

Fartdæmpning ved vejarbejde på motorvej – IDÉ udvikling

Evaluering af Powermoon og N42 korridor



Poul Greibe
Puk Kristine Andersson
Lene Herrstedt

5. Marts 2014

Indhold

Sammenfatning og konklusion	3
1 Baggrund og introduktion	5
2 Test af Powermoon	7
2.1 Formål og baggrund for test af powermoon	7
2.2 Testdesign	7
2.3 Resultater	13
2.3.1 Alle målesnit	13
2.3.2 Målesnit 3 – ca. 50 m fra overledning	15
2.4 Opsamling	16
3 Test af N42 korridor	18
3.1 Formål og baggrund for test af N42 korridor	18
3.2 Testdesign	18
3.2.1 Etape 1	20
3.2.2 Etape 2	23
3.3 Resultater – Etape 1	26
3.4 Resultater – Etape 2	30
3.5 Opsamling	34
3.5.1 Etape 1	34
3.5.2 Etape 2	35
4 Referencer	37
Bilag 1 Fold-ud-side Powermoon	38
Bilag 2 Fold-ud-side N42_Etape 1	39
Bilag 3 Fold-ud-side N42_Etape 2	40

Sammenfatning og konklusion

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

I 2012 blev der på baggrund heraf udarbejdet et IDÉ-katalog indeholdende forslag til hastighedsdæmpende foranstaltninger (reference 1). En række af idéerne blev testet i efteråret 2012 (reference 3), mens yderligere et par idéer blev testet i foråret 2013. Nærværende notat indeholder evaluering af de idéer til fartdæmpning, som blev testet i foråret 2013.

Test af mobilt arbejdslys i form af Powermoon

Test af powermoon blev gennemført i forbindelse med et nat-vejarbejde på Vestmotorvejen M20, vest for frakørsel <39> Slagelse S ved km 90/0700. I forbindelse med vejarbejdet forlægges den vestgående trafik, fra den nordlige kørebanelhalvdel til den sydlige. Der er tale om sammenligning af hastighedsmålinger i forbindelse med tre opstillinger: Opstilling med brug af to stk. powermoon, opstilling ved brug af én powermoon samt opstilling uden brug af powermoon (referencelopstilling).

Resultaterne af testene viser, at powermoon giver en reducerende, men begrænset effekt på trafikanternes hastighed. Gennemsnitshastigheden tæt ved overledningen er i de to testopstillinger med powermoon en anelse lavere end opstillingen uden brug af powermoon.

Test af N42 korridor

Test af N42 korridor blev gennemført i forbindelse med en modificeret DRI-261 opstilling ved et vejarbejde på Skovvejen (Rute 23), hvor antallet af vognbaner reduceres fra 2 til 1.

Testen blev gennemført i to etaper af vejarbejdet:

Etape 1: Ét-sporet strækning uden overledning. Hastighedsbegrænsning 80 km/t på hele strækningen.

Etape 2: Ét-sporet strækning med overledning. Hastighedsbegrænsning 80 km/t i starten af strækningen. Cirka midt på strækningen, før overledningen, nedskiltes hastigheden til 50 km/t.

I tilknytning til begge etaper undersøges trafikanternes hastighed ved to forskellige tætheder (15 m og 7,5 m) for opstilling af N42 tavler i korridoren samt på en referencestrækning.

Resultaterne af forsøgets **Etape 1** viser, at de to korridoropstillinger (15 m og 7,5 m) har en reducerende effekt på gennemsnitshastigheden på omkring 4-6 km/t både før, under og efter passage af teststrækningen. Effekten findes både morgen, midt på dagen, om eftermiddagen og i nattetimerne. Om N42 korridorens tæthed er 15 m eller 7,5 m synes ikke at have den store betydning i dagtimerne. I nattetimerne er effekten størst for tætheden på 15 m, i det hastigheden er 2 km/t lavere og 85% fraktilen er 5 km/t lavere umiddelbart før og i korridoren – sammenholdt med korridortætheden på 7,5 m.

Resultaterne af **Etape 2** viser, at de to korridoropstillinger har en reducerende effekt på gennemsnitshastigheden på omkring 3-4 km/t i alle målesnit før overledningen - i dagtimerne. Effekten af korridoropstillingerne er knap så stor *efter* passage af overledningen samt generelt i perioden mellem kl. 23 og 02. Uanset om N42 korridorens tæthed er 15 m eller 7,5 m er gennemsnitshastigheder og 85% fraktiler generelt meget ensartet for korridoropstillingerne i både dag- og nattetimerne. Eneste undtagelse er ved overledningen i snit 4 (se figur 7), hvor 85% fraktilen i nattetimerne ligger 4 km/t lavere for N42_15m opstillingen.

1 Baggrund og introduktion

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

På baggrund heraf har Vejdirektoratet et ønske om, at udvikle virkemidler til begrænsning af den trafikfarlige adfærd. Der kan være tale om brug og tilpasning af eksisterende virkemidler eller udvikling af nye virkemidler, som så vidt muligt kun påvirker de trafikanter, der i sin adfærd udviser disrespekt for Vejdirektoratets anvisninger for færdslen.

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

Fase 1: Litteraturscreening

Indledningsvis er der foretaget en screening af international litteratur med henblik på at opsamle idéer til potentielle virkemidler til dæmpning af bilisternes hastighed.

Fase 2: IDÉ-udvikling

Der er udarbejdet et IDÉ-katalog for metoder til dæmpning af hastighed. I forlængelse heraf blev der afholdt en workshop med det formål at drøfte og udvikle/videreudvikle idéer. IDÉ-kataloget er efterfølgende blevet opdateret og nyttilkomne idéer opsamles løbende (reference 1).

Fase 3: Valg af idéer til test

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

Ønsker/Krav til udvalgte idéer

For de idéer, der skulle udvælges til test, var der ønske til en række opfyldte krav:

- 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 idéer og gennemførelse af tests: Daluiso, Dansk Vejsikring, Dansk Autoværn og LKF.

Gennemførte testprogrammer

Der er gennemført to testprogrammer. Hvert program indeholder flere testopstillinger.

Efteråret 2012 (reference 3):

- Mobile rumlestribes (Road Quake)
- Mobile rumlestribes kombineret med SÆNK FARTEN
- Elektroniske VMS tavler
- Mobilt arbejdslys A – Powermoon

Foråret 2013:

- Mobilt arbejdslys B - Powermoon
- N42 korridor

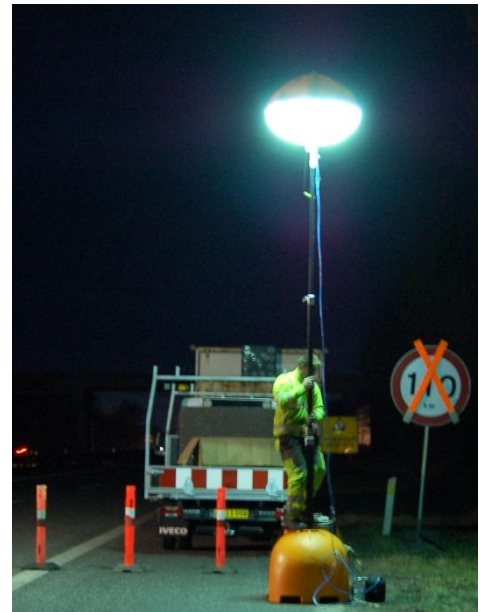
Dette notat indeholder evalueringen af testprogrammet gennemført i foråret 2013. Testprogrammet er udført af Trafitec i samarbejde med Vejdirektoratet og Dalu-iso. Dalu-iso har stået for fremskaffelse og opsætning af afmærkningsmateriel, og Trafitec for dataindsamling og afrapportering.

2 Test af Powermoon

2.1 Formål og baggrund for test af powermoon

Der udføres i stigende grad vejarbejde om natten. Det kræver lys til belysning af arbejdsområdet. En powermoon er en kraftig lyskilde, der på grund af placeringen relativt højt over jordoverfladen, kan oplyse et stort areal uden at give gener i form af skyggevirkning og blænding for trafikanterne.

Brugen af mobilt arbejdslys gør det på forholdsvis lang afstand synligt for trafikanterne, at der pågår vejarbejde længere fremme. Trafikanterne bevæger sig fra et ”rum” i mørke til et ”rum” der er oplyst, svarende til dagsituationen. Spørgsmålet er, om det kan påvirke trafikanterne til at reducere hastigheden i overensstemmelse med afmærkningen på stedet.



Spørgsmålet søges besvaret ved en test, hvor mobilt arbejdslys, i form af en ”powermoon”, anvendes til oplysning af et arbejdsområde ved et vejarbejde om natten.

2.2 Testdesign

Testen af powermoon blev gennemført i forbindelse med et aften/nat-vejarbejde på Vestmotorvejen M20, vest for frakørsel <39> Slagelse S ved km 90/0700. I forbindelse med vejarbejdet blev den vestgående trafik forlagt, fra den nordlige kørebanelhalvdel til den sydlige (DRI-261).

Natarbejdet foregik i perioden mellem kl. 18 og 06 og blev gennemført over tre på hinanden følgende nætter i slutningen af april/starten af maj 2013. Selve vejarbejdsopstillingen var den samme hver nat, blot med den forskel, at arbejdsområdet blev belyst med powermoon i to af de tre nætter i perioden mellem kl. 22 og 02. Natten mellem den 30. april og 1. maj var *uden* powermoon (’ingen powermoon’), og anvendes som referenceopstilling. I dagtimerne (kl. 06-18) blev trafikken afviklet under normale forhold.

Tidspunkt for hver af de tre testopstillinger ses i Tabel 1.

Natten mellem	Tidspunkt	Testopstilling
29. april og 30. april 2013	kl. 22-02	2 stk. powermoon
30. april og 1. maj 2013	kl. 22-02	Ingen powermoon (reference)
1. maj og 2. maj 2013	kl. 22-02	1 stk. powermoon

Tabel 1 Dato og tidsperiode for de tre testopstillinger.

I forbindelse med hver af de tre opstillinger blev trafikanternes hastighed målt med radar i to snit (Målesnit 2 og 3) suppleret med spoledata fra ét snit (Målesnit 1). Målesnittene var ens i alle tre opstillinger.

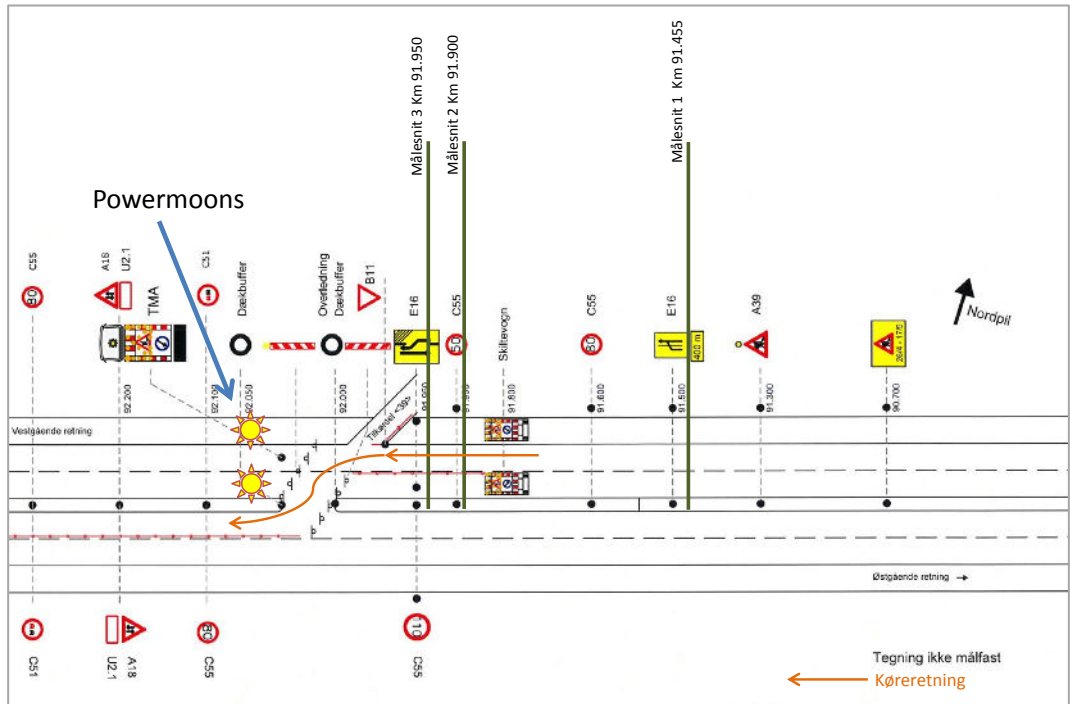
Opstilling med angivelse af målesnit og placering af powermoon(s) fremgår af Figur 1 og Figur 2 (figurerne findes tillige i bilag 1, som kan foldes ud).

