

## Sammenfatning af vurdering af retroreflekterende vejtavlens luminans under en demonstration

Kai Sørensen 13. juni 2016

Vurderingen blev gennemført af medlemmer af NMF under en demonstration, som fandt sted om aftenen den 27. oktober 2015 med et indledende møde om eftermiddagen. Demonstrationen var arrangeret i sammenhæng med et møde i NMF den 28./29. oktober.

Dette er en fælles forside til fem notater om emnet, der findes i anneks A, B, C, E og F som angivet i tabel 1.

**Tabel 1: Fem notater om vurdering af retroreflekterende vejtavlens luminans.**

Anneks	Titel	Side
Anneks A	Resultat af en vurdering af retroreflekterende vejtavler under en demonstration på rute 6 mellem Køge og Roskilde	2
Anneks B	Introduktion til en demonstration af vejtavlens luminans ved en rundkørsel på rute 6 ved Snoldelev og af pilvejvisere ved flyvestation Skalstrup	11
Anneks C	Skemaer til en demonstration af retroreflekterende vejtavlens luminans	16
Anneks D	Luminans af vejtavler på rute 6 mellem Roskilde og Køge	30
Anneks E	Ekstra målinger af luminans af vejtavler på rute 6 mellem Roskilde og Køge	41

Notatet i anneks A giver resultatet af vurderingerne.

Vurderingerne blev gennemført på baggrund af den vejledning, der findes i notatet i anneks B. Der var en yderligere vejledning i en præsentation, som blev givet under det indledende møde.

Vurderingerne blev afgivet i de skemaer, der er vist i anneks C.

Forud for vurderingerne var vejtavlernes luminans blevet målt ved brug af et luminanskamera placeret i det samme køretøj, som blev brugt under demonstrationen. Disse luminansværdier er angivet i det notat, der findes i anneks D. Deltagerne i demonstrationen var ikke bekendt med disse værdier.

Efter vurderingerne blev vejtavlernes luminans målt igen med henblik på at afklare effekten af smuds på vejtavlerne. Resultaterne fremgår af notatet i anneks E.

## **Anneks A: Resultat af en vurdering af retroreflekterende vejtavler under en demonstration på rute 6 mellem Køge og Roskilde**

Pia Brix og Kai Sørensen, 7. november 2015

### **1. Indledning**

Demonstrationen fandt sted om aftenen den 27. oktober 2015 med et indledende møde om eftermiddagen og var arrangeret i sammenhæng med et møde i NMF den 28./29. oktober.

Deltagere i demonstrationen var Roxan Saleh, Tuomas Österman, Per-Olof Linsén, Bjørn Skaar og Morten Hafting. Disse personer afgav de vurderinger, som er emnet for denne rapport. Pia Brix, Ulrik Blindum, Kenneth Kjemtrup og undertegnede var også til stede, og havde foretaget vurderinger ved en tidligere lejlighed, men disse vurderinger er ikke medtaget.

De vejtavler og refleksfolier, der indgår i vurderingerne, omtales i afsnit 2, mens gennemførelsen af vurderingerne beskrives i afsnit 3. Herefter gives resultaterne af vurderingerne i afsnit 4 og til slut gives der en konklusion om de i praksis foreliggende muligheder for at anvende refleksfolier på vejtavler på det almindelige vejnet i afsnit 5. I konklusionen foreslås det at der opstilles et forslag til klasser for vejtavlers retrorefleksion.

### **2. Vejtavler og brug af refleksfolier**

Demonstrationen omfattede vejtavler ved tre veje frem mod en rundkørsel på rute 6 og tre pilvejvisere i samme ophæng ved et kryds ved flyvestation Skalstrup.

De tre veje frem mod rundkørslen har, med små forskelle, den samme bestyknings af de relevante vejtavler. Figur 1 viser disse vejtavler for én af vejene og illustrerer at de naturligt falder i to grupper: én der er placeret på strækningen frem mod rundkørslen, og én gruppe ved selve rundkørslen. Gruppen på strækningen frem mod rundkørslen omfatter fire færdselstavler og en diagramorienteringstavle. Gruppen ved rundkørslen omfatter to vigepligtstavler og to piltavler med blå baggrund, den ene af dem på en stander med en kantafmærkningsplade.

Der er enkelte andre vejtavler på strækningerne frem mod rundkørslen og ved rundkørslen, for eksempel pilvejvisere i rundkørslen. Deltagerne blev bedt om at se bort fra sådanne vejtavler.

Samtlige af disse vejtavler blev udskiftet et par uger før demonstrationen efter disse principper:

- På hver af vejene frem mod rundkørslen er vejtavlerne udført i et refleksfolie med et vist grundniveau for retrorefleksion, idet dog enkelte vejtavler (de to blå piltavler og vejnumre på diagramorienteringstavlen) er udført i et refleksfolie med et niveau for retrorefleksion, der er ét trin højere end grundniveauet.
- Grundniveauet øges ét trin fra vej 1 til vej 2, og igen fra vej 2 til vej 3.
- De tre pilvejvisere er udført i refleksfolier med de tre grundniveauer.

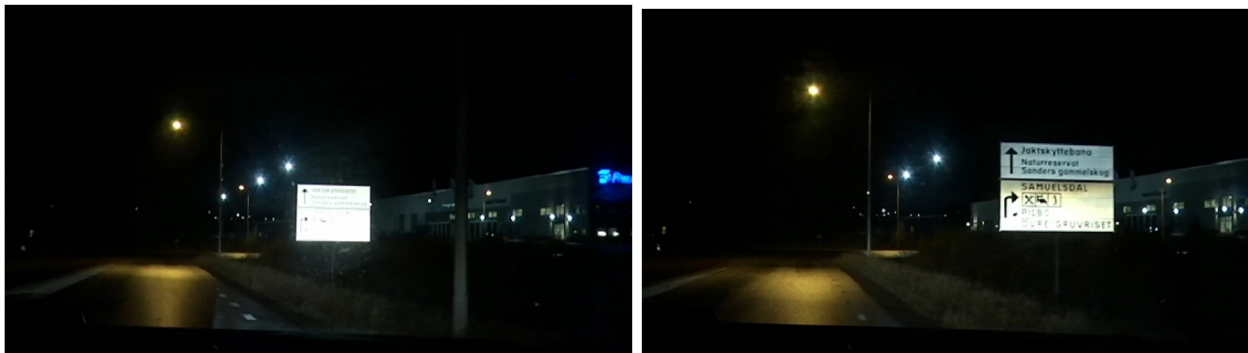
De tre grundniveauer svarer til materialetyper 3, 4 og 5, som defineret i danske bekendtgørelser. I de fleste andre lande betegnes disse grundniveauer som I, II og III eller lignende.

I dette tilfælde er niveauerne opnået ved brug af refleksfolier fra 3M af typerne engineering grade (EG), mikroprismatisk engineering grade (EGP), mikroprismatisk high intensity (HIP) og ”diamond grade” (DG3). Grundniveauer på de tre veje er således repræsenteret af EG, EGP og HIP, mens trinnet højere er henholdsvis EGP, HIP og DG3. Niveauerne kunne også have været opnået ved brug af refleksfolier fra andre leverandører med tilsvarende egenskaber, for eksempel af typen high intensity (HI) i stedet for EGP.

Vejtavlerne på de tre veje svarer omtrent til en fordobling af niveauet for retrorefleksion fra vej 1 til vej 2 og igen fra vej 2 til vej 3. Dette svarer til en øgning fra et forholdsvist lavt niveau til et højt niveau. Vej 1 repræsenterer de danske vejregler for brug af refleksfolier, mens vejtavlerne på vej 3 repræsenterer nye svenske anvisninger.

At de nye svenske anvisninger svarer til et højt niveau fremgår af en video, hvori trafikanter i Sverige retter kritik mod blændende refleksfolier, se venligst: <http://www.svt.se/nyheter/regionalt/dalarna/bilister-blandas-av-vagmarken>

Dette er et par billeder fra video klippet:



Vejtavlernes luminans var på forhånd målt ved brug af et luminans kamera, der var placeret i det køretøj, som blev brugt under demonstrationen. De målte luminansværdier fremgår af et notat "Luminans af vejtafler på rute 6 mellem Roskilde og Køge", Kai Sørensen, 16. oktober 2015.

### 3. Gennemførelse af vurderingerne

Deltagerne var ikke på forhånd informeret om brugen af refleksfolier eller om tavlernes luminans. De blev bedt om at vurdere de fire forhold hos vejtaflerne, som fremgår af tabel 1.

**Tabel 1: Forhold med forklaringer og skalaer til brug under vurderinger.**

Forhold	Forklaring	Skala
"overglow"/blænding	ved "overglow" forstås at en tavle bliver svært læsbar ved at farven hvid tilsyneladende breder sig ind over kontrastfarven ved blænding forstås at en vejtaflers luminans er så høj, at både tavlen selv og tavler i nærheden bliver svært læsbare	ingen lav middel kraftig
Luminans	den fysiske egenskab, som giver øjet indtryk af lyshed	for lav lidt for lav passende lidt for høj for høj
Luminans balance	et udtryk for om vejtaflerne har nogenlunde samme luminans, eller om nogen skiller sig ud med påfaldende højere eller lavere luminans	dårlig middel god
Læsbarhed	kan vurderes umiddelbart	dårlig middel god

Forholdene blev vurderet under køreture, hvor deltagerne var passagerer i det køretøj, der også blev benyttet under måling af vejtaflernes luminans. Der blev kun benyttet nærllys, og det var i de fleste tilfælde muligt at undgå belysning og blænding fra med- og modkørende biler.

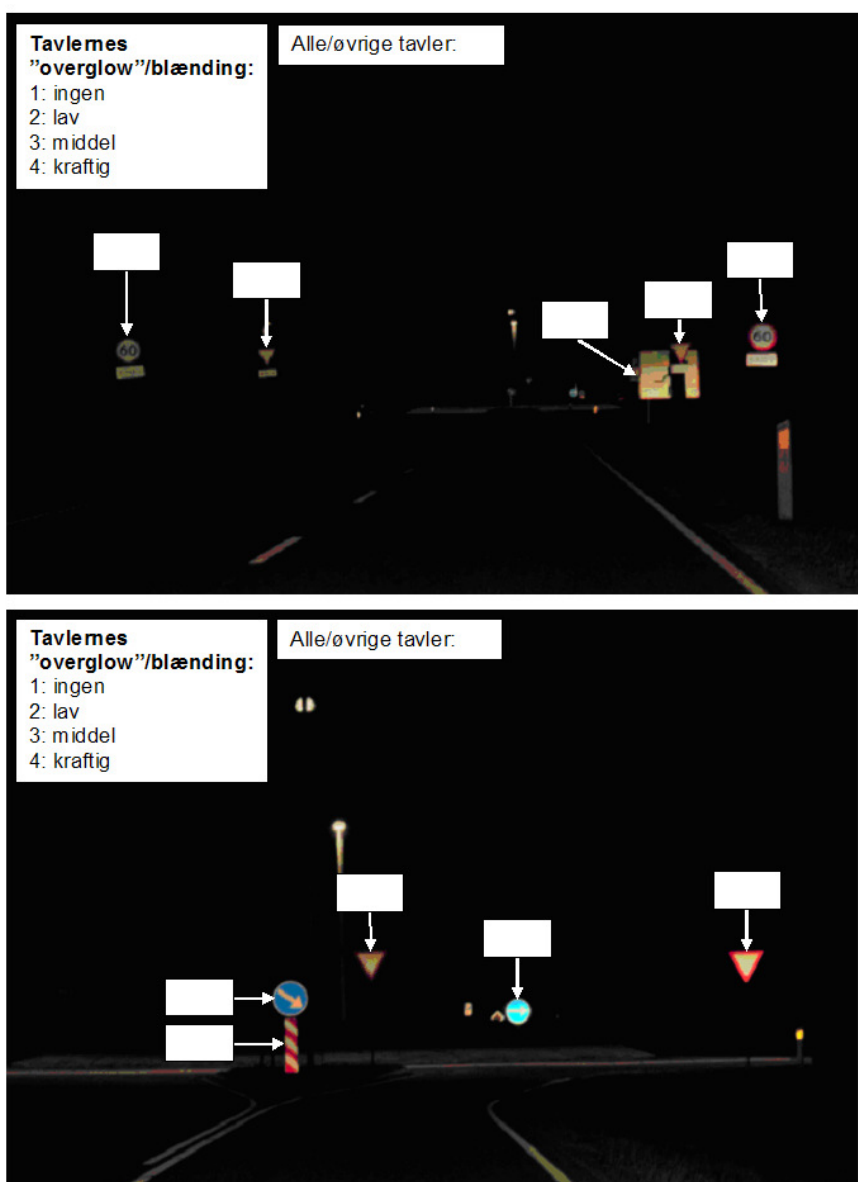
Køretøjet er undertegnedes Toyota Aygo fra 2009, hvis nærllys indgik i de målinger af 50 billygter, der blev udført tidligt i 2015, jævnfør notatet "Lysfordelinger af forlygter på køretøjer", Kai Sørensen, 16. februar 2015. Nærlyset er cirka 19 % kraftigere end for gennemsnittet af de 50 billygter. Undertegnede var chauffør.

Der var én køretur for hvert forhold, og for hver af de tre veje frem mod rundkørslen samt for vejen frem mod pilvejviserne – det vil sige en serie på i alt 16 køreture. Der var først en sådan serie køreture med de tre førstnævnte deltagere og derefter med de to sidstnævnte.

Der var et sæt skemaer til angivelse af vurderinger til rådighed for hver deltager. Et skema består af natbilleder af den pågældende situation, hvor der er givet plads til angivelse af vurderinger i en hvid label ved hver vejtavle. Et skema angiver desuden det forhold, der skal vurderes, og den skala, der skal bruges.

For de tre veje frem mod rundkørslen har skemaerne to natbilleder, ét for de vejtavler der findes på strækningen frem mod rundkørslen og ét for vejtavlerne umiddelbart ved rundkørslen. For vejen frem mod pilvejviserne er der derimod kun ét natbillede. Der er vist et eksempel på et skema i figur 1.

Før hver køretur var der en kort samtale om emnet for køreturen, og der var et kort stop efter køreturen til udfyldelse af skemaet. Ved køreture på vejene frem mod rundkørslen var der i de fleste tilfælde et mellemliggende kort stop med samme formål efter passage af vejtavlerne på strækningen frem mod rundkørslen.



