling 6a, 7a og 10.

Opsamling på hastighedsmålingerne.

Formålet med hastighedsmålingerne er at dokumentere, hvordan de forskellige opstillinger påvirker hastigheden frem mod vejarbejdet.

Generelt er ændringerne (uanset opstilling) små, hvorfor det kan være svært at se et entydigt mønster.

- Der kan ikke påvises nogen forskel i hastighedsadfærden afhængig af om rumlestribes placeres med 1,5 m eller 4 m afstand.
- Der kan ikke påvises nogen forskel i hastighedsadfærden afhængig af om sænk farten tavlen placeres før/efter rumlestribes.
- Der er ikke nogen entydig forskel i hastighedsadfærden afhængig af om rumlestribes placeres ved 70 eller ved 50 km/t tavlerne.
- Sænk farten tavlen synes generelt at have en positiv effekt, idet hastigheden reduceres når den er med i opstillingen.
- C55 tavler som VMS tavler giver en god hastighedsreduktion (5-11 km/t) i forhold til de faste tavler. Dette gælder både i dagslys og i mørke.

Referencer

1	IDE – katalog. Hastighedsdæmpning ved vejarbejde på motorveje. Trafitec notat. Juli 2012
2	Fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje – IDE udvikling. Valg af test - oplæg. Trafitec notat december 2011.
3	Åtgärder för att minska hastighet förbi vägarbetsplatser. Utvärdering baserad på tre fältförsök. Gunilla Sörensen og Mats Wiklund. VTI rapport 698. 2011
4	Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitwahl. Christian Lank, Bernhard Steinauer. Technische Hochschule Aachen. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen. Verkehrstechnik Heft V 190. BAST 2009.
5	State-of-the-art för utformning av vägarbetsplatser. Förslag till nya lösningar. Anne Bolling og Gunilla Sörensen. VTI notat 6-2008
6	Trafiksäkerhet och arbetsmiljö för beläggningsarbetare. NVF rapport fra Udvalg om belægning. 2010.
7	Speed Reduction Techniques for Rural High - to- Low Speed. Transition. NCHRP Synthesis 412. October 2010
8	Evaluation of data from test application of optical speed bars to highway work zones. Eric Meyer, Ph.D. University of Kansas. Report No. K-TRAN: KU-00-4. August 2004
9	Design and evaluation of peripheral transverse bars to reduce vehicle speeds. Bryan Katz, Dana Duke and Hesham Rakha. TRB paper 2006
10	Evaluation of Speed Reduction Strategies for Highway Work Zones. Wang, Dixon, Jared. TRB 2003.

Bilag - Trafikdata

Kl. 10-14	Hastighed (km/t)						Antal ktj
Opstilling	Snit 1 (gns)	Snit 2 (gns)	Snit 3 (gns)	Snit 1 (stdafv)	Snit 2 (stdafv)	Snit 3 (stdafv)	
1 - basis	76,0	78,6	66,0	12,7	11,4	11,9	27855
2	75,8	78,3	65,6	12,6	11,7	10,8	4406
3	75,2	78,2	65,4	12,7	11,6	11,1	4557
4	70,0	76,0	65,2	11,2	11,1	11,9	5037
5	68,9	77,5	67,5	11,1	11,7	11,8	4371
6	74,0	71,0	57,0	13,2	11,5	10,6	4412
7	75,9	73,1	58,4	13,6	12,1	10,9	4662
8	70,1	74,4	61,4	12,5	11,3	13,3	4312
9	69,1	76,0	59,2	11,9	11,7	13,3	4112
10	64,9	70,3	62,3	11,5	10,3	11,2	4290

Kl. 22-04	Hastighed (km/t)						Antal ktj
Opstilling	Snit 1 (gns)	Snit 2 (gns)	Snit 3 (gns)	Snit 1 (stdafv)	Snit 2 (stdafv)	Snit 3 (stdafv)	
1 - basis	78,7	85,9	72,2	13,8	13,9	12,9	8915
2	82,0	84,4	72,1	14,2	15,3	13,7	1412
3	79,6	85,4	70,9	13,7	14,6	12,3	1354
6a	78,4	78,5	62,3	15,6	13,7	12,3	1277
7a	80,1	79,9	62,6	13,9	14,0	12,7	1468
8a	72,7	81,1	69,8	14,1	14,4	14,1	1391
10	67,6	76,3	66,7	12,9	14,4	12,8	1117

Kl. 22-23	Hastighed (km/t)						Antal ktj
Opstilling	Snit 1 (gns)	Snit 2 (gns)	Snit 3 (gns)	Snit 1 (stdafv)	Snit 2 (stdafv)	Snit 3 (stdafv)	
1 - basis	77,1	82,7	69,2	13,0	12,3	12,0	3963
2	78,3	80,0	67,2	12,5	12,4	11,4	589
3	77,8	80,3	66,0	13,4	12,3	11,4	635
6a	75,2	75,2	57,9	14,1	12,6	11,1	579
7a	78,8	77,5	58,8	13,1	13,4	11,6	656
8a	70,1	78,7	66,9	12,0	12,7	13,5	601
10	66,3	74,3	63,1	12,2	12,2	12,1	516
11	76,5	77,8	64,1	12,2	11,9	12,0	748