Snit 1: Km 91/0455, ca. 500 meter før overledningen af den vestgående trafik. Hastighedsbegrænsning 110 km/t. Powermoon(s) var synlig for trafikanterne i dette snit.

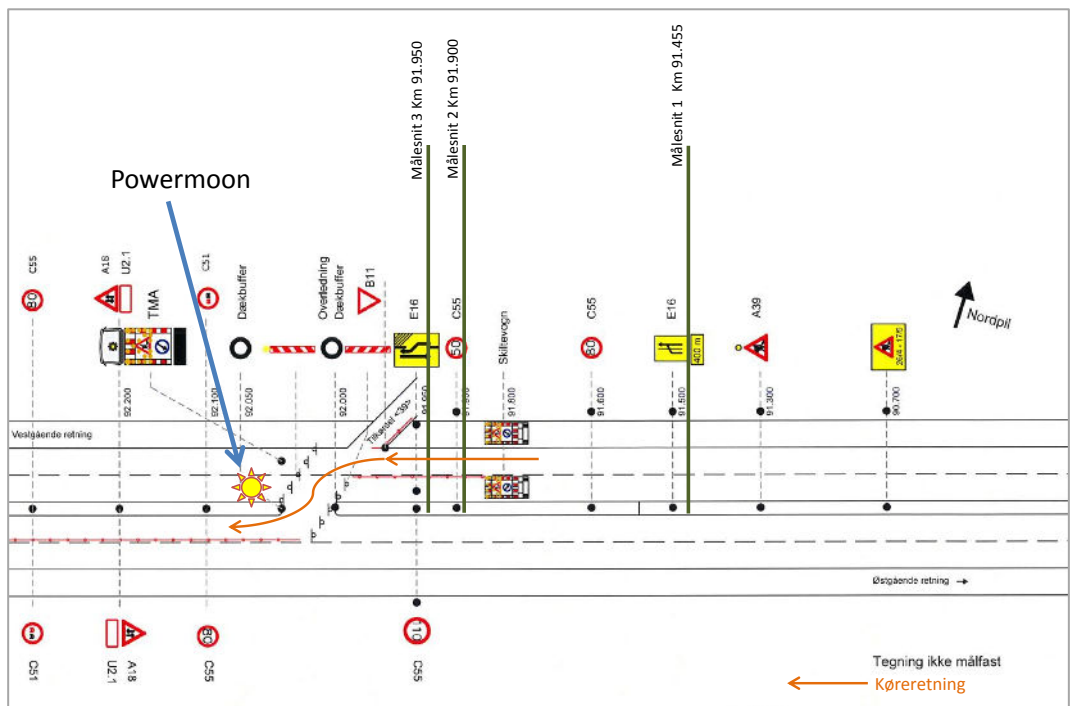
Snit 2: Km 91/0900, ca. 100 meter før overledningen. Hastighedsbegrænsning 50 km/t.

Snit 3: Km 91/0950, ca. 50 meter før overledningen. Hastighedsbegrænsning 50 km/t.

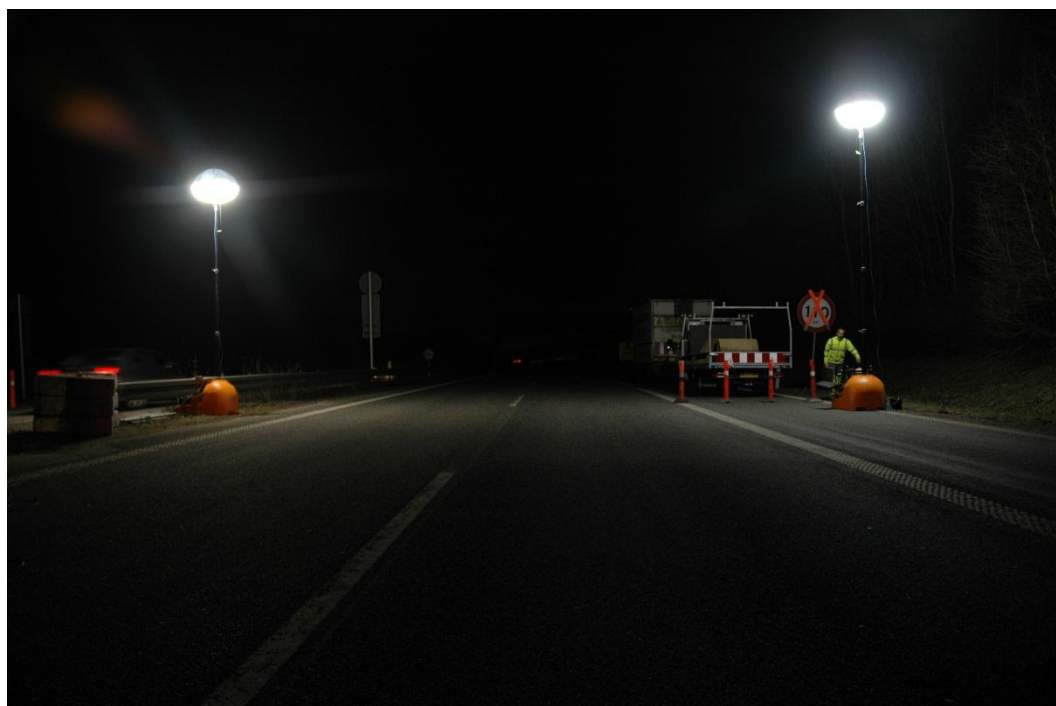
De to testopstillinger med hhv. 2 powermoons og 1 powermoon er ens (figur 1 og 2). Det gælder også referenceopstillingen. Den eneste forskel i de tre opstillinger er antallet af powermoons (2 stk., 1 stk. og ingen).



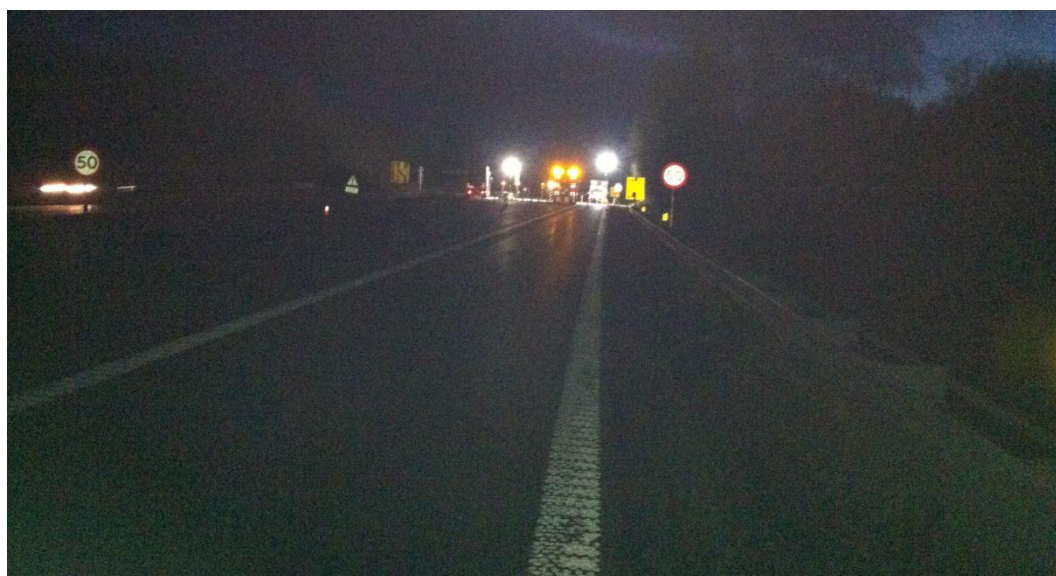
Figur 1 Testopstilling med 2 powermoons.



Figur 2 Testopstilling med 1 powermoon.



Testopstilling med 2 powermoons. Foto taget i køreretningen (mod vest).



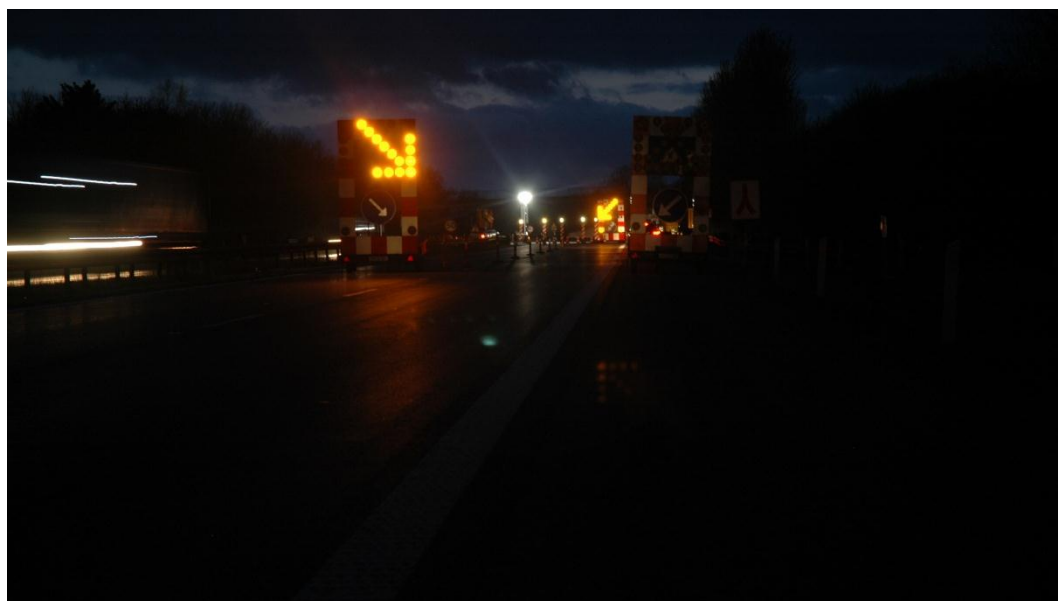
Testopstilling med 2 powermoons. Foto taget i køreretningen (mod vest) efter passage af de to skiltevogne og før målesnit 2, hvor hastigheden nedskiltes fra 80 til 50 m/t.



Testopstilling med 2 powermoons. Foto taget ved overledningen i køreretningen. I testopstillingen med 1 powermoon er denne placeret tilsvarende sted.



Testopstilling med 1 powermoon. Foto taget i køreretningen (mod vest) inden passage af de to skiltevogne (ca. km 91/0600).



Testopstilling med 1 powermoon. Foto taget i køreretningen (mod vest) umiddelbart før passage af de to skiltevogne (ca. km 91/0750).



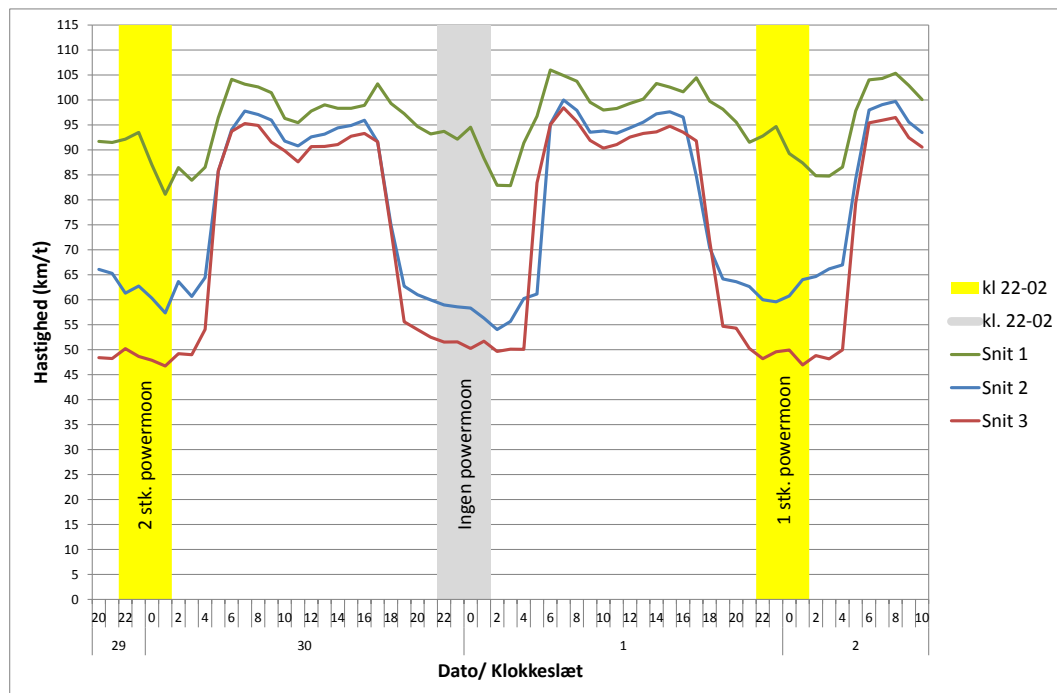
Testopstilling med 1 powermoon. Foto taget i køreretningen (mod vest) ved snit 2 (ca. km 91/0900).