Figur 1: Eksempel på et skema.

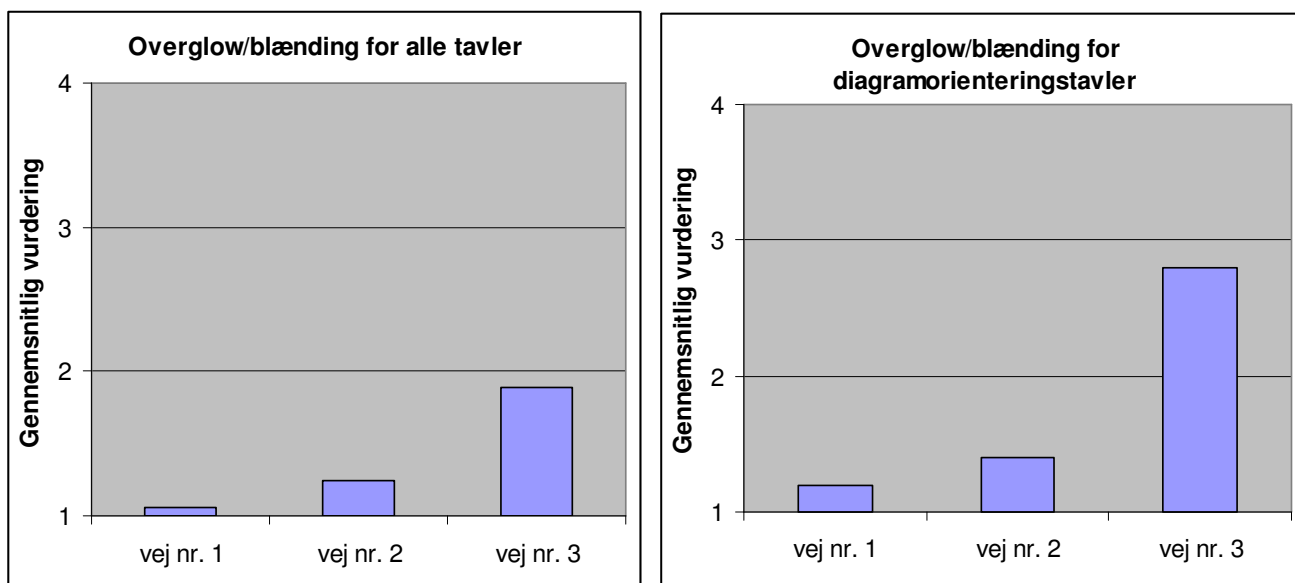
Kommentarer:  
Underskrift:

## 4. Resultater af vurderingerne

### 4.1 Resultater for vejene frem mod rundkørslen

#### 4.1.1 Overglow/blænding

Vurderingerne af overglow/blænding på de tre veje frem mod rundkørslen fremgår af figur 2, som har diagrammer for alle tavler under ét og for diagramorienteringstavlerne særskilt. Vurderingerne er gennemsnit for de fem deltagere for intervallet 1 til 4, hvor 1 betyder ”ingen overglow/blænding”, 2 betyder ”lav overglow/blænding”, 3 betyder ”middel overglow/blænding” og 4 betyder ”kraftig overglow/blænding”.



**Figur 2: Gennemsnitlige vurderinger af overglow/blænding for alle vejtaavler under ét (til venstre) og for diagramorienteringstavlerne (til højre).**

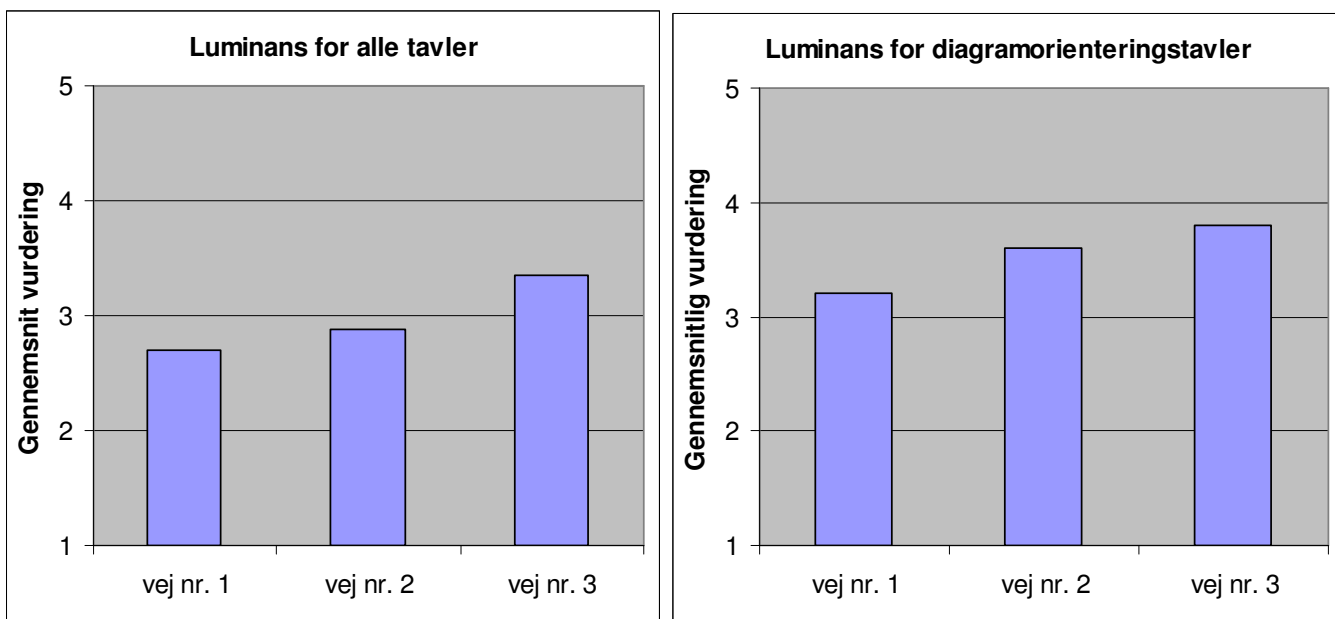
Det er naturligt at vurderingerne stiger fra vej 1 til vej 2 og videre til vej 3, fordi tavlernes retrorefleksion stiger i den rækkefølge. Det er også naturligt at vurderingerne er højere for diagramorienteringstavlerne, fordi de har store hvide flader og er placeret, så de får en forholdsvis kraftig belysning fra nærlysets løftede del mod højre.

Men det er lidt overraskende for undertegnede at vurderingerne ikke ligger endnu højere for vej 3 og især for diagramorienteringstavlen på vej 3. Dette begrundes dels med svenske trafikanters kritik, dels med højere vurderinger af danske deltagere ved en tidligere lejlighed og dels med at diagramorienteringstavlens luminans og areal svarer til en reflekteret lysstyrke på langt over 1.000 cd.

Forklaringen er måske til dels at deltagerne fra de andre nordiske lande er mere vant til kraftigt reflekterende vejtaavler, og til dels at vej 3 har nogle krumninger, som medfører at diagramorienteringstavlen kun får fuld belysning over en kort strækning.

#### 4.1.2 Luminans

Vurderingerne af luminans på de tre veje frem mod rundkørslen fremgår af figur 3, som har diagrammer for alle tavler under ét og for diagramorienteringstavlerne særskilt. Vurderingerne er gennemsnit for de fem deltagere for intervallet 1 til 5, hvor 1 betyder ”for lav luminans”, 2 betyder ”lidt for lav luminans”, 3 betyder ”passende luminans”, 4 betyder ”lidt for høj luminans” og 5 betyder ”for høj luminans”.



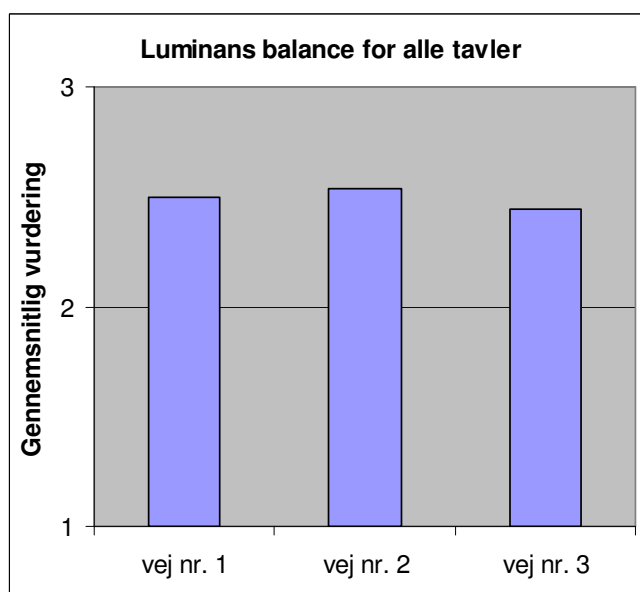
**Figur 3: Gennemsnitlige vurderinger af luminans for alle vejtaavler under ét (til venstre) og for diagramorienteringstavlerne (til højre).**

Det er naturligt at vurderinger stigerne fra vej 1 til vej 2 og videre til vej 3, fordi tavlerne retrorefleksion stiger i den rækkefølge. Det er også naturligt er vurderingerne er højere for diagramorienteringstavlerne af de grunde, der er angivet i det ovenstående for overglow/blænding.

Men det er lidt overraskende for undertegnede at vurderingerne ikke vokser mere fra vej 1 til vej 2 og videre til vej 3. Begrundelserne for dette, og de mulige forklaringer, er som angivet i det ovenstående for overglow/blænding.

#### 4.1.3 Luminans balance

Vurderingerne af luminans balance på de tre veje frem mod rundkørslen fremgår af figur 4, som kun har et diagram for alle tavler under ét. Vurderingerne er gennemsnit for de fem deltagere for intervallet 1 til 3, hvor 1 betyder ”dårlig luminans balance”, 2 betyder ”middel luminans balance” og 3 betyder ”god luminans balance”.



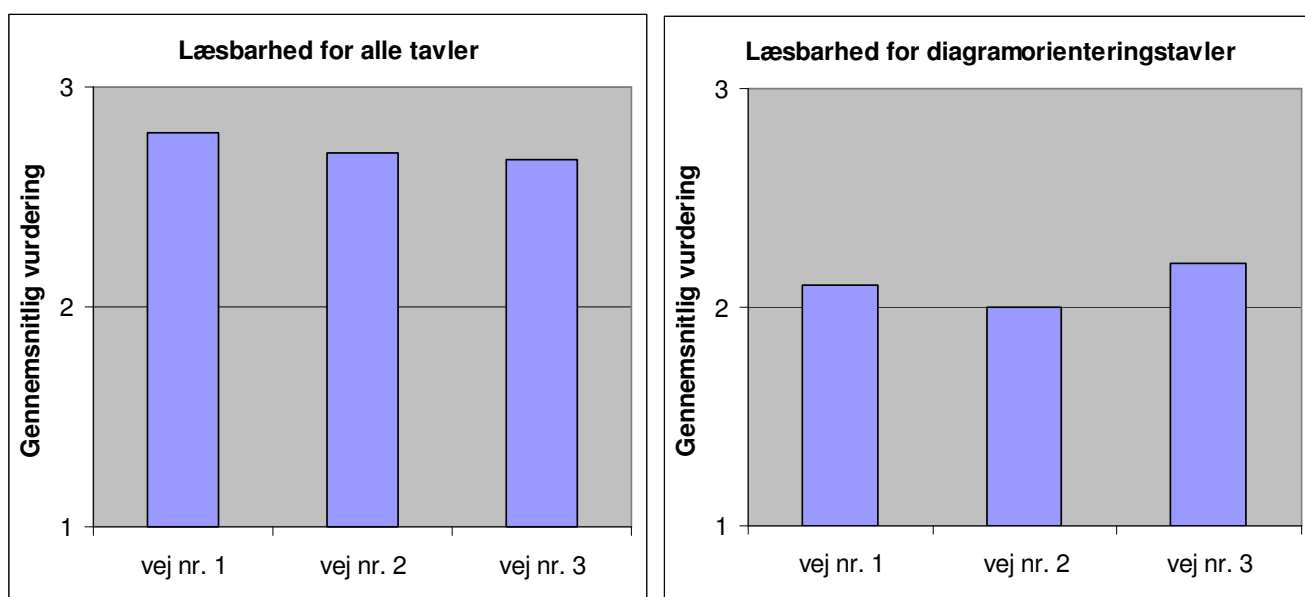
**Figur 4: Gennemsnitlige vurderinger af luminans balance for alle vejtaavler under ét (til venstre) og for diagramorienteringstavlerne (til højre).**

Deltagerne mente at "luminans balance" angår vejtavlerne som en helhed og undrede sig derfor over at skemaerne havde plads til individuelle vurderinger. Det aftaltes derfor at der gives en helhedsvurdering, men at der kan gives særskilte vurderinger af vejtavler, som bryder luminans balancen. Dette er imidlertid begrundelsen for kun at vise et diagram for alle vejtavler under ét.

Disse vurderinger ligger et sted mellem middel og god luminans balance. Dette virker naturligt i betragtning af at vejtavlerne på enhver af vejene med få undtagelser (de to blå piltavler og rutenumre) er i samme refleksfolie.

#### 4.1.4 Læsbarhed

Vurderingerne af læsbarhed på de tre veje frem mod rundkørslen fremgår af figur 5, som har diagrammer for alle tavler under ét og for diagramorienteringstavlerne særskilt. Vurderingerne er gennemsnit for de fem deltagere for intervallet 1 til 5, hvor 1 betyder "dårlig læsbarhed", 2 betyder "middel læsbarhed" og 3 betyder "god læsbarhed".



**Figur 5: Gennemsnitlige vurderinger af læsbarhed for alle vejtavler under ét (til venstre) og for diagramorienteringstavlerne (til højre).**

Det ses at læsbarheden er vurderet til at være tæt på god for vejtavlerne under ét, men kun middel for diagramorienteringstavlerne.

Det er naturligt at der er en sådan forskel, idet deltagerne blev bedt om at se bort fra de undertavler, der findes under nogle af færdselstavlerne, så det kun er diagramorienteringstavlerne, der vurderes ud fra teksten.

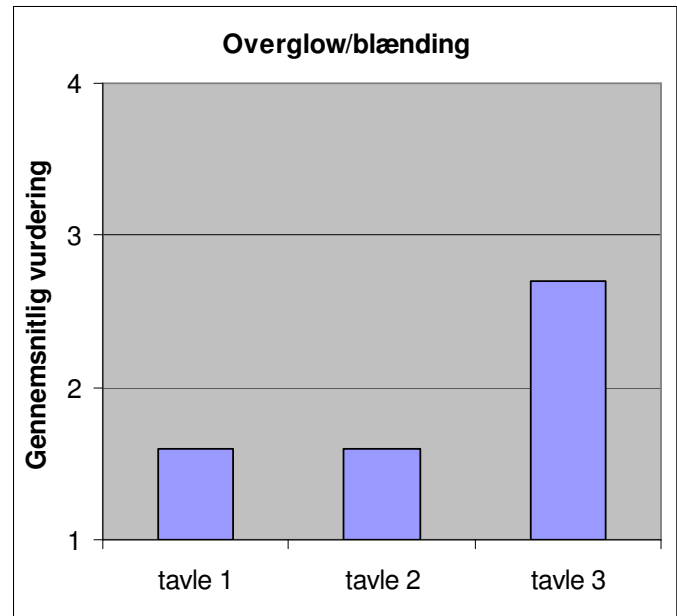
Dermed er de øvrige tavler vurderet på baggrund af genkendelse af deres form eller deres store budskaber, mens diagramorienteringstavlerne er vurderet på baggrund af læsbarheden af deres tekst. Flere af deltagerne kommenterede at denne skrift er lille, hvilket er korrekt da skrifthøjden kun er 120 mm. Der er tale om en reduceret skrifthøjde, som begrundes i en lokal hastighedsgrænse på 60 km/h på en kort strækning op mod rundkørslen. I Danmark er skriften almindeligvis større, typisk med en skrifthøjde på 143 mm eller 170 mm på veje i åbent land med den generelle hastighedsgrænse på 80 km/h.

Der er forskelle på vurderingerne mellem vejene, men de er så små at de næppe kan tillægges nogen betydning.

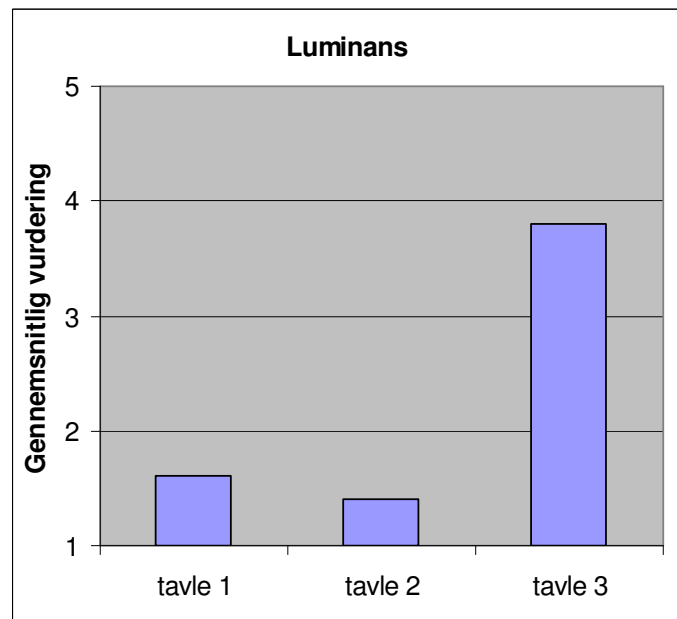
## 4.2 Resultater for pilvejviserne

Vurderingerne af pilvejviserne angående overglow/blænding, luminans, luminans balance og læsbarhed er vist i henholdsvis figur 6, 7, 8 og 9. I figurene har tavlerne numrene 1, 2 og 3 i forhold til deres placering fra oven og nedefter. Tavlerne er i den rækkefølge i henholdsvis EG, EGP og HIP refleksfolie.

**Figur 6: Gennemsnitlige vurderinger af overglow/blænding af pilvejviserne.**

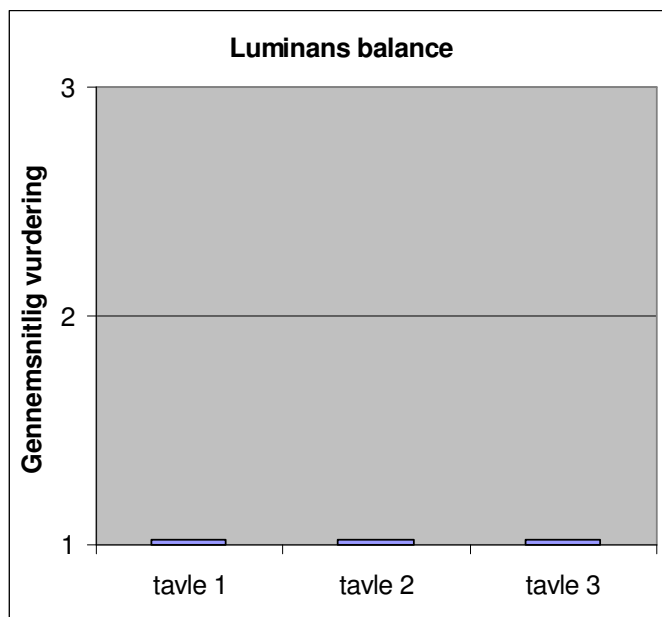


**Figur 7: Gennemsnitlige vurderinger af luminans af pilvejviserne.**

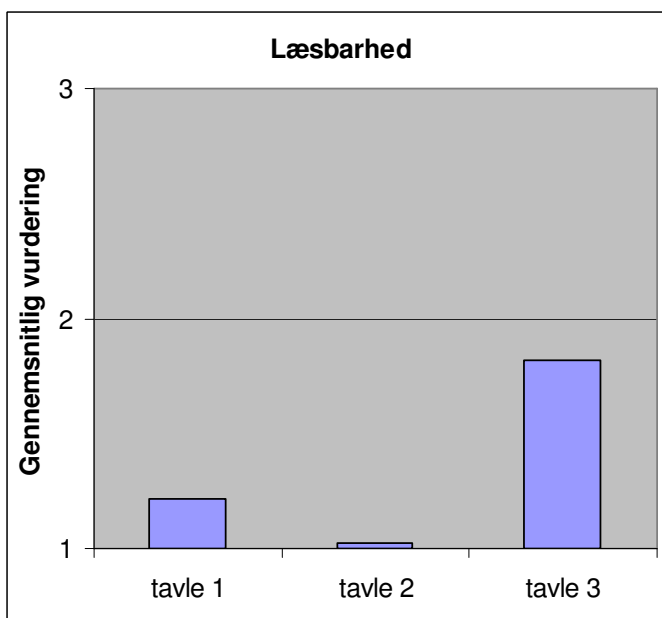




**Figur 8: Gennemsnitlige vurderinger af luminans balance af pilvejviserne.**



**Figur 9: Gennemsnitlige vurderinger af luminans balance af pilvejviserne.**



Når disse pilvejvisere placeres tæt sammen i samme ophæng må man forvente at deres vidt forskellige retrorefleksion fremkalder ekstreme vurderinger. Luminans balancen er da også vurderet til at være meget dårlig, hvilket hænger sammen med at luminanserne er vidt forskellige og vurderes forskelligt.

Derimod er det en overraskelse for undertegnede at tavle 3 er vurderet til kun at have lav til middel overglow/blænding – der kunne være forventet en højere vurdering. Det er naturligt at læsbarheden er vurderet til at være relativt dårligt, men underligt at tavle 3, som har den mest kraftige retrorefleksion og en meget høj luminans, er vurderet til at have bedst læsbarhed.

Det er muligt at vurderingerne er et udtryk for at man ikke bør placere vejtavler med vidt forskellig retrorefleksion tæt sammen og at de derfor ikke skal fortolkes helt efter pålydende.

## 5. Konklusion om de praktiske muligheder for anvendelse af refleksfolier til vejtavler på det almindelige vejnet

Det er nødvendigt at have regler eller anvisninger på hvordan vejtavler tildeles retrorefleksion, så man undgår at tavler med vidt forskellig retrorefleksion placeres tæt på hinanden, og så det sikres at vejtavler får en tilstrækkelig luminans på de afstande og i de situationer, hvor de skal kunne læses af trafikanterne.

Sådanne regler eller anvisninger må baseres på et grundniveau for retrorefleksion, der er suppleret med et niveau ét trin højere til brug for visse vejtavler, som:

- har mørk baggrund,
- eller normalt placeres steder, hvor belysningen fra bilers nærlys er svag,
- eller skal fremhæves frem for andre vejtavler.

Med den nuværende teknik er der kun de tre muligheder, som er afprøvet på vejene 1, 2 og 3 frem mod rundkørslen, og som svarer til henholdsvis et ret lavt niveau, et middelhøjt niveau og et højt niveau.

Niveauet på vej 3 menes at være for højt, når det anvendes på det almindelige vejnet, og at være bedre egnet til brug på motorveje, hvor vejtavlernes luminans begrænses af at de placeres højt eller langt ude til siden. Dette synspunkt har ikke helt fået grundfæste i vurderingerne, men understøttes af andre erfaringer og af svenske trafikanters kritik, jævnfør de omtalte nyeste observationer fra svenske trafikanter.

I så fald står der kun niveauerne på vej 1 og vej 2 tilbage. De nordiske lande må hver især tage stilling til hvilket af de to niveauer der bør anvendes til vejtavler på det almindelige vejnet. Det samme gælder for vejtavler på motorveje, som ikke er omfattet af vurderingerne.

Mulighederne er afprøvet ved brug af konkrete refleksfolier, men bør naturligvis udtrykkes ved krav til retrorefleksion som det for eksempel er sket i Bilag 1 om vejtavlers lystekniske egenskaber i den danske "Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning", eller i de nye svenske anvisninger.

Det foreslås imidlertid at der opstilles tre klasser for retrorefleksion 1, 2 og 3 og at kravene angives, så de er udtryk for den luminans, som trafikanterne oplever, men samtidigt sikrer at almindeligt anvendte refleksfolier fortsat kan anvendes.

Kravene omfatter minimale værdier af luminanskoefficienten for retrorefleksion  $R_A$ , for de relevante situationer. Af hensyn til luminans balancen mellem vejtavlerne, bør der også være maksimale værdier af  $R_A$ . Det er for eksempel et naturligt krav at et refleksfolie, hvis  $R_A$  værdier opfylder mere end én af klasserne, kun må placeres i den højeste af disse klasser. Eksempler på refleksfolier, der opfylder disse klasser, er:

- Klasse 1: EG,
- Klasse 2: HI og 3M EGP,
- Klasse 3: Oralite 5910.

Under henvisning til sådanne klasser kan grundniveauet på vej 1 angives ved klasse 1, mens det højere niveau, der anvendes til enkelte vejtavler, angives ved klasse 2.

Tilsvarende kan grundniveauet på vej 2 angives ved klasse 2, mens det højere niveau, der anvendes til enkelte vejtavler, angives ved klasse 3.

Hvis der indføres sådanne krav, bør de kun gøres gældende for nye vejtavler og ikke for eksisterende vejtavler.

## Anneks B: Introduktion til en demonstration af vejtavlers luminans ved en rundkørsel på rute 6 ved Snoldelev og af pilvejvisere ved flyvestation Skalstrup

Kai Sørensen, 21. oktober 2015

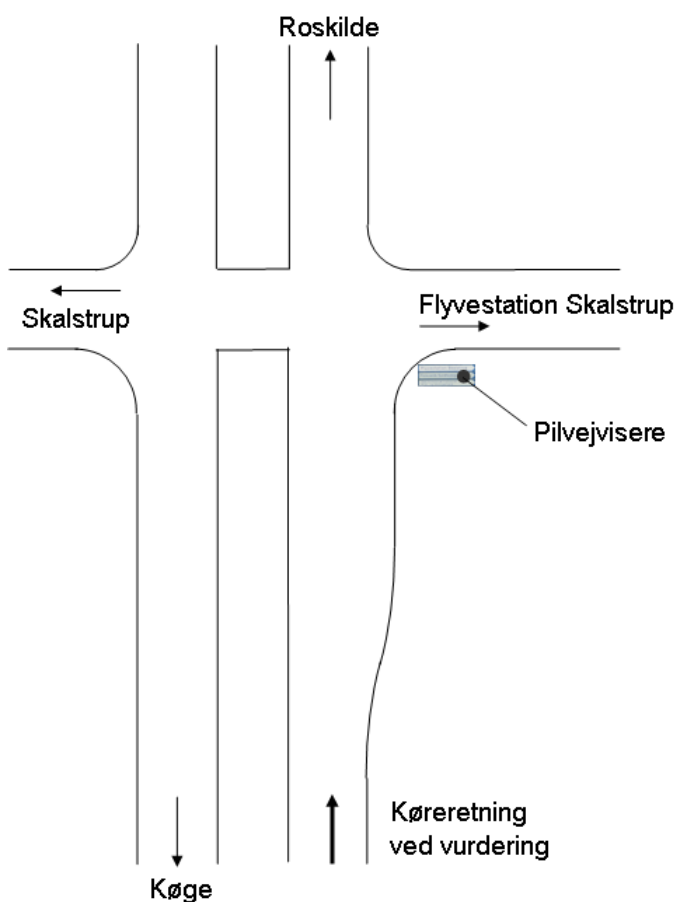
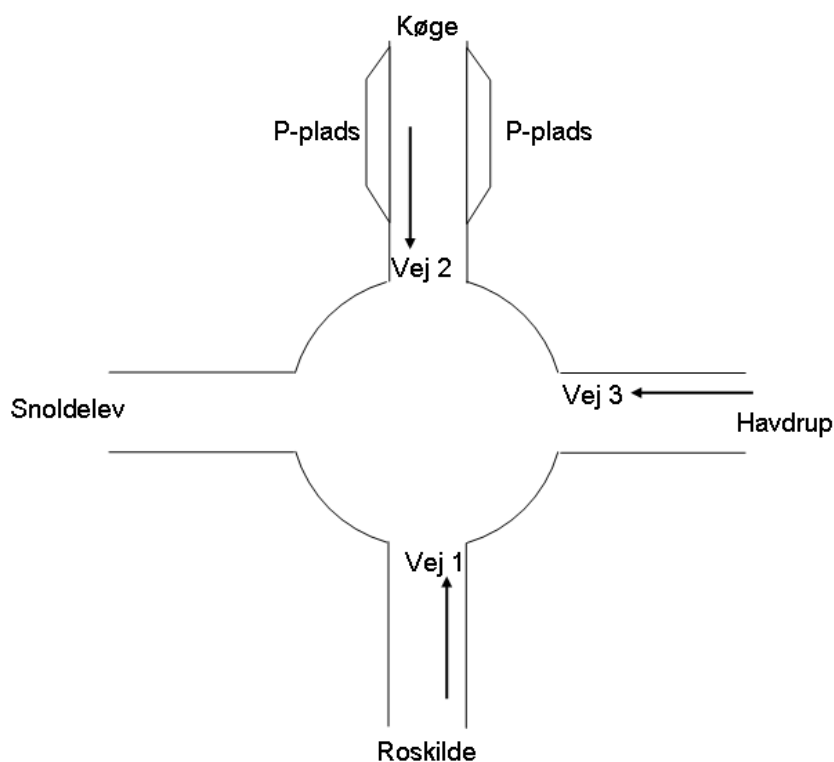
### Forord

Demonstration er arrangeret i henhold til en aftale på NMF mødet i Tampere i foråret 2015.