2.3 Resultater

2.3.1 Alle målesnit

I Figur 3 ses hastighedsdata i hvert af de tre målesnit fordelt på time i perioden fra d. 29. april til 2. maj. De med gult og gråt markede søjler angiver perioderne mellem kl. 22:00 og 02:00 med hver af de tre testopstillinger hhv. 2 powermoons, ingen powermoon og 1 powermoon.

Uanset testopstilling er gennemsnitshastigheden i de enkelte snit betydelig lavere i perioden kl. 18-06 hvor vejarbejdet har fundet sted. Forskellen mellem dagtimer og mørketimer er mest markant i snit 2 og 3 tættest på overledningen. Eksempelvis er gennemsnitshastigheden i snit 2 i mørketimerne mellem kl. 22 og 02 ('ingen powermoon') 58 km/t, mens den i det samme snit i de lyse timer, mellem kl. 07 og 19, ligger på 91 km/t.



Figur 3 Timebaserede hastighedsdata i målesnit 1, 2 og 3 i perioden fra den 29. april kl. 20:00 til 2. maj kl. 10:00. Perioder med de tre testopstillinger i mørketimerne mellem kl. 22:00 og 02:00 er markeret med gult (2 eller 1 powermoon) og grå (ingen powermoon). De øvrige timer svarer til en belysningsituation uden powermoon.

Sammenholdes hastighedsdata for de tre dage, fra kl. 22-02, med henholdsvis ingen, 1 eller 2 powermoons fås gennemsnitshastigheder og 85% fraktiler for de 3 målesnit, som angivet i Tabel 2.

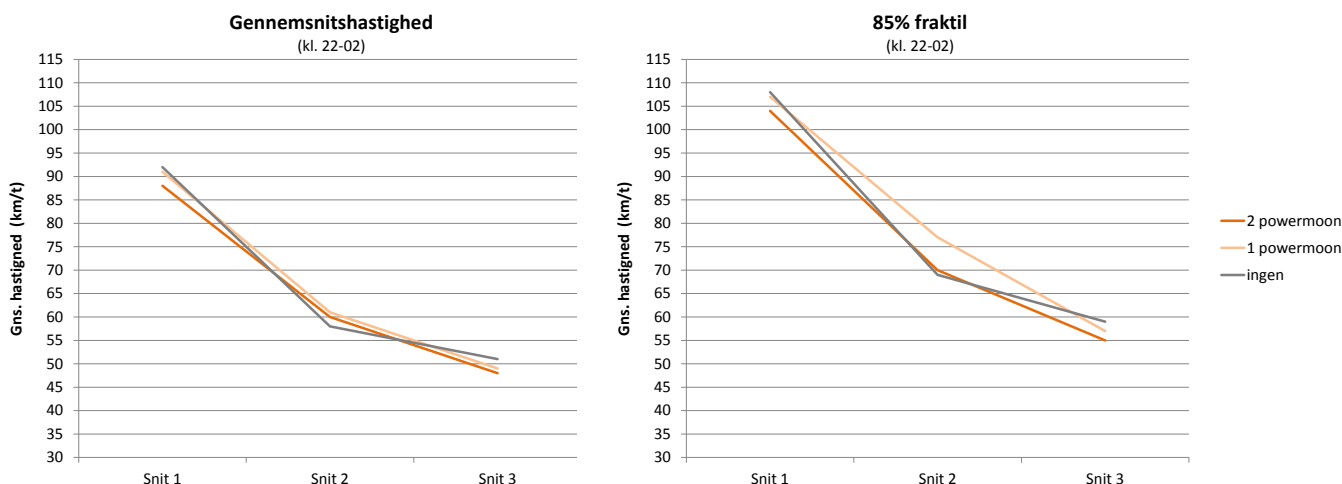
I *snit 1* og *snit 3* ses en lille reduktion i gennemsnitshastighed og 85% fraktil fra 'ingen powermoon' til '1 powermoon' og '2 powermoons'. Reduktionen fra Ingen til 2 powermoons er 3-4 km/t afhængig af snit .

I *snit 2* er resultaterne anderledes, idet de laveste gennemsnitshastigheder og den laveste 85% fraktil findes for opstillingen 'ingen powermoon' (Tabel 2). Årsagen hertil kan ikke umiddelbart forklares.

Kl. 22-02			Ingen powermoon	1 Powermoon	2 Powermoon
Snit 1 (110 km/t)	Hast. (km/t)	Gns.	92	91	88
		85%	108	107	104
	Antal køretøjer	884	726	735	
Snit 2 (80/50 km/t)	Hast. (km/t)	Gns.	58	61	60
		85%	69	77	70
	Antal køretøjer	766	797	555	
Snit 3 (50 km/t)	Hast. (km/t)	Gns.	51	49	48
		85%	59	57	55
	Antal køretøjer	759	615	608	

Tabel 2 Gennemsnitshastighed, 85% fraktil og antal køretøjer i målesnit i perioden kl. 22-02 for de tre opstillinger.

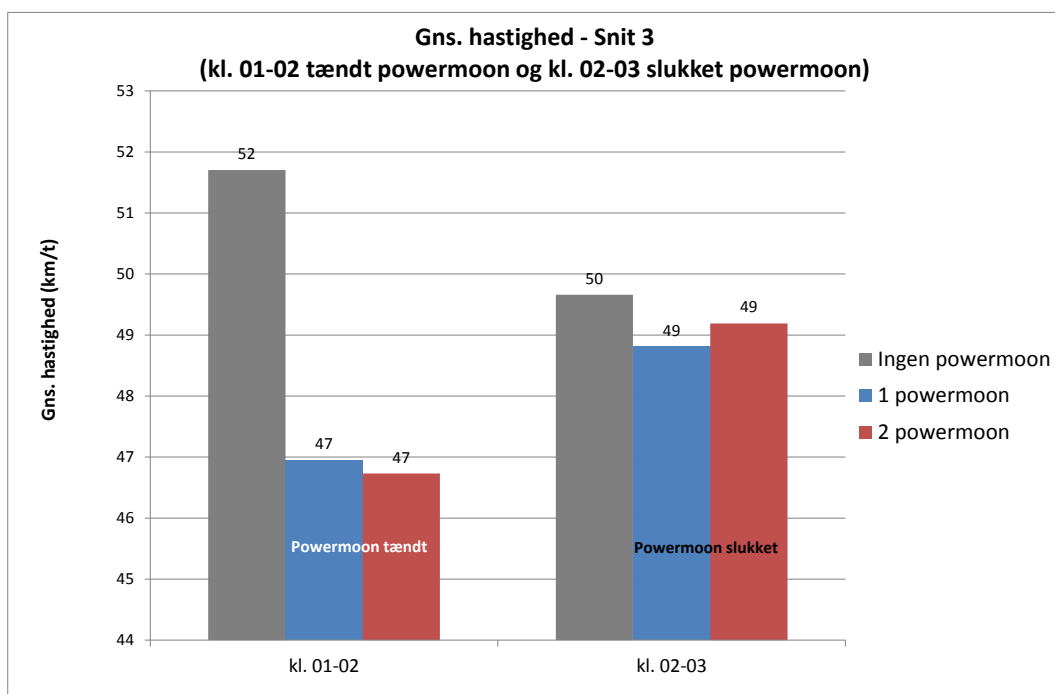
Gennemsnitshastigheder og 85% fraktil ses tillige afbildet i Figur 4.



Figur 4 Gennemsnitshastighed og 85% fraktil i målesnit for de tre testopstillinger i perioden mellem kl. 22-02.

2.3.2 Målesnit 3 – ca. 50 m fra overledning

I det følgende ses alene på resultaterne fra *snit 3*, dvs. målesnittet placeret tættest på overledningen. Her sammenholdes hastighedsdata for perioden mellem kl. 01-02 med perioden mellem kl. 02-03 fra *samme* nat, opdelt på de tre nætter med forskellig opstilling. Af Figur 5 fremgår det, at i opstillingen uden powermoon, er hastigheden højest mellem kl 01-02. I opstillingerne med powermoon er det lige omvendt, hvor hastigheden stiger i perioden 02-03 (hvor powermoon er slukket). Antages perioden kl 02-03 at være hastighedsniveauet den pågældende nat, ses at opstilling med powermoon reducerer hastigheden med ca. 4 km/t. Det gælder både opstillingen med 1 og 2 powermoons.



Figur 5 Gennemsnitshastighed i målesnit 3, kl. 01-02 og 02-03 for hver af de tre testopstillinger.

Gennemsnitshastighed, 85% fraktil og spredning i hastighed i *snit 3* i timerne mellem kl. 22 og 02, hvor powermoon er tændt, og i timerne efter, hvor powermoon er slukket (kl. 02-04), ses i Tabel 3.

SNIT 3 Kl.	Gennemsnitshastighed (km/t)			85%-fraktil (km/t)			Standardafvigelse (km/t)		
	Ingen powermoon	1 powermoon	2 powermoon	Ingen powermoon	1 powermoon	2 powermoon	Ingen powermoon	1 powermoon	2 powermoon
kl. 22-23	52	48	50	59	56	58	8	7	8
kl. 23-24	52	50	49	60	58	56	8	8	8
kl. 00-01	50	50	48	58	58	56	8	9	8
kl. 01-02	52	47	47	59	53	53	7	6	6
kl. 02-03	50	49	49	57	57	57	8	8	8
kl. 03-04	50	48	49	57	56	55	7	8	6

Table 3 Gennemsnitshastighed, 85% fraktil og standardafvigelse i målesnit 3, kl. 22-04 for hver af de tre testopstillinger. Celler markeret med gult illustrerer timer med tændt powermoon.

Hastighedsniveauet i de to opstillinger med powermoons varierer begge mellem 47 og 50 km/t i timerne mellem kl. 22 og 02, hvor powermoon er tændt. I tilsvarende tidsperiode varierer hastighedsniveauet for opstillingen 'ingen powermoon' mellem 50 og 52 km/t. Største forskel ses mellem opstillingen 'ingen powermoon' og 2 powermoons, idet gennemsnitshastigheden for 2 powermoons ligger mellem 2 og 5 km/t lavere, end 'ingen powermoon'.

Gennemsnitshastigheden i perioden mellem kl. 22-02 er for begge powermoon-opstillinger 49 km/t, hvilket også er tilfældet med *slukket* powermoon (kl. 02-04). Gennemsnitshastigheden i opstillingen 'ingen powermoon' ligger på 51 km/t mellem kl. 22-02 og 50 km/t i timerne efter.

Sammenholdes 85%-fraktilen for 'ingen powermoon' med 1 og 2 powermoon(s) er denne gennemsnitlig 3 km/t lavere i timerne mellem kl. 22-02 for opstillingerne med powermoons. Tilsvarende forskel ses ikke efter kl. 02.

Spredningen i hastighed er omtrent den samme uanset opstilling, og om powermoon er tændt eller slukket.

Samlet tyder det altså på en hastighedsreducerende effekt i snit 3 på ca. 2-4 km/t ved brug af powermoons.

Der er lavet tilsvarende analyser af data fra snit 2 hvor effekten er noget mindre og mønsteret knap så entydigt.

2.4 Opsamling

Generelt ser det ud til, at gennemsnitshastigheden i de to testopstillinger med powermoon ligger lidt lavere end opstillingen 'ingen powermoon'. Det gælder især i perioden mellem kl. 22 og 02, hvor powermoon er tændt.

Sammenholdes de tre testopstillinger i perioden mellem kl. **22-02** (powermoon tændt) ses en lille, men gradvis reduktion i gennemsnitshastighed og 85%-fraktil

fra 'ingen powermoon' til '1 powermoon' og '2 powermoons'. Således er hastighedsreduktionen i **målesnit 1 og 3** fra 'ingen' til '2 powermoons' 3-4 km/t. I **målesnit 2** er resultaterne dog ikke helt så entydige, idet de laveste hastigheder og den laveste 85%-fraktil findes for opstillingen 'ingen powermoon'.