### 1. Vejtavlerne

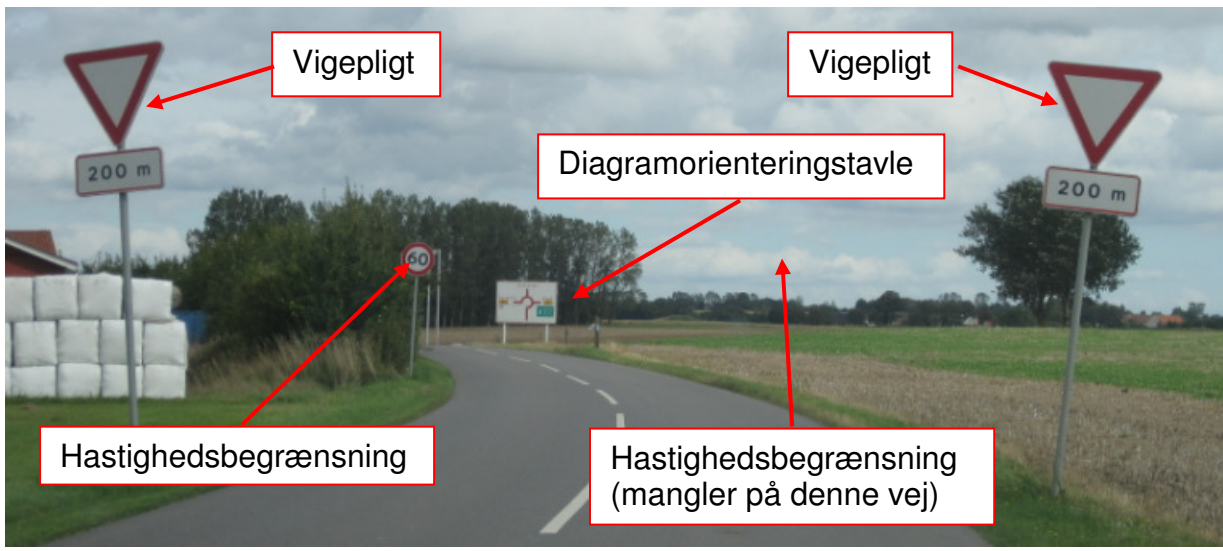
Demonstrationen omfatter vejtavler ved tre veje frem mod en rundkørsel på rute 6 og tre pilvejvisere ved et kryds ved flyvestation Skalstrup. Rundkørslen er illustreret i figur 1 og krydset i figur 2.

**Figur 1: Rundkørsel på rute 6 mellem Roskilde og Køge:**

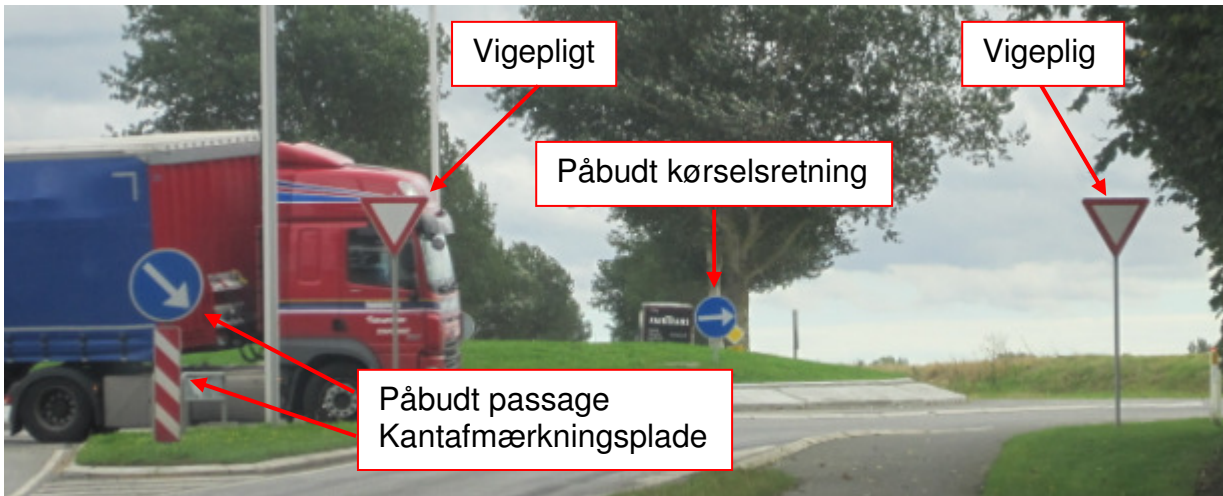


**Figur 2: Kryds med pilvejvisere ved flyvestation Skalstrup:**

De tre veje har – bortset fra små forskelle – samme bestyknin g af de vejtavler, der indgår i demonstrationen. Disse vejtavler er vist i figur 3 på strækningen frem mod rundkørslen og i figur 4 ved rundkørslen. Der findes enkelte andre vejtavler, herunder pilvejvisere i selve rundkørslen, som ikke indgår og bedes ignoreret. De tre pilvejvisere er vist i figur 5.



**Figur 3: Vejtavler på strækningen frem mod rundkørslen.**



**Figur 4: Vejtavler ved rundkørslen.**

**Figur 5: Tre pilvejvisere ved flyvestation Skalstrup.**

NOTE: Den nederste pilvejviser er senere udskiftet, så den har samme skrifthøjde som den øverste pilvejviser.



## 2. Demonstrationens gennemførelse og vurderinger

Demonstrationen gennemføres efter mørkets frembrud og omfatter fire køreture på hver af de tre veje frem mod rundkørslen. En køretur starter cirka 300 m før rundkørslen og slutter ved rundkørslen.

Desuden omfatter demonstrationen fire køreture frem mod pilvejviserne.

Der vil blive benyttet ét køretøj med tre deltagere som passagerer (undertegnede er fører). Der benyttes kun nærlys. Før hver køretur gives der en kort forklaring.

Under en køretur bedes hver deltager om at vurdere ét forhold hos vejtavlerne: "overglow"/blænding, luminans, luminans balance eller læsbarhed. Disse begreber forklares i tabel 1, som også angiver skalaer for vurderinger.

**Tabel 1: Begreber med forklaringer og skalaer til brug under vurderinger.**

Begreb	Forklaring	Skala
"overglow"/blænding	ved "overglow" forstås at en tavle bliver svært læsbar ved at farven hvid tilsyneladende breder sig ind over kontrastfarven ved blænding forstås at en vejtavles luminans er så høj, at både tavlen selv og tavler i nærheden bliver svært læsbare	ingen lav middel kraftig
Luminans	den fysiske egenskab, som giver øjet indtryk af lyshed	for lav lidt for lav passende lidt for høj for høj
Luminans balance	et udtryk for om vejtavlerne har nogenlunde samme luminans, eller om nogen skiller sig ud med påfaldende højere eller lavere luminans	dårlig middel god
Læsbarhed	kan vurderes umiddelbart	dårlig middel god

## 3. Skemaer til angivelse af vurderinger

Vurderingerne afgives i ét skema for hver køretur, se et eksempel er i bilag A. Hver deltager vil blive udstyret med et komplet sæt af skemaer (i alt 16).

Skemaerne er lidt forskellige for køreture frem mod rundkørslen i forhold til køreture frem mod pilvejviserne.

### 3.1 Skemaer for køreture frem mod rundkørslen

Et skema for en køretur frem mod rundkørslen indeholder to natbilleder, som viser vejtavlerne, og hvor der er hvide bokse ved de enkelte vejtavler til angivelse af vurderingerne. Desuden er der en boks til angivelse af samlet vurdering af de vejtavler, hvor det ikke skønnes at være nødvendigt at angive en individuel vurdering. Endelig er der mulighed for at angive kommentarer, og der er plads til deltagerens underskrift.

Bemærk at den pågældende skala udtrykkes ved et tal, for eksempel 1, 2 og 3 for "dårlig", "middel", og "god" og at talkoden er vist i hvert natbillede.

De to natbilleder svarer til dagslysbillederne i figur 1 og 2, men er individuelle for de pågældende veje. Dette er for at gøre det nemmere at identificere vejtavlerne i natbillederne.

Da vejtavlerne mødes i to tempi, først dem på strækningen frem mod rundkørslen og så dem ved rundkørslen (se figur 3 og 4 samt bilag A), kan vurderingerne også ske i to tempi. Hvis det skønnes hensigtsmæssigt, vil der være et kort stop på strækningen ved diagramorienteringstavlen. Under alle omstændigheder vil der være et stop på en P-plads nær rundkørslen efter hver køretur.

### **3.2 Skemaer for køreture frem mod pilvejviserne**

Et skema for en køretur frem mod pilvejviserne adskiller sig ved kun at have ét natbillede, men er ellers indrettet på samme måde som de øvrige skemaer.

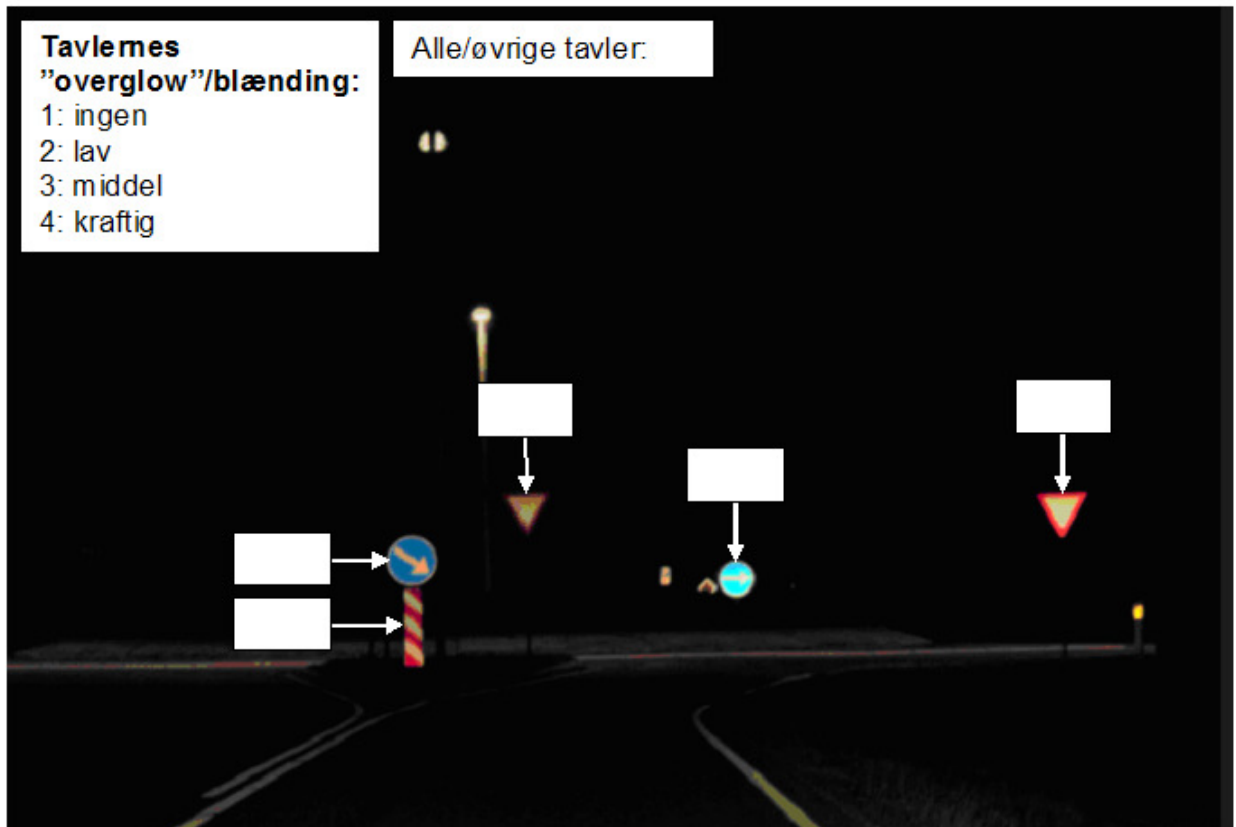
## **4. Behandling af vurderingerne**

Samtlige relevante vejtavler er nye og udført i et udvalg af refleksfolier. Disse forhold vil blive forklaret efter demonstrationen.

Desuden er lysfordelingen for nærløst på det pågældende køretøj kendt, og luminanserne af de relevante vejtavler ved kørsel med dette køretøj er opmålt på forhånd. Efter demonstrationen vil der blive uddelt en målerapport.

Vurderingerne vil derfor blive sammenstillet med de kendte luminanser af vejtavlerne, så der kan udledes konklusioner angående ”overglow”/blænding, luminans, luminans balance og læsbarhed.