Sammenholdes hastigheden tidsrummet mellem **kl. 01-02** (powermoon tændt) med tidsrummet mellem **kl. 02-03** (powermoon slukket) findes i snit 3 en forskel på ca. 2 km/t. Hastighedsforskellen er lige omvendt i situationen uden powermoon. Dette indikerer at powermoons har reduceret hastigheden med ca. 4-5 km/t.

Samlet set viser resultaterne, at powermoons giver en reducerende, men begrænset effekt på trafikanternes hastighed.

3 Test af N42 korridor

3.1 Formål og baggrund for test af N42 korridor

I forbindelse med bl.a. DRI-261 opstillinger ved vejarbejder reducerer man antallet af vognbaner fra 2 til 1.

Som forsøg på at forstærke den hastighedsreducerende effekt af vognbanereduktionen ønskes en modificeret udgave af DRI-261 testet med og uden en samtidig indsnævring i det vertikale plan i form af en korridor af 2 m høje N42-tavler.



3.2 Testdesign

Test af høj N42 korridor er gennemført i forbindelse med et vejarbejde på Skovvejen (Rute 23) mellem km 0,0 og km 6,8 i *østgående* køreretning.

Der blev testet i to etaper af vejarbejdet:

Etape 1: Ét-sporet strækning. Hastighedsbegrænsning 80 km/t (se figur 6 eller bilag 2, som kan foldes ud).

Etape 2: Ét-sporet strækning. Hastighedsbegrænsning 80 km/t. Omkring midt på korridorstrækningen nedskiltes til 50 km/t (se figur 7 eller bilag 3, som kan foldes ud). Nedskiltningen til 50 km/t sker forud for, at trafikken for enden af korridoren skal foretage vognbaneskift fra højre mod venstre (forsætning). Fra venstre vognbane bliver trafik, der skal fortsætte mod øst, herefter overledt mod venstre fra den sydlige kørebanelhalvdel til den nordlige kørebanelhalvdel på Skovvejen. Trafikanter der *ikke* skal fortsætte mod øst kan i stedet fortsætte mod højre og benytte frakørselsrampen til Ringstedvej, som bibeholdes åben under vejarbejdet. Det er

en lidt kompliceret opstilling som, blot ved kort tids observation på stedet, så ud til at være svær for trafikanterne at gennemskue (se figur 7).

I begge etaper undersøges hastigheden på en referencestrækning samt ved to forskellige tætheder (15 m og 7,5 m) for opstilling af N42 tavler i korridoren. Beliggenheden af reference- og korridorstrækning er ens.

Referenceopstilling

Referencestrækningen, både i Etape 1 og Etape 2, er en modificeret DRI-261 opstilling. DRI 261 er modificeret ved, at tavlevognen(e) blev rykket 100 m tilbage (opstrøms) for at give plads til korridoren. Desuden blev det forsøgt at gøre starten af korridoren tragtformet, således at indsnævring med N42 tavler skete over de første ca. 15 meter.

Testopstilling N42 korridor

- Korridorbredde: 3,65 m (minimum af hensyn til brede køretøjer)
- Korridorlængde: 160 m (Etape 1), 150 m (Etape 2)
- Tæthed N42 tavler: 15 m og 7,5 m
- Tavlehøjde (N42): 2 m
- Afstand mellem de to tavlevogne ved indgangen til korridoren (kun Etape 2): 4,5 m

Opstillinger og tidsplan for det samlede testprogram ses i Tabel 4.

	Opstillingsperiode (2013)				Måledage (Antal hverdagsdøgn)	Opstilling	Afstand N42 (m)	Korridor- længde (m)
ETAPE 1	7. maj	kl. 12 til	8. maj	kl. 9:00	Ca. 1	Referenceopstilling 1	-	-
	8. maj	kl. 12 til	14. maj	kl. 9:00	Ca. 3	N42 korridor	15 m	160 m
	14. maj	kl. 12 til	17. maj	kl. 9:00	Ca. 3	N42 korridor	7,5 m	160 m
	17. maj	kl. 12 til	24. maj	kl. 9:25	Ca. 4	Referenceopstilling 2	-	-
ETAPE 2	31. maj	kl. 14 til	4. juni	kl. 9:00	Ca. 1½	Referenceopstilling 1	-	-
	5. juni	kl. 12 til	10. juni	kl. 9:00	Ca. 3	N42 korridor	15 m	150 m
	10. juni	kl. 11 til	13. juni	kl. 9:00	Ca. 3	N42 korridor	7,5 m	150 m
	13. juni	kl. 12 til	18. juni	kl. 7:00	Ca. 3	Referenceopstilling 2	-	-

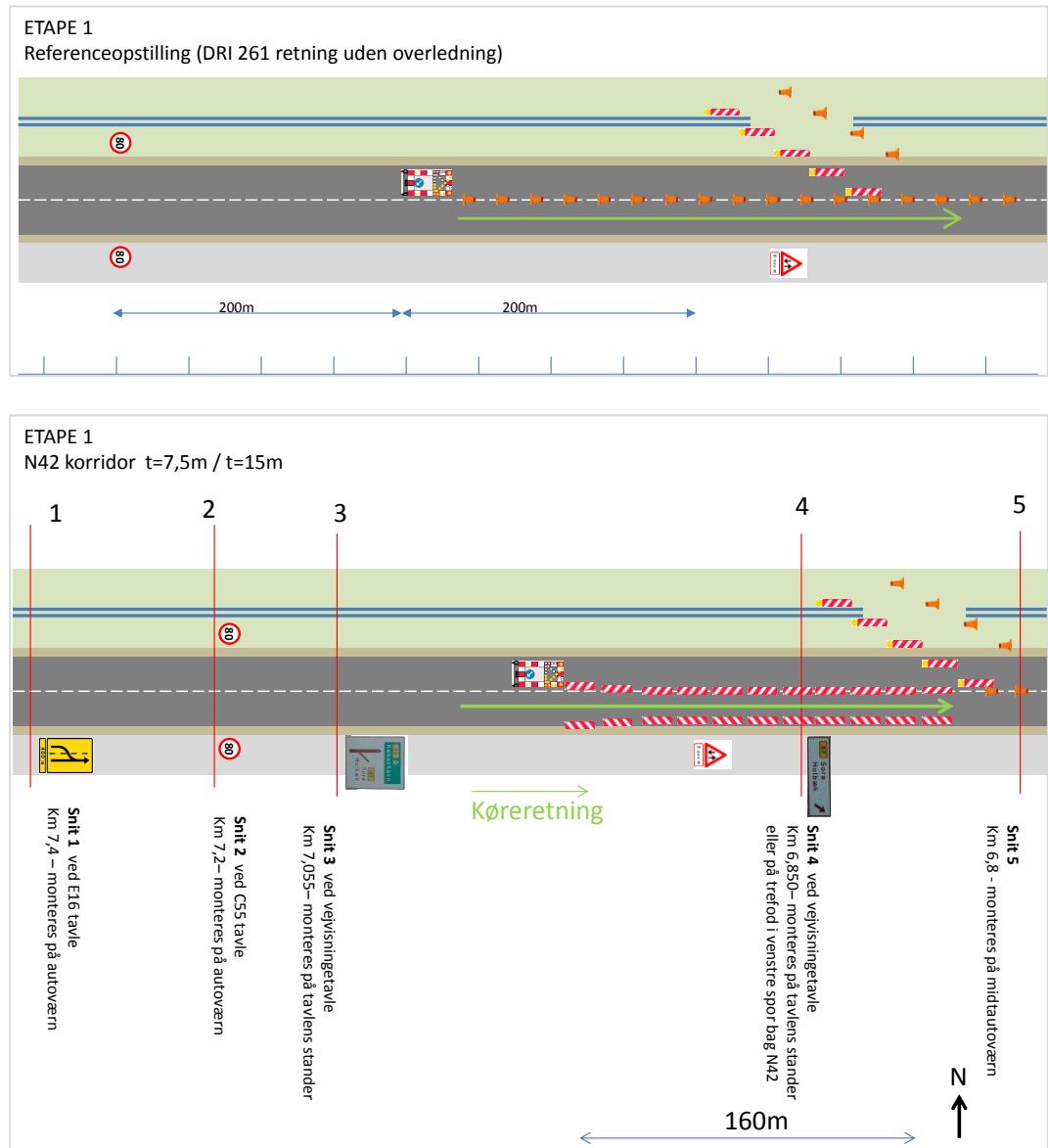
Tabel 4 Opstilling, periode og antal måledage for det samlede testprogram af N42 korridor.

Der blev målt hastigheder i 5 målesnit med radar i både natte- og dagtimerne.

Det skal bemærkes, at dele af opstillingsperioden for Etape 1 var i Pinsen, men resultaterne baseres alene på målinger på hverdagsdøgn.

3.2.1 Etape 1

Principskitser for opstilling og placering af målesnit for *Etape 1* fremgår af figur 6 og findes tillige som fold-ud side i bilag 2.



Figur 6 ETAPE 1 Principskitser. Øverst: Referenceopstilling. Nederst: N42 korridoropstilling med angivelse af målesnit. Målesnittene er ens for reference- og korridoropstillinger. Køreretning mod øst.



Etape 1 – Referencetrækning. Foto i køreretningen (mod øst).



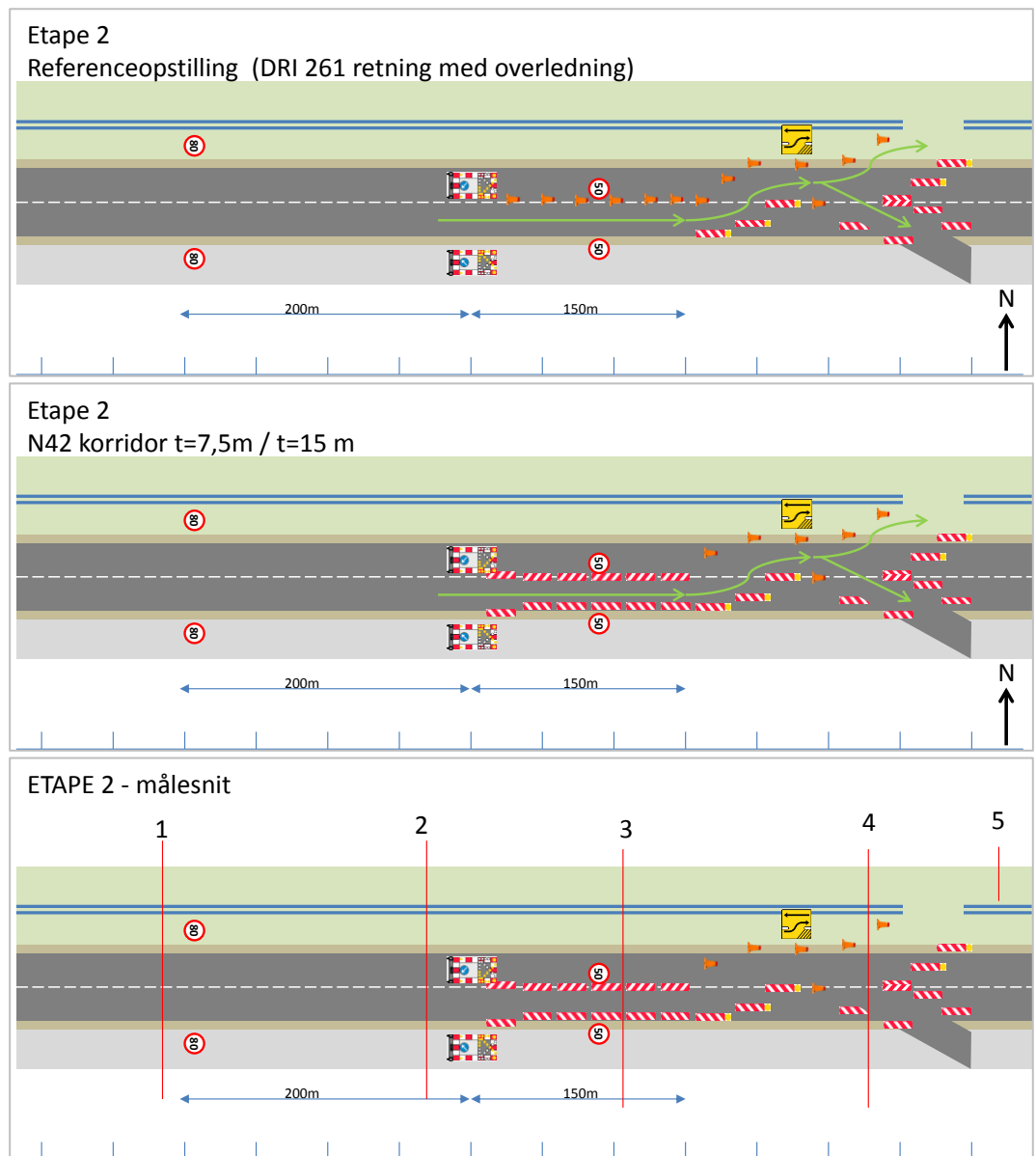
Etape 1 – N42 korridor, afstand mellem N42 tavler, $t = 7,5$ m. Foto i køreretningen (mod øst).