**Bilag A: Eksempel på et skema til afgivelse af vurderinger.**



Kommentarer:

Underskrift:

Anneks C: Skemaer til en demonstration af retroreflekterende vejtavlers luminans

Strækning nr. 1 i retningen fra Roskilde mod Køge – første køretur

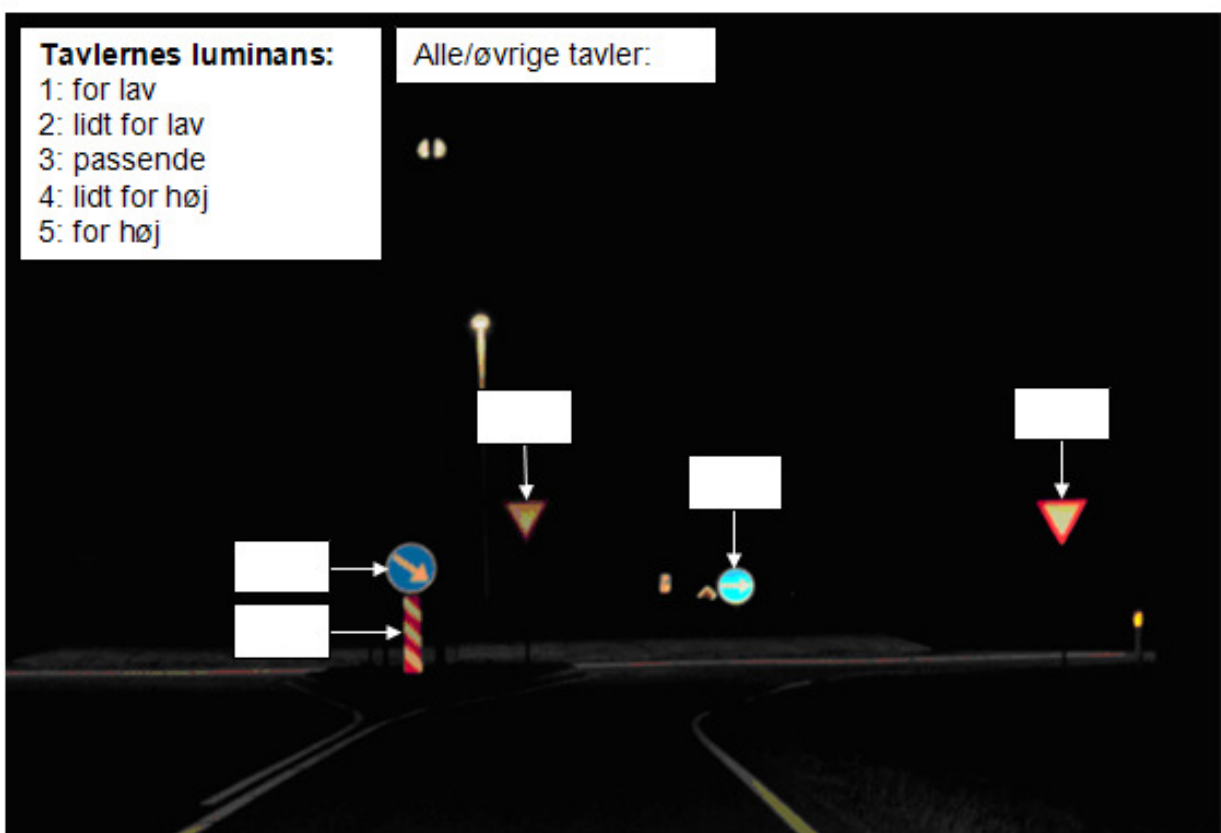
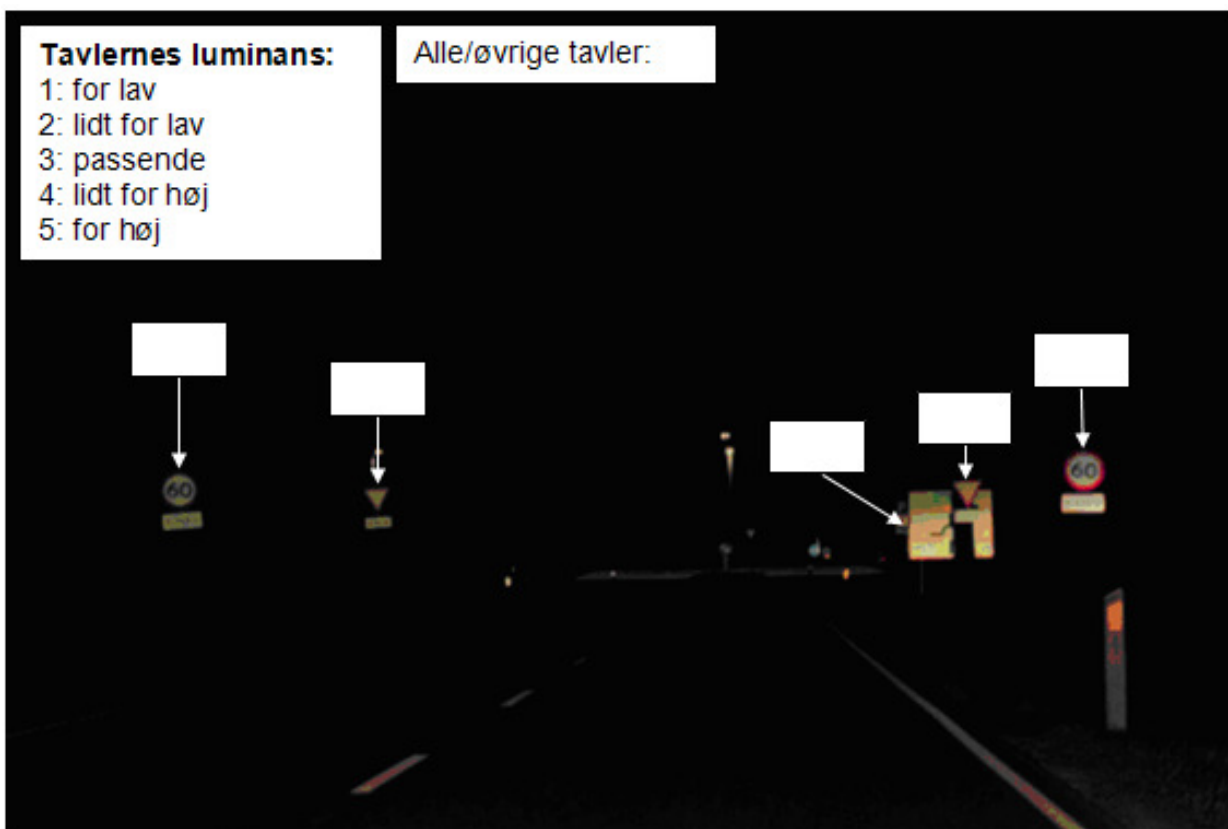


Kommentarer:

Underskrift:



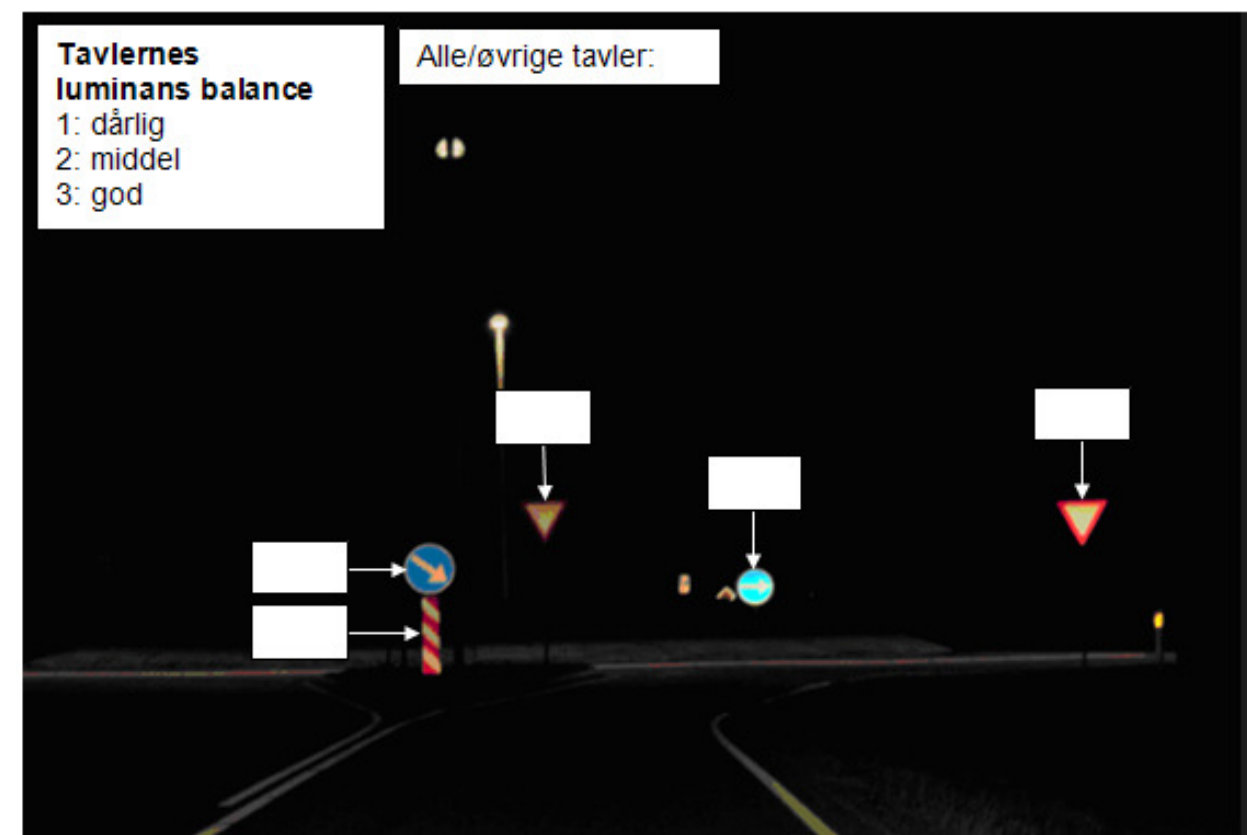
Strækning nr. 1 i retningen fra Roskilde mod Køge – anden køretur



Kommentarer:

Underskrift:

Strækning nr. 1 i retningen fra Roskilde mod Køge – tredje køretur



Kommentarer:

Underskrift:

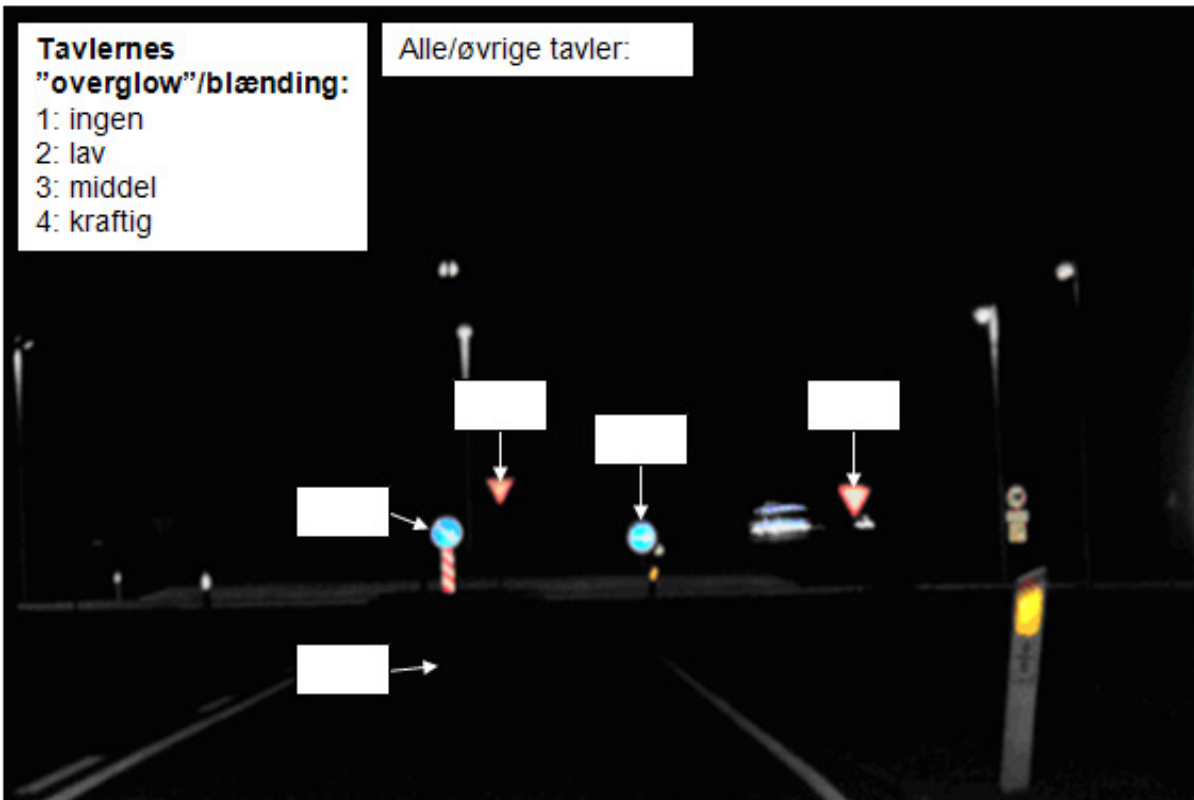
Strækning nr. 1 i retningen fra Roskilde mod Køge – fjerde køretur



Kommentarer:

Underskrift:

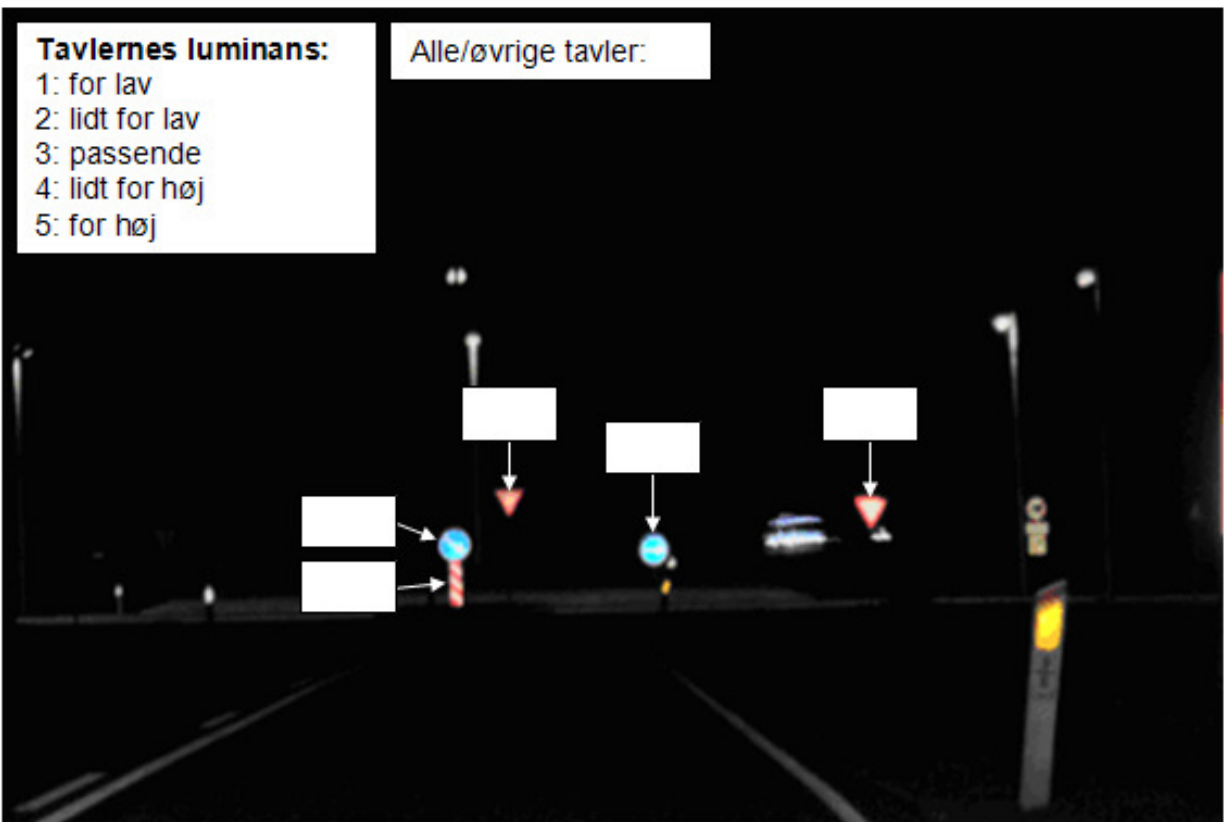
Strækning nr. 2 i retningen fra Køge mod Roskilde – første køretur



Kommentarer:

Underskrift:

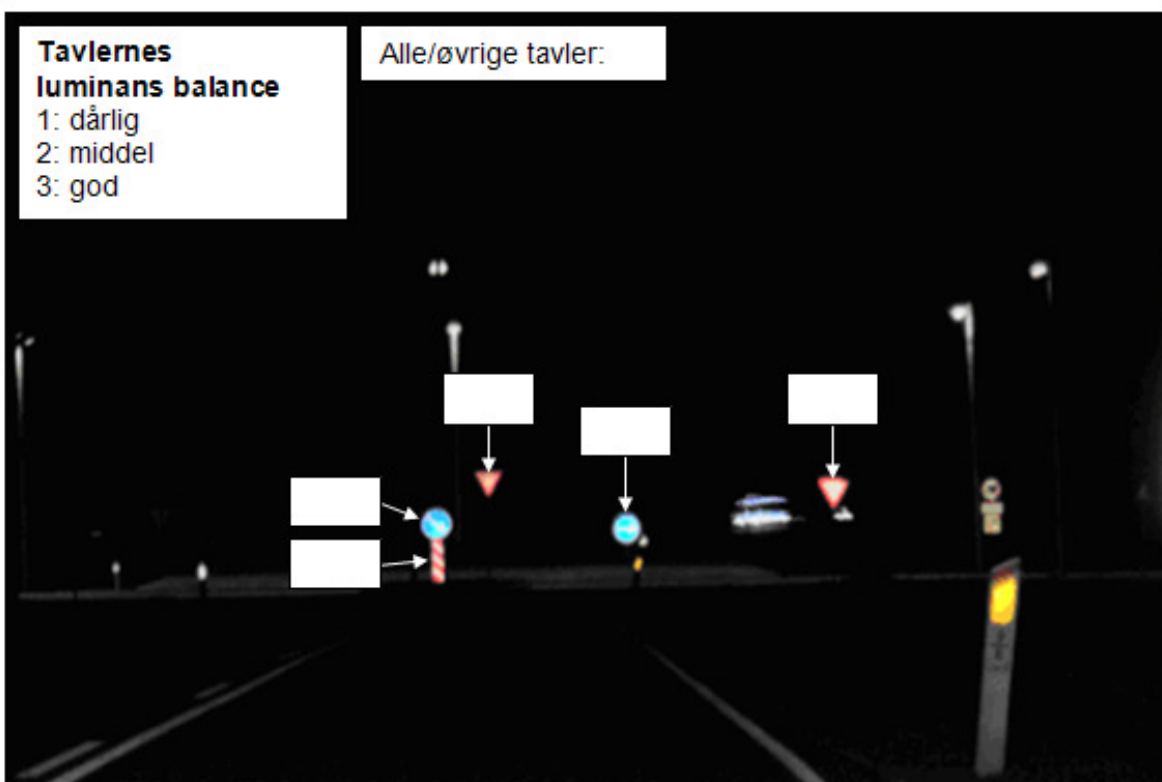
Strækning nr. 2 i retningen fra Køge mod Roskilde – anden køretur



Kommentarer:

Underskrift:

Strækning nr. 2 i retningen fra Køge mod Roskilde – tredje køretur



Kommentarer:

Underskrift

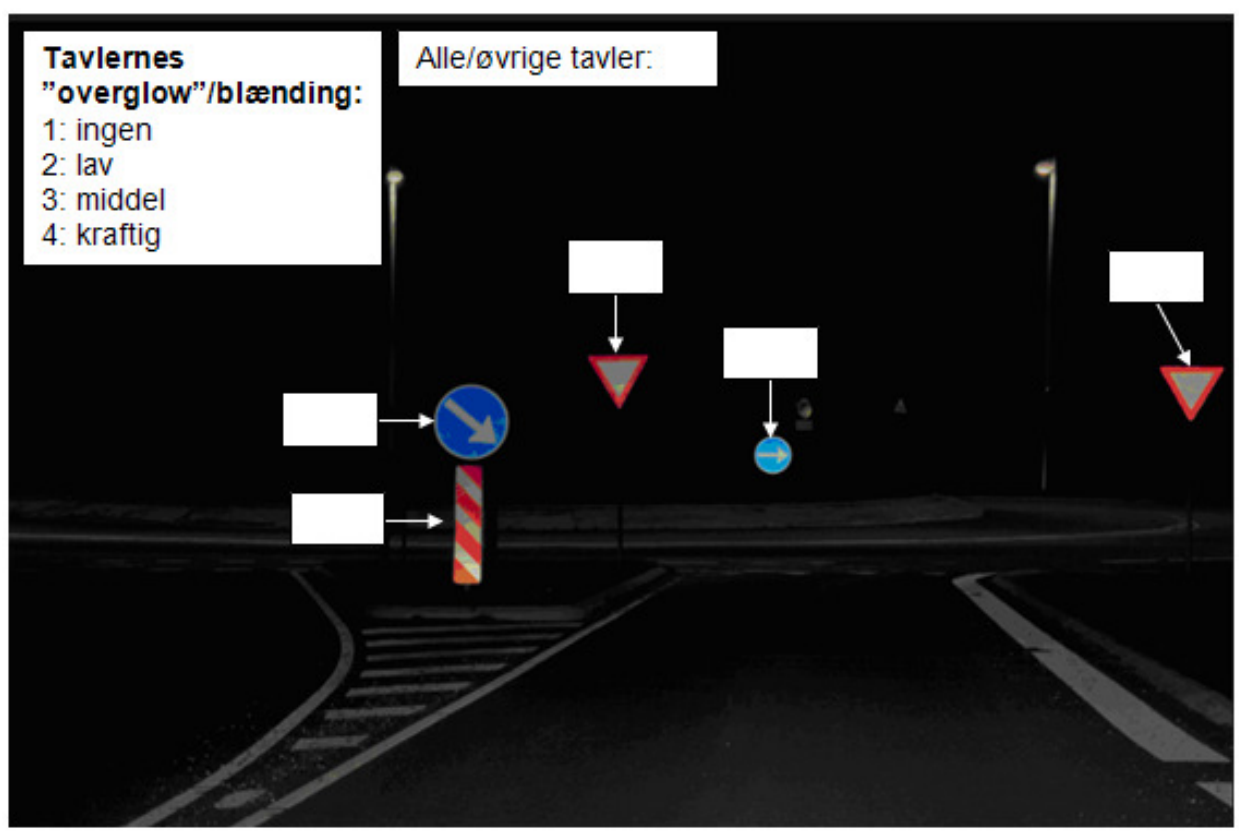
Strækning nr. 2 i retningen fra Køge mod Roskilde – fjerde køretur



Kommentarer:

Underskrift

Strækning nr. 3 i retningen fra Havdrup mod Snoldelev – første køretur

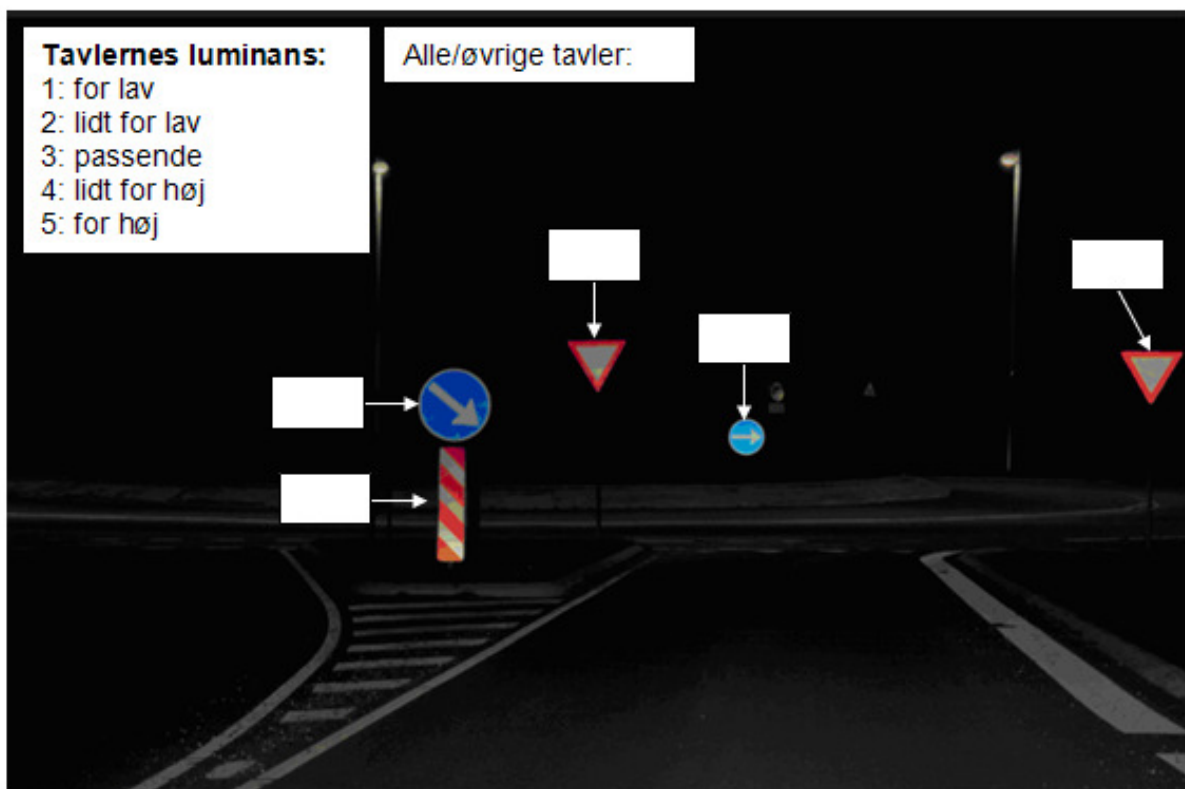


Kommentarer:

Underskrift



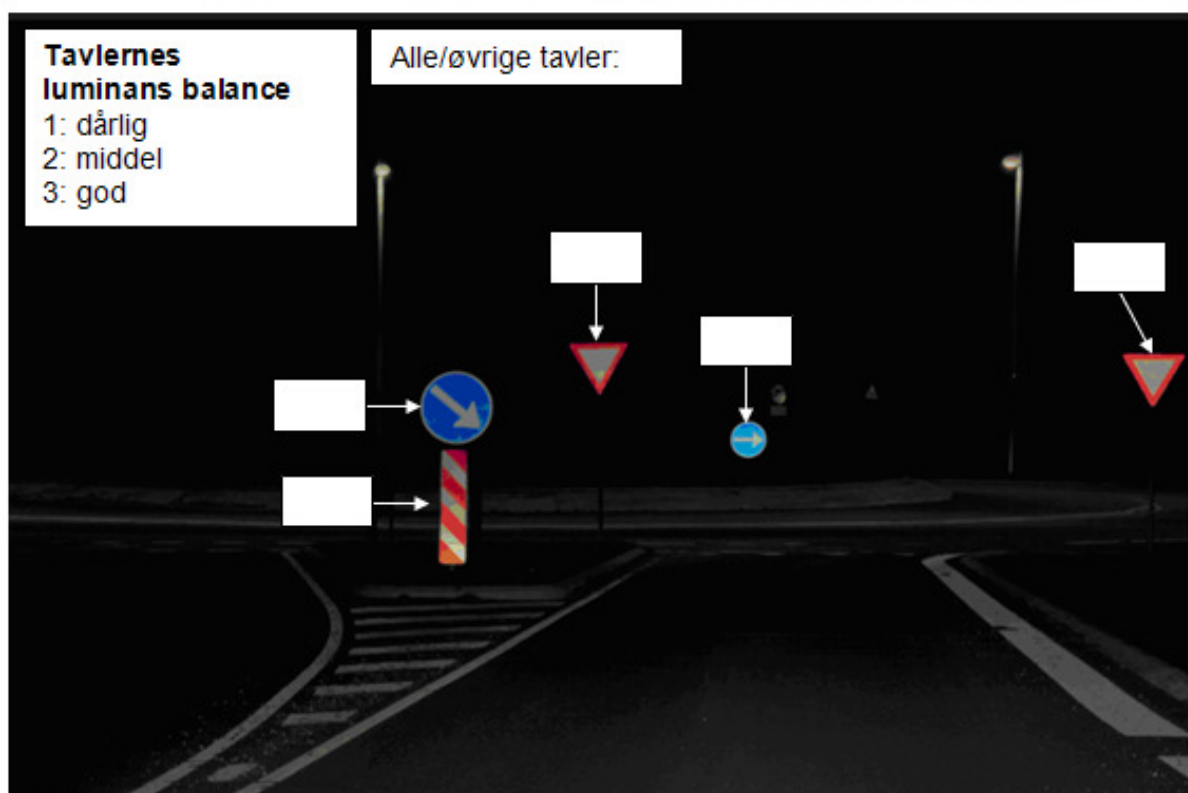
Strækning nr. 3 i retningen fra Havdrup mod Snoldelev – anden køretur