Etape 1 – N42 korridor, afstand mellem N42 tavler, $t = 15$ m. Foto i køreretningen (mod øst).

3.2.2 Etape 2

Principskitser for opstilling og placering af målesnit for *Etape 2* fremgår af figur 7 og findes tillige som fold-ud side i bilag 3.



Figur 7 ETAPE 2 Principskitser. Øverst: Referenceopstilling. Midt: Korridoropstilling. Nederst: Angivelse af målesnit (ens for reference- og korridoropstillinger). Køreretning mod øst.



Etape 2 – Referencestrækning. Foto i køreretning mod øst.



Etape 2 – N42 korridor, afstand mellem N42 tavler, $t = 7,5$ m. Foto i køreretning mod øst.



Etape 2 – N42 korridor, afstand mellem N42 tavler, $t = 15$ m. Foto i køreretning mod øst.



Foto fra Etape 2. For enden af N42 korridoren har trafikanterne mulighed for at fortsætte mod øst ad Skovvejen mod venstre – eller køre fra til højre ad frakørselsrampen mod Ringstedvej. Bemærk tavlen til venstre, som ikke stemmer helt overens med afmærkningen på stedet. Foto i køreretning mod øst.

3.3 Resultater – Etape 1

Resultaterne er baseret på én måledag for referenceopstilling 1, tre måledage for hver af korridoropstillingerne N42-15m og N42-7,5m og fire måledage for referenceopstilling 2 (tabel 4). Da de to referenceopstillinger er ens, og antallet af måledage for reference 1 er begrænset til én, slås data for referenceopstillingerne sammen.

I Etape 1 er hastighedsbegrænsningen 80 km/t på hele strækningen, dvs. både før, i og efter passage af korridoren. Målesnit 1, 2 og 3 ligger alle før kørsel ind på selve N42 korridoren. Snit 4 ligger i korridoren, mens snit 5 ligger umiddelbart efter passage af korridoren (se figur 6/bilag 2).

For *referenceopstillingen* er gennemsnitshastigheden faldende fra 85 km/t i snit 2 til 72 km/t i snit 5 (tabel 5). Det største fald i hastighed ses mellem snit 2 og 3 og snit 3 og 4. 85%-fraktilen er 9 til 11 km/t højere end gennemsnitshastigheden i de enkelte snit. Spredningen i hastighed er mellem 9 og 12 km/t - højst i snit 1 og lavest i snit 5.

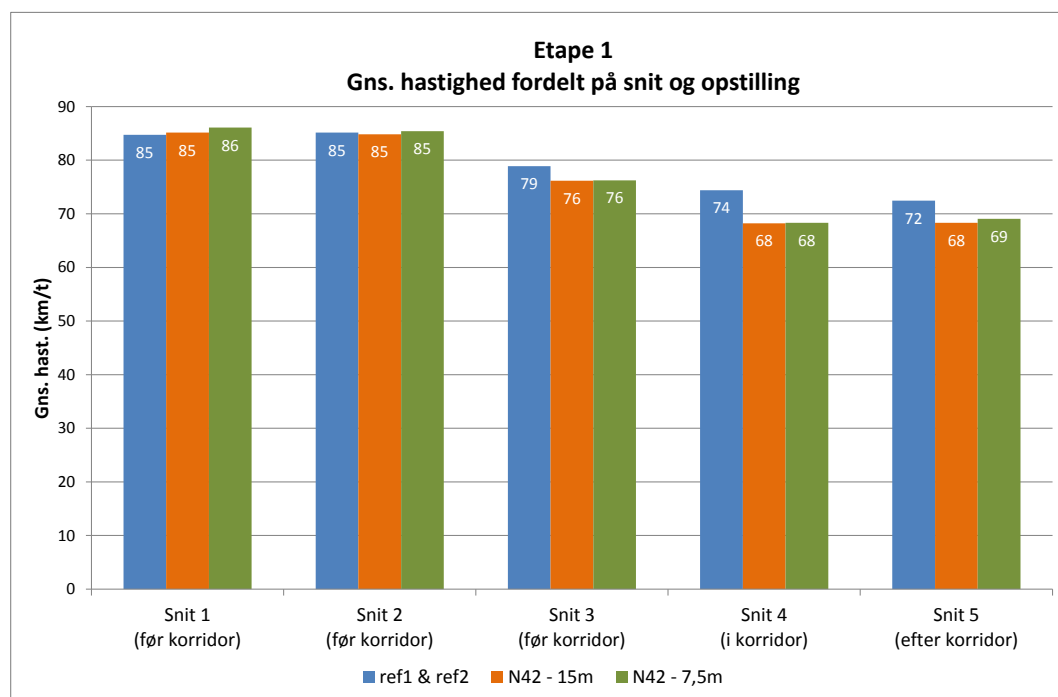
Målesnit			Opstilling – Etape 1		
			ref1 & ref2	N42 - 15m	N42 - 7,5m
Snit 1 (Hastbegr. 80 km/t) (før korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	85	85	86
		85% fraktil	96	96	97
		Stdafv	12	12	11
		Antal køretøjer	38705	21515	23025
Snit 2 (Hastbegr. 80 km/t) (før korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	85	85	85
		85% fraktil	95	95	96
		Stdafv	10	11	10
		Antal køretøjer	37360	21512	23184
Snit 3 (Hastbegr. 80 km/t) (før korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	79	76	76
		85% fraktil	89	86	86
		Stdafv	11	11	10
		Antal køretøjer	40174	22284	23913
Snit 4 (Hastbegr. 80 km/t) (i korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	74	68	68
		85% fraktil	84	78	78
		Stdafv	10	10	10
		Antal køretøjer	40383	22414	24044
Snit 5 (Hastbegr. 80 km/t) (efter korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	72	68	69
		85% fraktil	81	78	78
		Stdafv	9	10	9
		Antal køretøjer	35316	21678	23132

Tabel 5 Etape 1. Gennemsnitshastighed, 85% fraktil, spredning i hastighed og antal køretøjer i målesnit for hver opstilling. Kun målinger på almindelige hverdage.

For de to *korridoropstillinger* falder gennemsnitshastigheden fra 85 km/t i snit 2 til 68 km/t (N42-15m) hhv. 69 km/t (N42-7,5 m) i snit 5. Ligesom for referencestrækningen er 85% fraktilen 9 til 11 km/t højere end gennemsnitshastigheden i de enkelte snit og spredningen i hastighed mellem 9 og 12 km/t - højst i snit 1 og lavest i snit 5.

Der ses ingen nævneværdig forskel i gennemsnitshastigheden for de to korridoropstillinger.

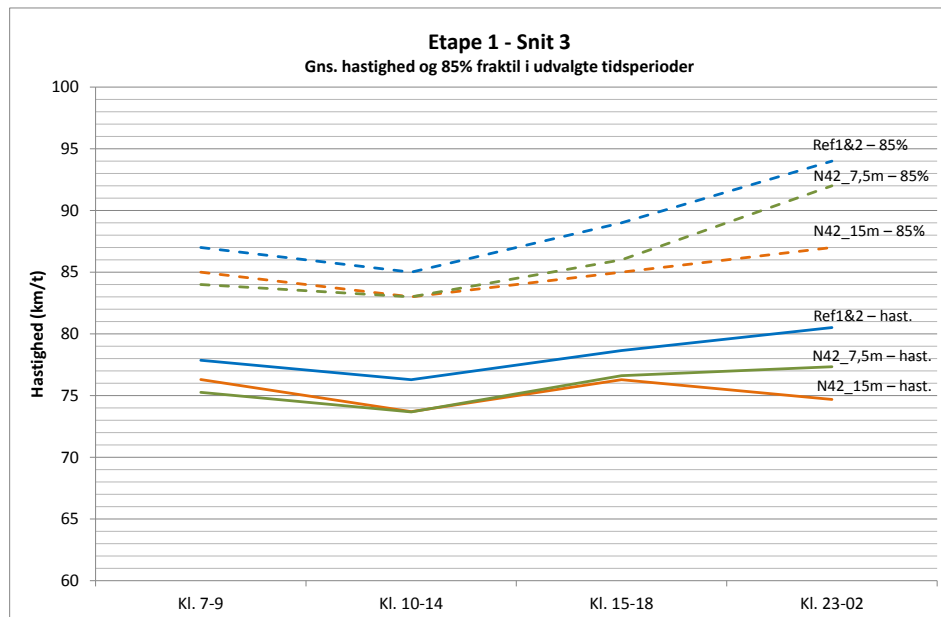
Sammenholdes gennemsnitshastigheden mellem referencestrækninger og korridorstrækninger ses den største forskel i snit 4 – altså på selve korridorstrækningen – hvor gennemsnitshastigheden er 6 km/t lavere i korridoropstillingerne (tabel 5, figur 8).



Figur 8 Etape 1. Gennemsnitshastigheden i snit fordelt på referenceopstilling og korridoropstillinger. Kun målinger på almindelige hverdage.

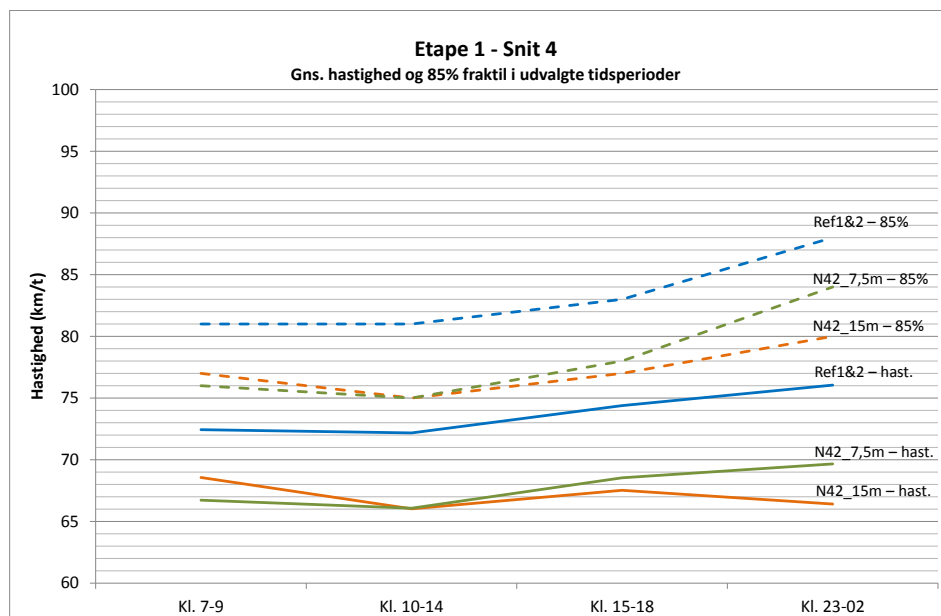
Figur 9, 10 og 11 illustrerer gennemsnitshastighed og 85% fraktil i udvalgte tidsperioder i hhv. snit 3, 4 og 5.

Afhængig af opstilling er nattemålingerne (kl. 23-02) i de tre snit (3, 4 og 5) baseret på mellem ca. 300 og 550 køretøjer, mens målingerne i perioderne mellem kl. 7-9, kl. 10-14 og kl. 15-18 er baseret på 3500 køretøjer eller mere.