Kommentarer:

Underskrift

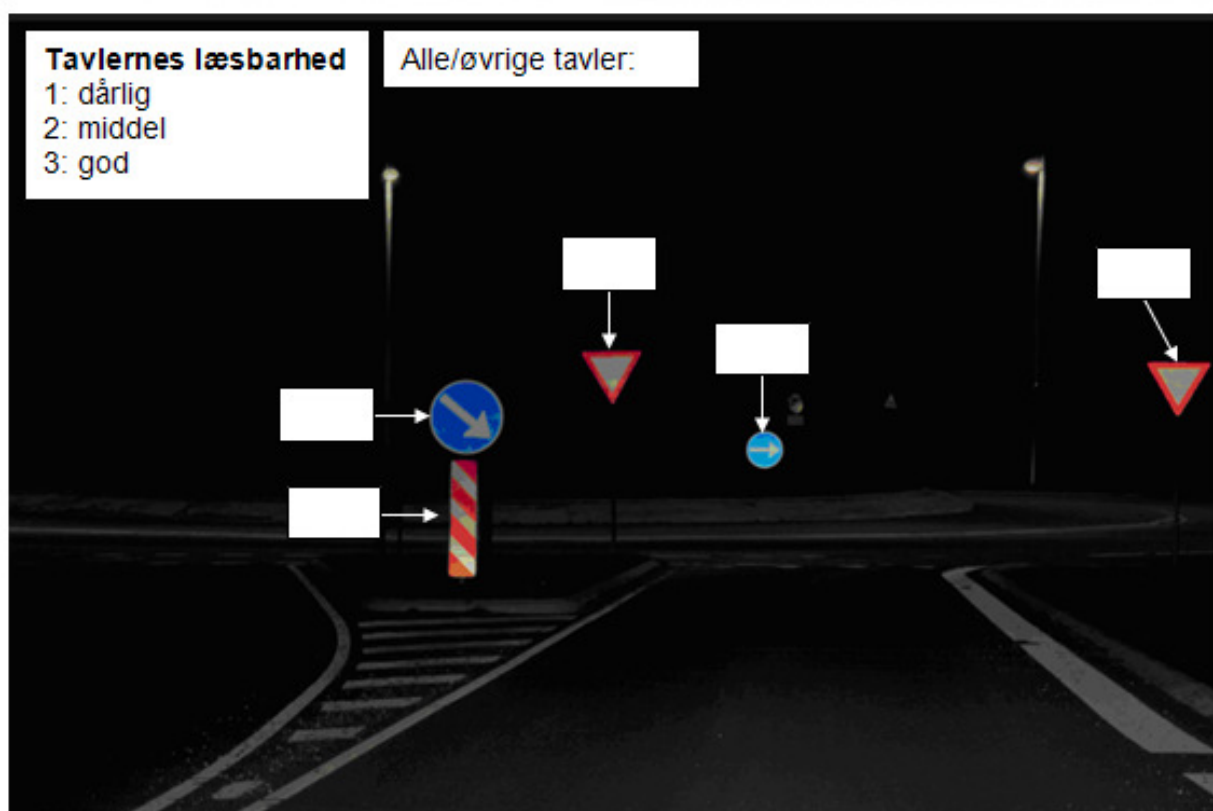
Strækning nr. 3 i retningen fra Havdrup mod Snoldelev – tredje køretur



Kommentarer:

Underskrift

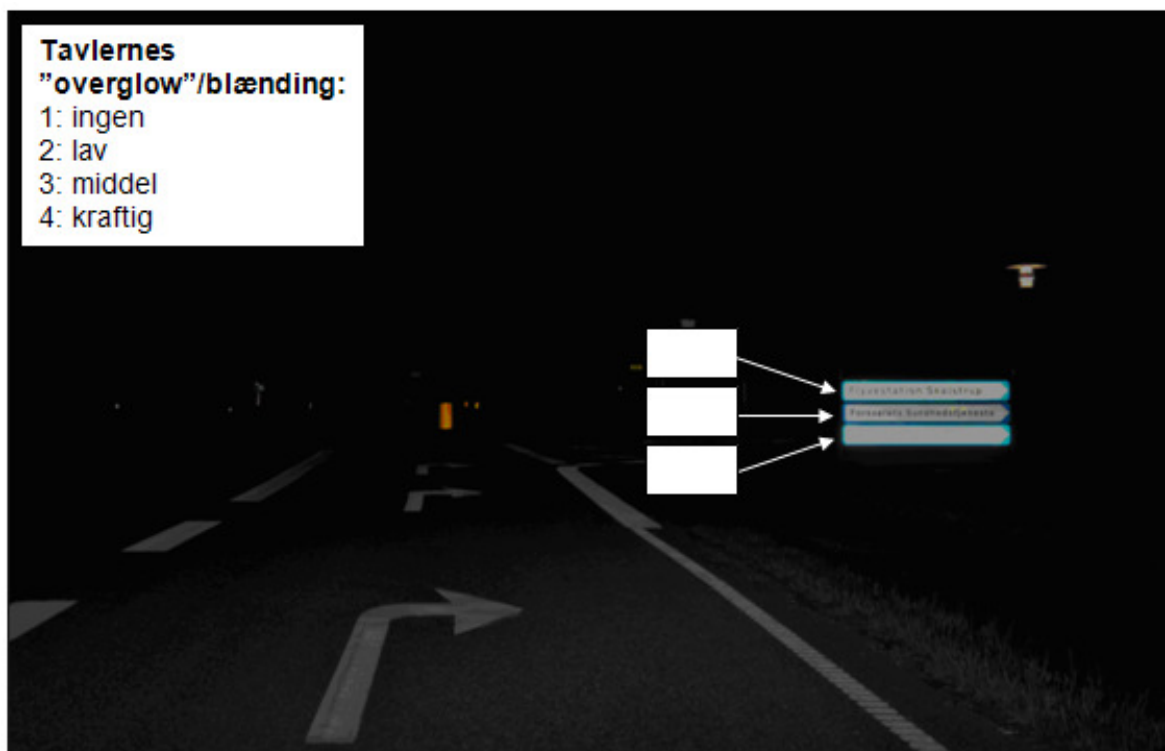
Strækning nr. 3 i retningen fra Havdrup mod Snoldelev – fjerde køretur



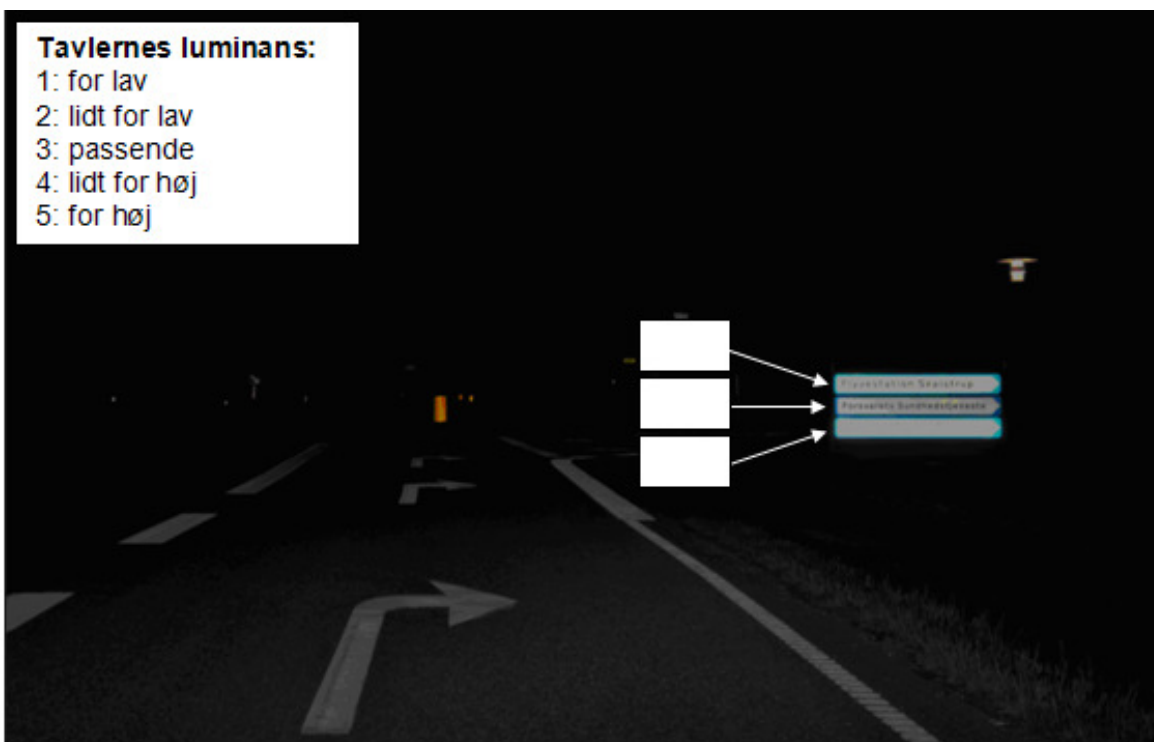
Kommentarer:

Underskrift

## Pilvejvisere ved Flyvestation Skalstrup – første køretur



## Pilvejvisere ved Flyvestation Skalstrup – anden køretur

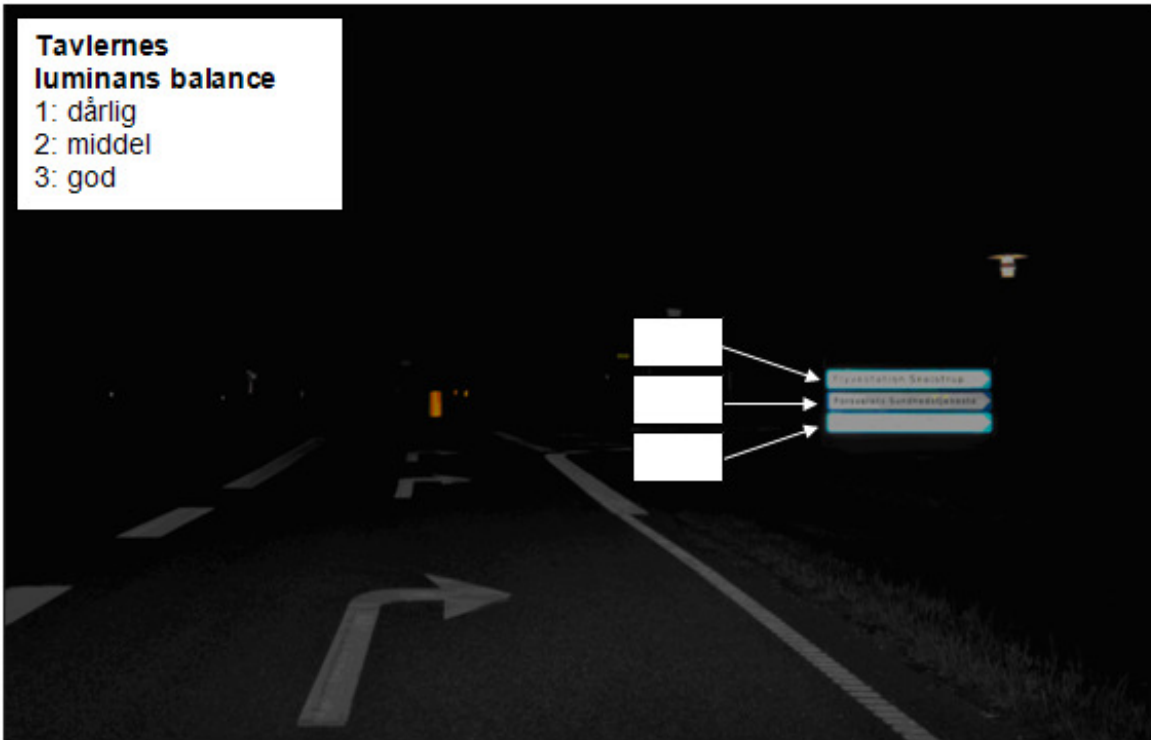


Kommentarer:

Underskrift:

**Tavlernes  
luminans balance**

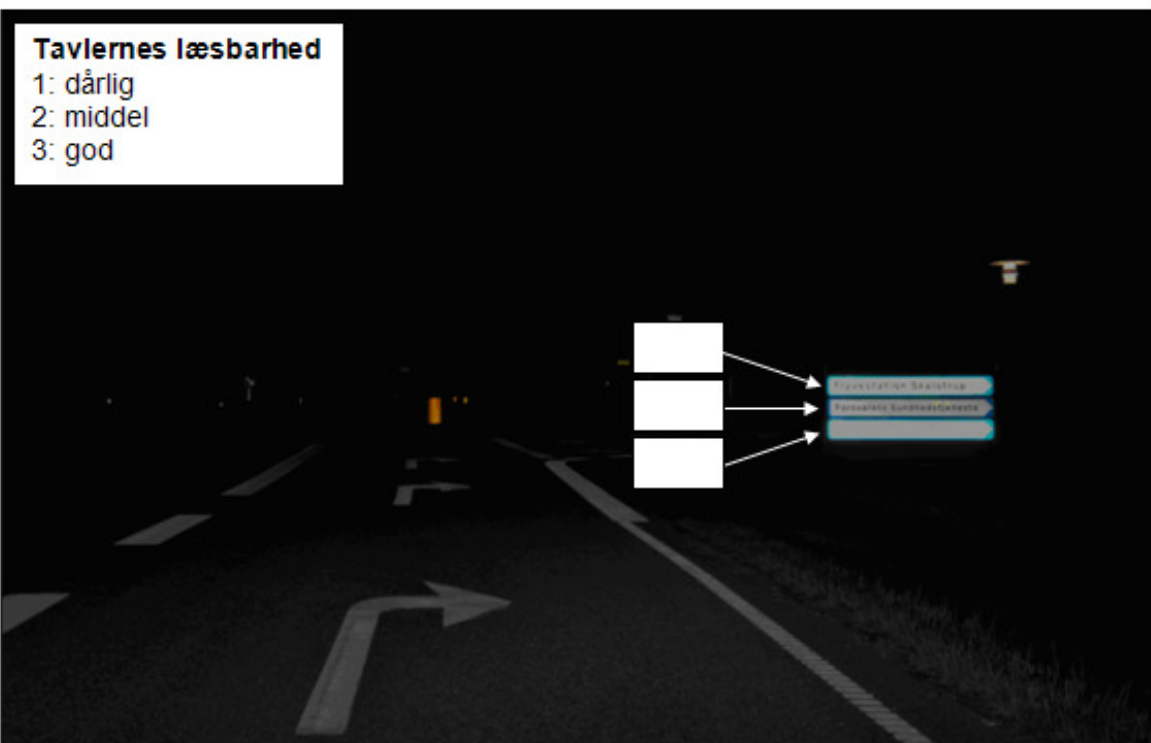
- 1: dårlig
- 2: middel
- 3: god



Pilvej  
visere  
ved  
Flyve  
statio  
n  
Skalst  
rup –  
tredje  
køretu  
r