Figur 9 Etape 1. Gennemsnitshastighed og 85% fraktil i SNIT 3 (FØR korridor) i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

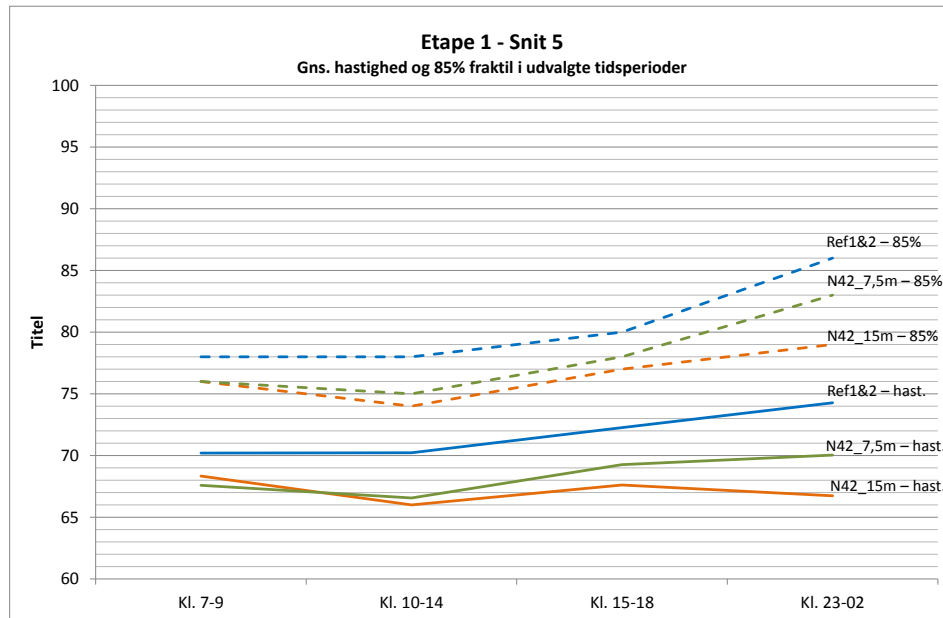
For de to N42 opstillinger er gennemsnitshastigheden i snit 3 meget ensartet i morgen og dagtimerne (figur 9). I nattetimerne ses, at gennemsnitshastigheden er ca. 2 km/t lavere for N42 opstillingen med 15 meters afstand mellem tavlerne. Forskellen mellem 85% fraktilerne for de to opstillinger er 5 km/t. Altså lavere hastighed og lavere 85% fraktil med 15 m afstand mellem tavlerne.



Figur 10 Etape 1. Gennemsnitshastighed og 85% fraktil i SNIT 4 (I korridor) i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

I snit 4 og snit 5 ses den største forskel mellem de to N42 opstillinger ligeledes især at gøre sig gældende i nattetimerne (figur 10 og 11).

Specielt i snit 4 ses desuden tydeligt den markante forskel mellem N42 opstillingerne og referencestrækningen (figur 10).



Figur 11 Etape 1. Gennemsnitshastighed og 85% fraktil i SNIT 5 (EFTER korridor) i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

Gennemsnitshastighed og 85%-fraktil i snit 4 er gengivet i tabel 6, hvor også spredningen af hastigheden fremgår. I dagtimerne er spredningen meget ensartet uanset opstilling.

SNIT 4 Kl.	Gennemsnitshastighed (km/t)			85%-fraktil (km/t)			Standardafvigelse (km/t)		
	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m
Kl. 7-9	72	69	67	81	77	76	10	9	9
Kl. 10-14	72	66	66	81	75	75	9	9	9
Kl. 15-18	74	68	69	83	77	78	9	10	9
Kl. 23-02	76	66	70	88	80	84	12	13	14

Tabel 6 Etape 1. Gennemsnitshastighed, 85% fraktil og standardafvigelse i SNIT 4 i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

3.4 Resultater – Etape 2

Resultaterne er baseret på halvanden måledag for referenceopstilling 1 og tre måledage for hver af korridoropstillingerne N42-15m og N42-7,5m samt referenceopstilling 2 (tabel 4). Da de to referenceopstillinger er ens, og antallet af måledage for reference 1 er begrænset til halvanden, slås data for referenceopstillingerne sammen.

I Etape 2 er hastighedsbegrænsningen op til og gennem ca. 2/3 af N42 korridoren 80 km/t. Herefter nedskiltes hastigheden til 50 km/t forud for overledningen.

Målesnit 1 og 2 er placeret før N42 korridoren. Snit 3 er placeret i korridoren umiddelbart efter passage af C55 tavlen med 50 km/t, snit 4 er placeret efter korridoren ved overledningen, mens målesnit 5 er placeret kort efter overledningen (se figur 7/bilag 3).

I målesnit 1 og 2 er hastighedsbegrænsningen således 80 km/t, mens begrænsningen er 50 km/t i snit 3, 4 og 5.

Data for målesnit 5 viste sig ikke at være anvendelige, og er derfor udeladt i det følgende.

Hastighedsdata, herunder gennemsnitshastighed, 85%-fraktil og standardafvigelse, samt datagrundlag (antal køretøjer) ses i tabel 7.

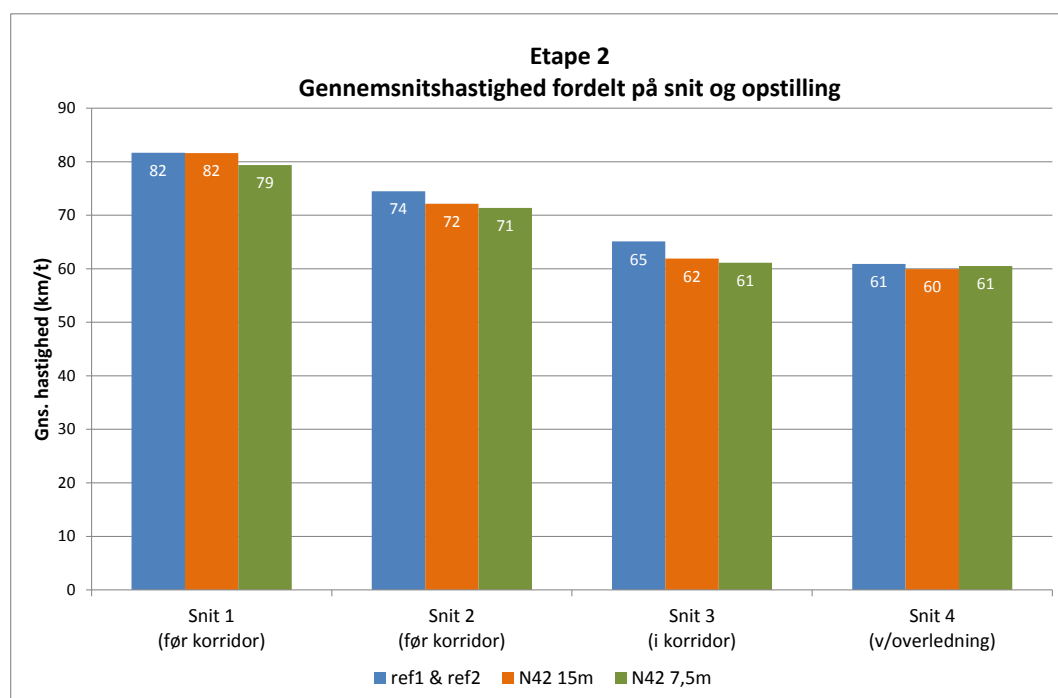
Målesnit			Opstilling – Etape 2		
			ref1 & ref2	N42 - 15m	N42 - 7,5m
Snit 1 (Hastbegr. 80 km/t) (før korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	82	82	79
		85% fraktil	93	92	91
		Stdafv	11	11	14
	Antal køretøjer		36099	23607	23705
Snit 2 (Hastbegr. 80 km/t) (før korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	74	72	71
		85% fraktil	85	82	81
		Stdafv	10	10	10
	Antal køretøjer		28776	22438	21812
Snit 3 (Hastbegr. 50 km/t) (i korridor)	Hast. (km/t)	Gns.	65	62	61
		85% fraktil	76	72	71
		Stdafv	11	10	10
	Antal køretøjer		36772	24120	24208
Snit 4 (Hastbegr. 50 km/t) (Efter korridor/ved overledning)	Hast. (km/t)	Gns.	61	60	61
		85% fraktil	70	68	69
		Stdafv	9	8	9
	Antal køretøjer		34104	22293	22713

Tabel 7 Etape 2. Gennemsnitshastighed, 85% fraktil, spredning i hastighed og antal køretøjer i målesnit for hver opstilling. Målinger på almindelige hverdage.

For *referenceopstillingen* er gennemsnitshastigheden faldende fra 82 km/t i snit 1 til 61 km/t i snit 4 (tabel 7). I målesnit 3 og 4, hvor hastighedsbegrænsningen er 50 km/t, er gennemsnitshastigheden hhv. 65 og 61 km/t. 85%-fraktilen i de to snit er 9-11 km/t højere end gennemsnitshastigheden.

For de to *korridoropstillinger* er gennemsnitshastigheden i målesnit 2, 3 og 4 omtrent ens. I målesnit 1, ca. 200 m før korridoren, ses en forskel i gennemsnitshastigheden på 3 km/t – lavest for opstillingen med 7,5 m mellem tavlerne. Til gengæld er spredningen i hastighed tilsvarende højere for N42_7,5 i snit 1.

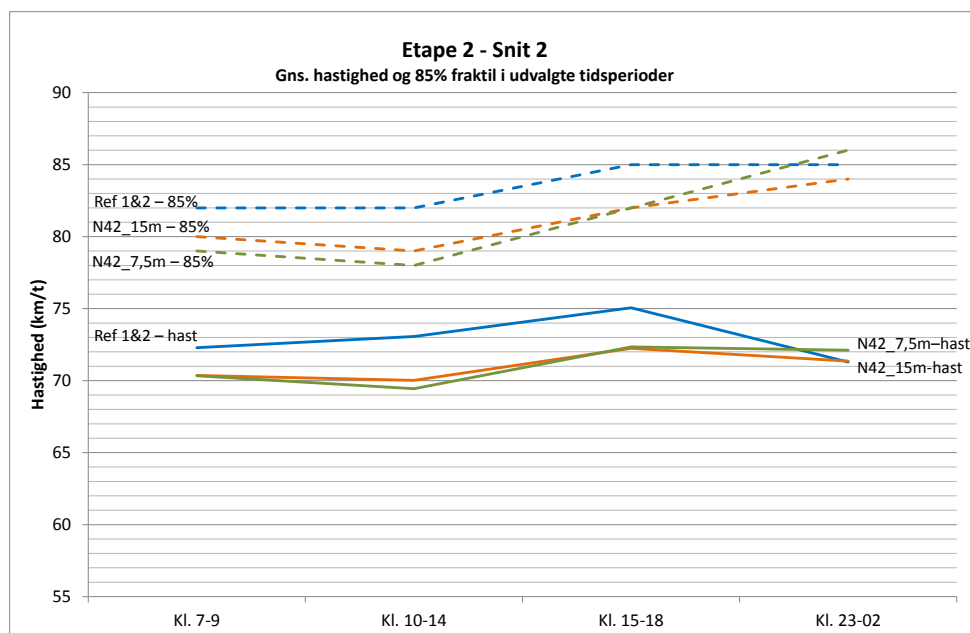
Sammenholdes gennemsnitshastigheden mellem referencestrækninger og korridorstrækninger ses den største forskel i snit 3, snittet umiddelbart efter C55 tavlen med hastighedsbegrænsning på 50 km/t. Gennemsnitshastigheden er 3-4 km/t lavere på korridoropstillingerne, og forskellen i 85%-fraktilen ligger på 4-5 km/t (tabel 7, figur 12).



Figur 12 Etape 2. Gennemsnitshastigheden i snit fordelt på opstilling. Kun målinger på almindelige hverdage.

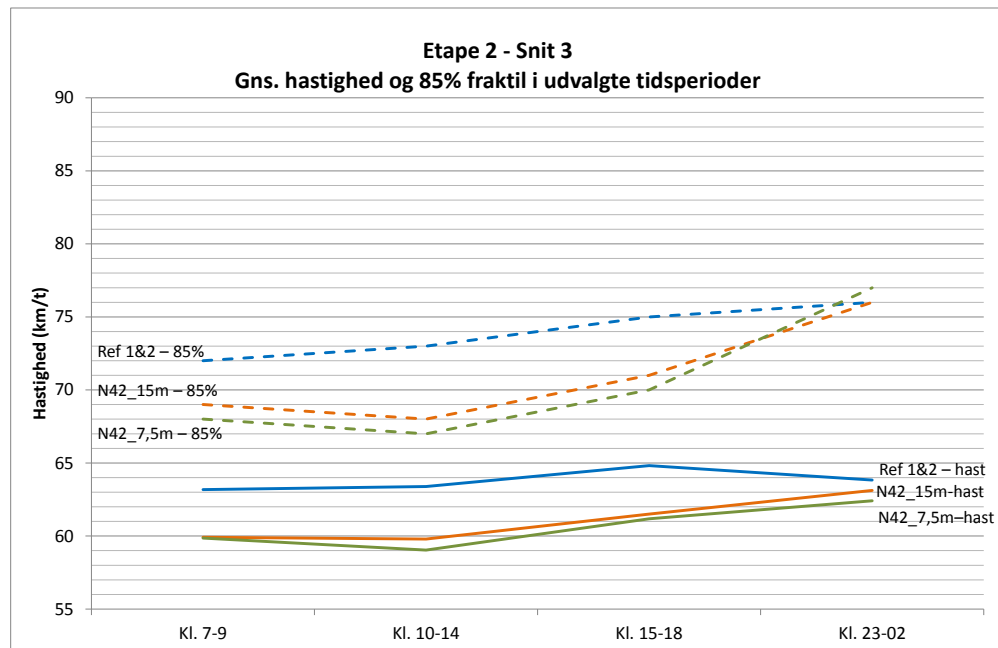
Figur 13, 14 og 15 illustrerer gennemsnitshastighed og 85% fraktil i udvalgte tidsperioder i hhv. snit 2, 3 og 4.

Afhængig af opstilling er nattemålingerne (kl. 23-02) i de tre snit baseret på mellem ca. 300 og 600 køretøjer. Målingerne i perioderne mellem kl. 7-9, kl. 10-14 og kl. 15-18, er baseret på mellem ca. 4000 og 8000 køretøjer.



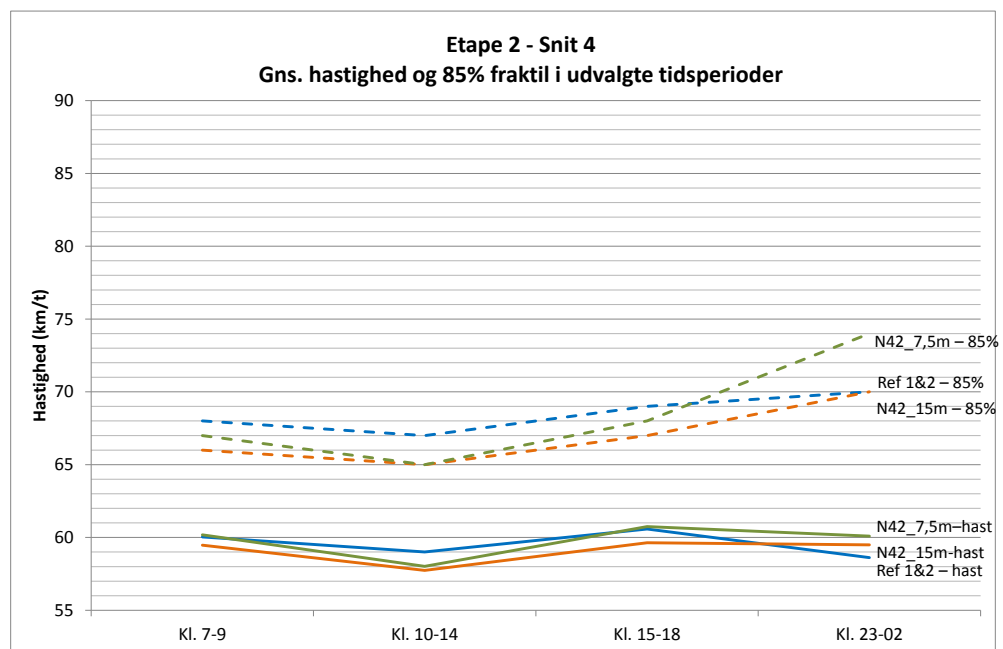
Figur 13 Etape 2. Gennemsnitshastighed og 85% fraktil i SNIT 2 (FØR korridor) i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

I snit 2 er gennemsnitshastigheden for de to korridoropstillinger meget ensartet (figur 13). Det gælder alle fire tidsperioder. Bortset fra nattemålingerne er gennemsnitshastigheden på referencestrækningen generelt 2-4 km/t højere. I nattemålingerne er gennemsnitshastigheden ensartet for referenceopstilling og korridoropstillinger. I dagtimerne ligger 85% fraktillerne 8-10 km/t højere end gennemsnitshastigheden, mens den i nattemålingerne er 12-15 km/t højere.



Figur 14 Etape 2. Gennemsnitshastighed og 85% fraktile i SNIT 3 (I korridor) i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

Mønsteret i snit 2 to ses også i snit 3: Gennemsnitshastigheder og fraktiler er ensartet for korridoropstillingerne i alle fire tidsperioder, mens gennemsnitshastigheden på referencestrækningen ligger 3-4 km/t højere end på korridoropstillingerne i dagtimerne. Forskellen er noget lavere i nattetimerne. Uanset tidsperiode og opstilling kommer gennemsnitshastigheden kun lige ned under 60 km/t.



Figur 15 Etape 2. Gennemsnitshastighed og 85% fraktile i SNIT 4 (v/overledning) i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

I snit 4 ses *ingen* markant forskel i gennemsnitshastigheden på referencestrækning og korridoropstillinger (figur 15). Tilsvarende gør sig gældende for 85% fraktilen. Dog ses, at 85% fraktilen i nattetimerne ligger 4 km/t højere for N42_7,5m opstillingen end for referencestrækning og korridoropstilling N42_15m.

Gennemsnitshastighed og 85%-fraktil i *snit 3* og *snit 4* er gengivet i tabel 8 og 9, hvor også spredningen af hastigheden fremgår. Spredningen er meget ensartet indenfor de enkelte tidsperioder og uanset opstilling.

SNIT 3 Kl.	Gennemsnitshastighed (km/t)			85%-fraktil (km/t)			Standardafvigelse (km/t)		
	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m
Kl. 7-9	63	60	60	72	69	68	10	9	9
Kl. 10-14	63	60	59	73	68	67	10	9	9
Kl. 15-18	65	61	61	75	71	70	10	10	10
Kl. 23-02	64	63	62	76	76	77	13	13	13

Tabel 8 Etape 2. Gennemsnitshastighed, 85%fraktil og standardafvigelse i SNIT 3 i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

SNIT 4 Kl.	Gennemsnitshastighed (km/t)			85%-fraktil (km/t)			Standardafvigelse (km/t)		
	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m	ref1&ref2	N42_15m	N42_7,5m
Kl. 7-9	60	59	60	68	66	67	8	7	8
Kl. 10-14	59	58	58	67	65	65	8	8	8
Kl. 15-18	61	60	61	69	67	68	8	8	8
Kl. 23-02	59	59	60	70	70	74	12	13	12

Tabel 9 Etape 2. Gennemsnitshastighed, 85%fraktil og standardafvigelse i SNIT 4 i udvalgte tidsperioder. Kun målinger på almindelige hverdage.

3.5 Opsamling

3.5.1 Etape 1

I Etape 1 er hastighedsbegrænsningen 80 km/t på hele strækningen, og strækningen er uden overledning.

Sammenholdes *referenceopstilling* og *korridoropstillinger* er gennemsnitshastigheden (set over hele døgn) på referencestrækningen før korridoren (snit 3) 79 km/t, mens gennemsnitshastigheden for begge korridoropstillinger (N42_15m og N42_7,5m), i tilsvarende målesnit, er 76 km/t, altså 3 km/t lavere end på referencestrækningen.

I korridoren (snit 4), ca. midt på teststrækningen, er gennemsnitshastigheden for referencestrækningen reduceret til 74 km/t. Reduktionen for korridoropstillingerne er noget større, idet gennemsnitshastigheden i snit 4 for de to opstillinger er på 68 km/t.

Umiddelbart *efter* passage af korridoren (snit 5) er hastigheden på referencestrækningen faldet til 72 km/t, mens hastigheden er fastholdt på 68-69 km/t for de to korridoropstillinger.

Den største hastighedsforskel mellem referencestrækning og korridorstrækninger findes i nattetimerne mellem kl. 23 og 02.

Ligesom gennemsnitshastigheden ligger 85% fraktilen for korridorstrækningerne generelt lavere end på referencestrækningen. I nattetimerne findes en forskel på op til 8 km/t.

Sammenholdes de to *korridoropstillinger*, N42_15m og N42_7,5m, er gennemsnitshastigheden umiddelbart før korridoren (snit 3), i korridoren (snit 4) og efter korridoren (snit 5) meget ensartet i morgen og dagtimerne. I nattetimerne er gennemsnitshastigheden lavest for N42 opstillingen med 15 meters afstand mellem tavlerne (2-3 km/t lavere end for N42_7,5m).

Ligeledes findes en lavere 85% fraktil i nattetimerne for opstilling N42_15m. Forskellen mellem 85% fraktilerne for de to opstillinger er 4-5 km/t, afhængig af snit.

Samlet set viser forsøget i ETAPE 1, at de to korridoropstillinger har en reducerende effekt på gennemsnitshastigheden på omkring 4 km/t-6 km/t både før, under og efter passage af teststrækningen. Effekten findes både morgen, midt på dagen, om eftermiddagen og i nattetimerne.

3.5.2 Etape 2

I Etape 2 er hastighedsbegrænsningen op til og gennem ca. 2/3 af korridorstrækningen 80 km/t. Herefter nedskiltes hastigheden til 50 km/t forud for forsætningen fra højre til venstre vognbane.

Sammenholdes *referencestrækning og korridoropstillinger* er gennemsnitshastigheden (set over hele døgn) i første snit før korridoren (snit 1) på 82 km/t for både referenceopstilling og korridoropstilling N42_15m, mens den er 3 km/t lavere for opstilling N42_7,5m – til gengæld er spredningen i hastighed for sidstnævnte 3 km/t højere.

I andet målesnit før korridoren (snit 2) umiddelbart før tavlevognene, er gennemsnitshastigheden på referencestrækningen 74 km/t, mens den i begge korridoropstillinger ligger 2-3 km/t lavere.

Ca. 2/3 inde på korridorstrækningen (snit 3), kort efter nedskiltningen til 50 km/t og umiddelbart før forsætningen, er gennemsnitshastigheden på referencestrækningen reduceret til 65 km/t, mens den er 3-4 km/t lavere for korridoropstillingerne.

Forskellen i gennemsnitshastighed mellem referencestrækning og korridorstrækning findes især i dagtimerne – forskellen er noget mindre i nattetimerne mellem kl. 23 og 02.

I snit 1 til 3 er 85%-fraktilerne 3-4 km/t lavere i dagtimerne for korridoropstillingerne. Forskellen ses ikke i nattetimerne.

Efter forsætningen og umiddelbart før overledningen til den nordlige kørebanel halvdel (snit 4), er hastigheden 60-61 km/t for alle tre opstillinger. Samtidig ses kun en mindre forskel i 85%-fraktilerne.

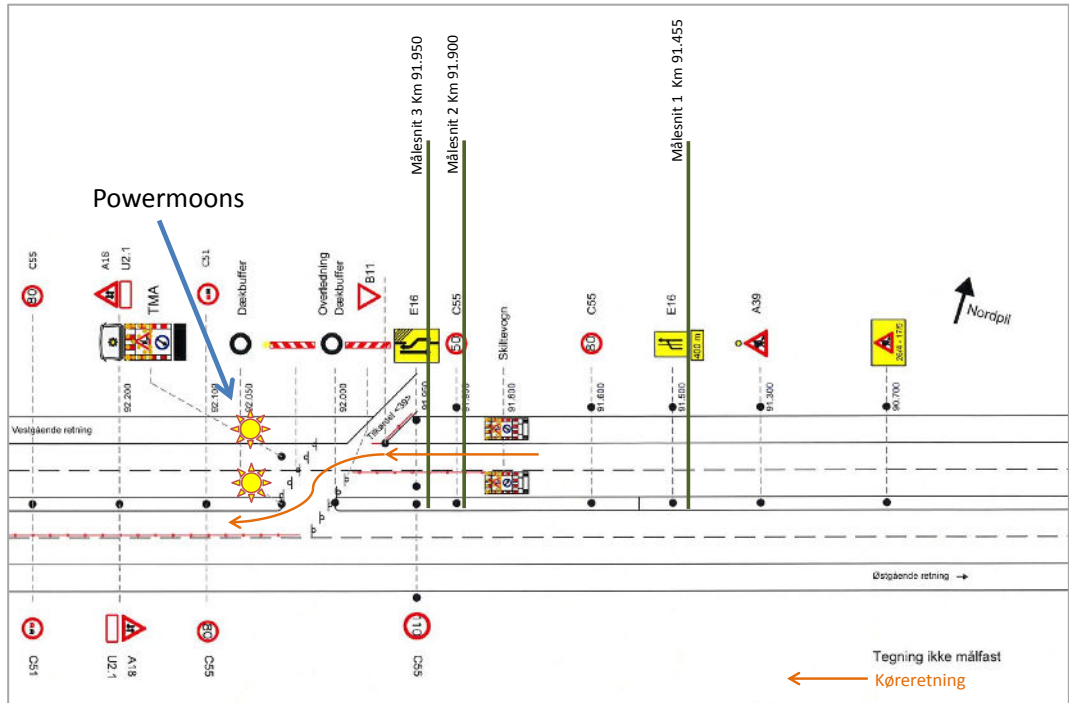
Sammenholdes de to *korridoropstillinger*, N42_15m og N42_7,5m, er gennemsnitshastigheder og 85% fraktiler generelt meget ensartet i både dag- og nattetimerne. Eneste undtagelse er ved overledningen i snit 4, hvor 85% fraktilen i nattetimerne ligger 4 km/t lavere for N42_15m opstillingen.

Samlet kan det konkluderes, at de to korridoropstillinger har en reducerende effekt på gennemsnitshastigheden på omkring 3-4 km/t i dagtimerne i alle snit før forsætningen (snit 1, 2 og 3). Effekten af korridoropstillingerne er knap så stor efter passage af forsætningen (snit 4) samt generelt i perioden mellem kl. 23 og 02.

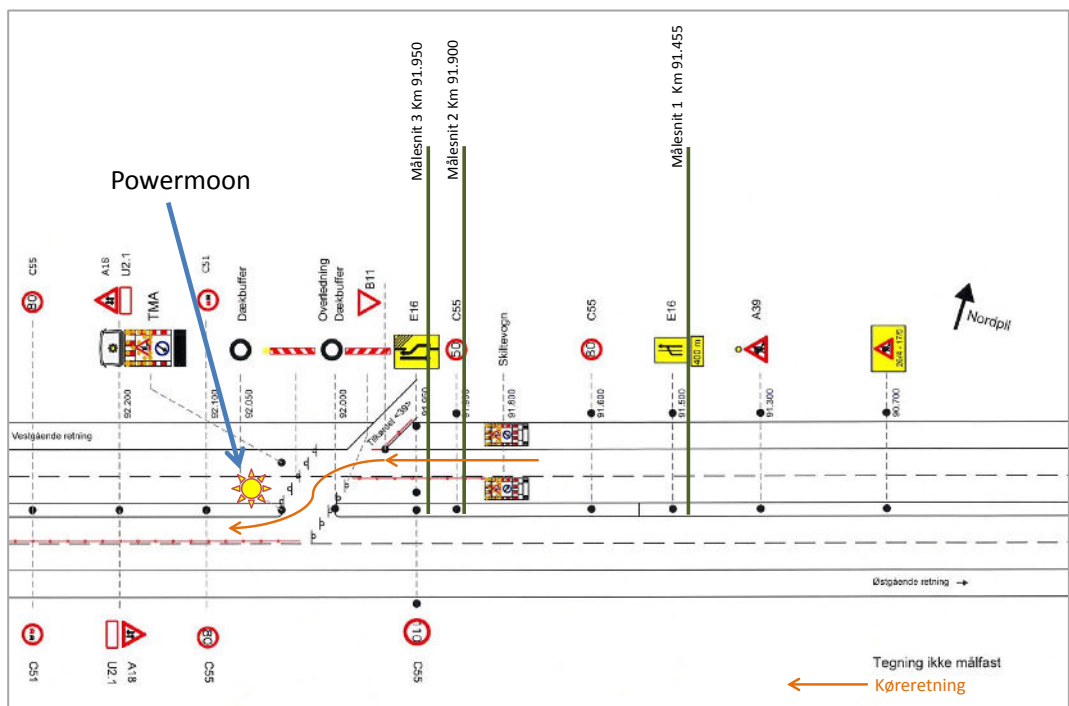
4 Referencer

1. IDÉ – katalog. Hastighedsdæmpning ved vejarbejde på motorveje. Trafitec notat. Juli 2012
2. Fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje – IDÉ-udvikling. Valg af testoplæg. Trafitec notat december 2011.
3. Fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje – IDÉ-udvikling. Evaluering af test på rute 16 - Hillerød Motorvejen.

Bilag 1 Fold-ud-side Powermoon

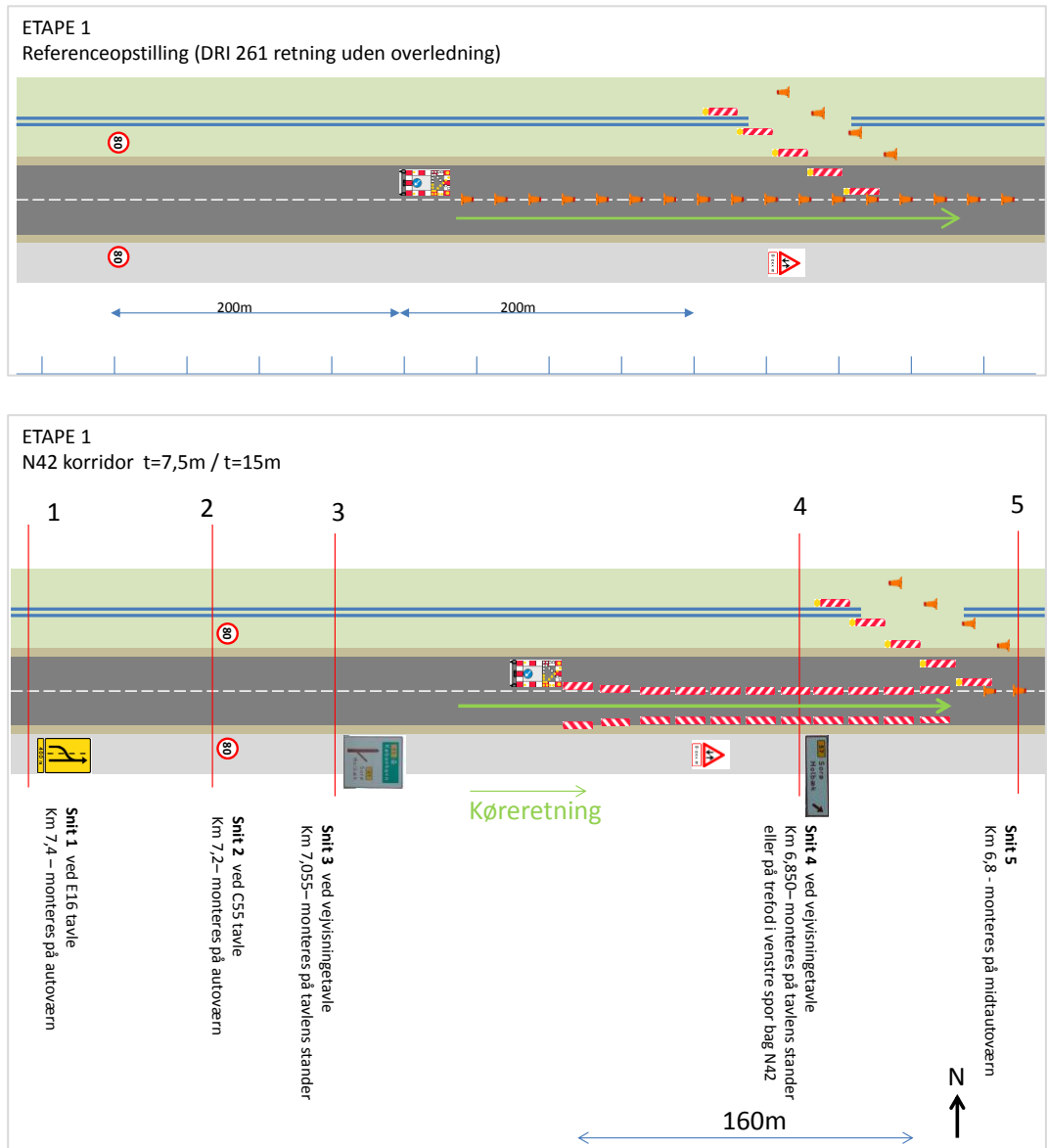


Figur 1 Testopstilling med 2 powermoons.



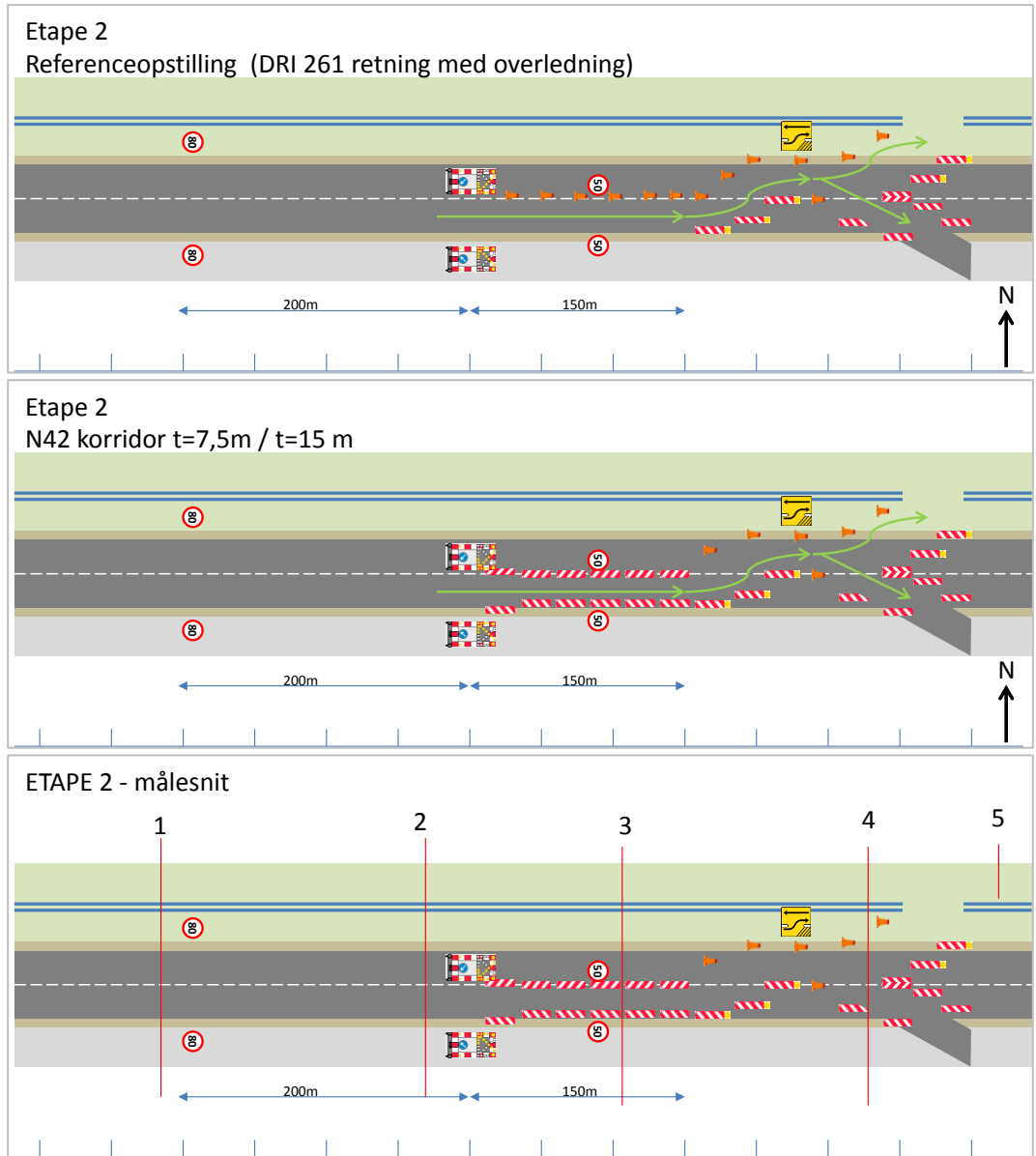
Figur 2 Testopstilling med 1 powermoon.

Bilag 2 Fold-ud-side N42_Etape 1



Figur 6 ETAPE 1 Principskitser. Øverst: Referenceopstilling. Nederst: N42 korridoropstilling med angivelse af målesnit. Målesnittene er ens for reference- og korridoropstillinger. Køreretning mod øst.

Bilag 3 Fold-ud-side N42_Etape 2



Figur 7 ETAPE 2 Principskitser. Øverst: Referenceopstilling. Midt: Korridoropstilling. Nederst: Angivelse af målesnit (ens for referenc- og korridoropstillinger). Køreretning mod øst.