**Tavlernes læsbarhed**

- 1: dårlig
- 2: middel
- 3: god



Pilvej  
viser  
e ved  
Flyve  
statio  
n  
Skals  
trup –  
fjerde  
køret  
ur

Kommentarer:

Underskrift:

## **Anneks D: Luminans af vejtavler på rute 6 mellem Roskilde og Køge**

Kai Sørensen, 16. oktober 2015

### **Rapport**

Rapporten angår måling af luminans af vejtavler på rute 6 mellem Roskilde og Køge. Vejtavlerne omfatter de tre pilvejvisere Flyvestation Skalstrup, der er vist i figur 1, samt de vejtavler på tre strækninger frem mod rundkørslen ved Snoldelev, der er vist i figur 2 og 3. De tre strækninger er nogle hundrede meter lange og findes på:

1. vejen fra Roskilde mod Køge frem til rundkørslen,
2. vejen fra Køge mod Roskilde frem til rundkørslen,
3. vejen fra Havdrup mod Snoldelev frem til rundkørslen.

Med en vejtavles luminans menes den luminans, som en bilist ser i mørketiden, og som fremkaldes ved en kombination af belysningen fra køretøjets forlygter og vejtavlens retrorefleksion. Der er udelukkende benyttet nærlys og samtlige målinger angår hvide dele af tavlerne.

Målingerne er foretaget ved brug af et digitalt kamera placeret omtrent midt i et køretøj, i samme højde som førerens øjenhøjde og rettet lige frem. Fremgangsmåden er at standse køretøjet på kørebanen med motoren kørende og fremkalde en serie eksponeringer. Dette udføres ved forskellige afstande frem mod pilvejviserne eller rundkørslen, så der opnås et billede af luminansernes variation med afstanden.

Kameraet er et "LMK mobile advanced", som indstilles i henhold til notatet *Måling af luminans af vejtavler ved brug af et "LMK mobile advanced" kamera*, Kai Sørensen, 28. maj 2015. Notatet beskriver desuden hvorledes en serie eksponeringer behandles og hvordan luminansværdierne fremdrages.

Køretøjet er en Toyota Aygo årgang 2009, hvis billygter indgik i de målinger, der er beskrevet i notatet *Måling af lysfordelinger for forlygter på køretøjer ved brug af et digitalt luminanskamera*, Kai Sørensen, 24. januar 2015. Notatet viser at forlygterne på dette køretøj har lysstyrker i retninger over vandret, der ligger cirka 19 % over middel for de 50 forlygter, der indgik i målingerne.

Da kameraet er placeret inde i køretøjet, er de målte luminansværdier reduceret i forhold til forrudeens transmittans. Denne er bestemt ved måling til 0,67.

Resultaterne af luminansmålingerne er vist i bilag A, B, C og D for henholdsvis de tre pilvejvisere og strækning 1, 2 og 3.

Disse bilag rummer et billede for hver situation, hvor der er foretaget eksponeringer. Et billede viser ikke kun situationen, men også luminansværdierne som er angivet. Desuden er der for hvert billede angivet en omtrentlig afstand til pilvejviserne eller rundkørslen.

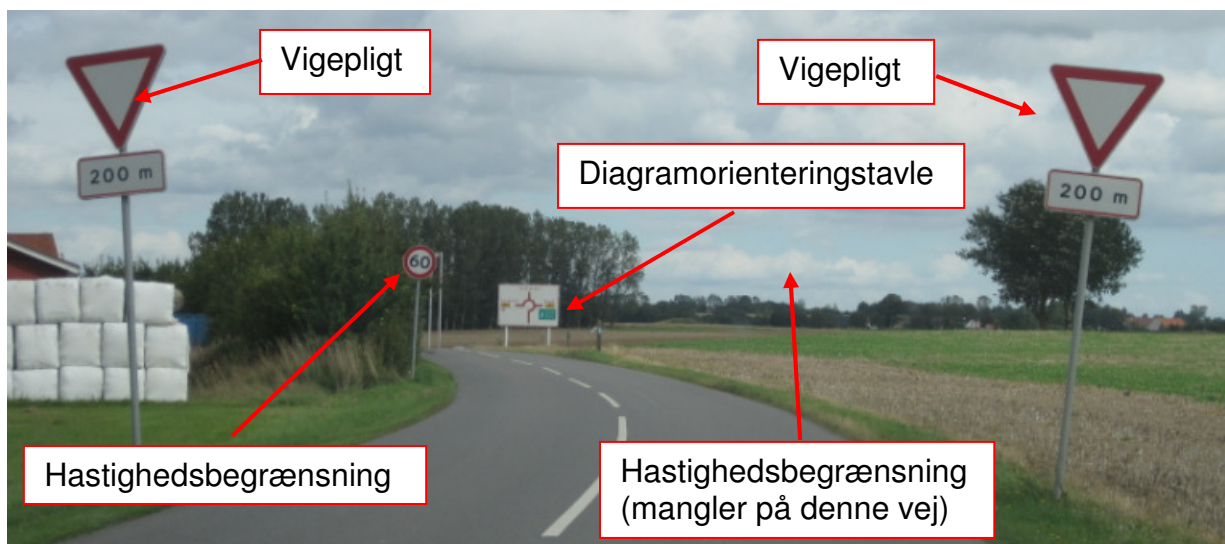
Disse billeder stammer fra det regneark, der benyttes til at bestemme luminanserne. Et billede er et dobbeltbillede, hvor venstre del er formindsket, og hvor højre del viser et stærkt forstørret udsnit af det formindskede billede.

Billederne viser et slør af lys omkring partier af vejtavler med høj luminans. Der har ikke været noget sådant slør i billeder fra tidligere målinger, hvor kameraet har været placeret foran køretøjet. Det menes derfor at sløret skyldes lysspredning i forruden, og at det reelt har samme karakter som det slør i det menneskelige øje, der fører til blanding og "overglow" hos vejtavler med høj luminans.

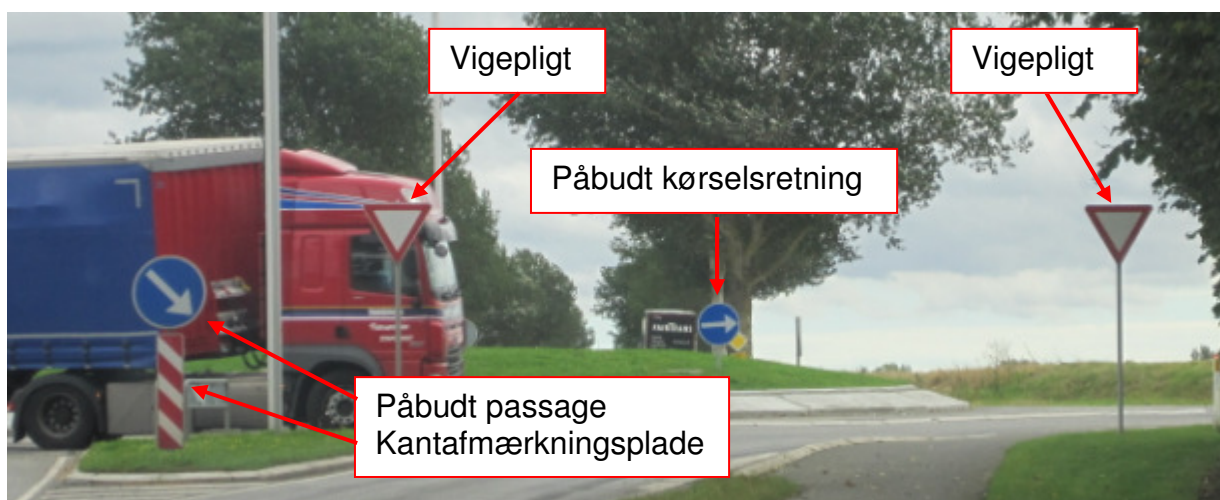
Sløret er kommet med, fordi regnearket er sat til at vise ikke kun vejtavlerne, men også kørebane og omgivelser. Indstillingen kan ændres, så sløret forsvinder, hvorved vejtavlerne bliver læselige. Se eksemplet i figur 4.



**Figur 1: Pilvejvisere ved Flyvestation Skalstrup.**



**Figur 2: Vejtavler på en strækning frem mod rundkørslen.**



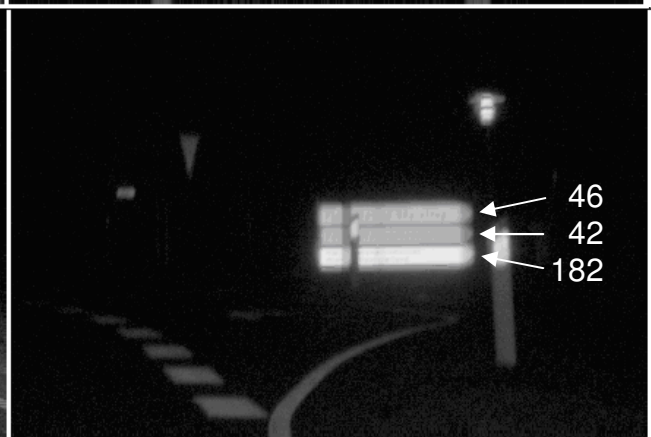
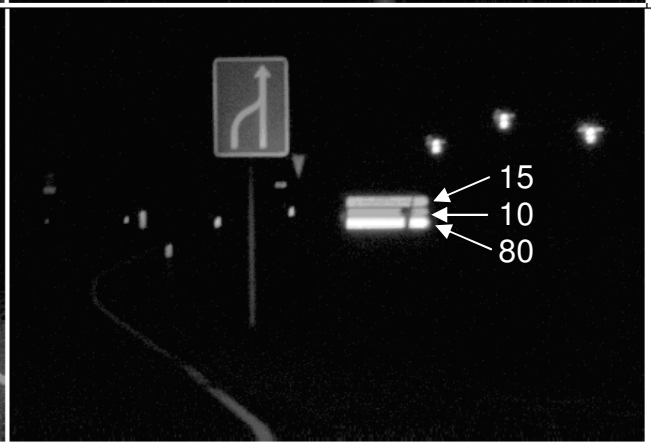
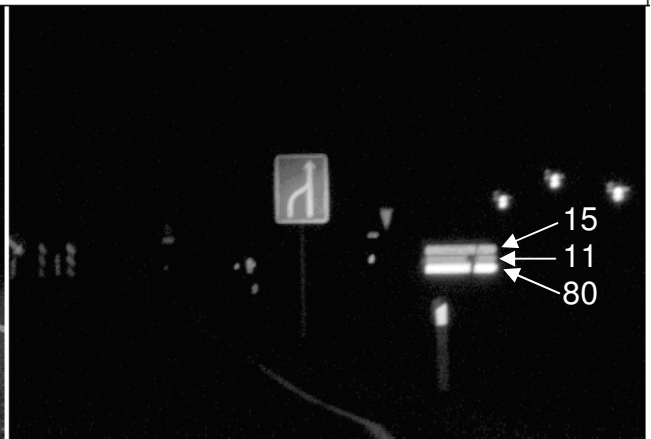
**Figur 3: Vejtavler ved rundkørslen.**



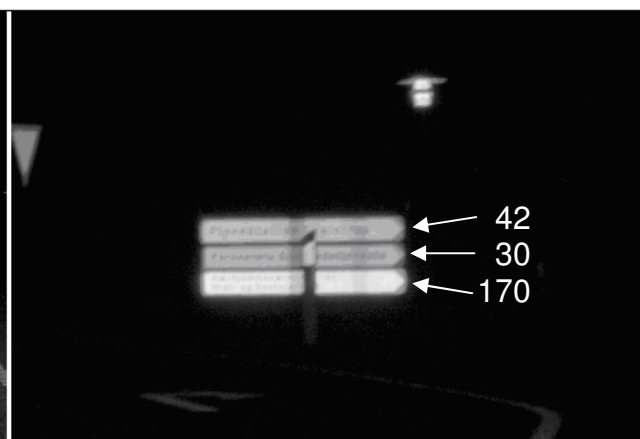
**Figur 4:** En indstilling af regnearket til at vise kørebane og omgivelser medfører at der også vises et "lysslør" omkring vejtavlerne (øverst); mens en indstilling af regnearket til at undertrykke kørebane og omgivelser også undertrykker "lyssløret" (nederst).



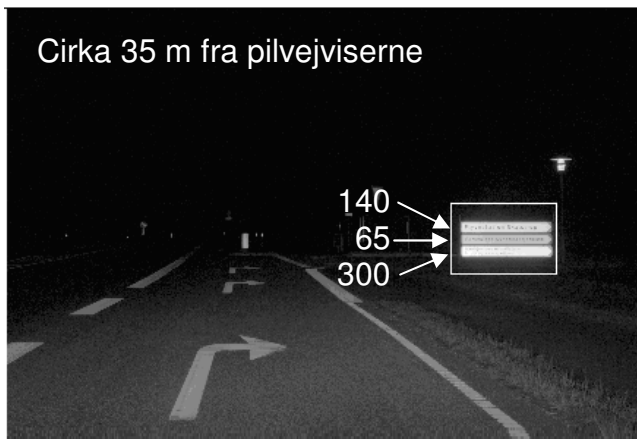
Bilag A: Pilvejvisere



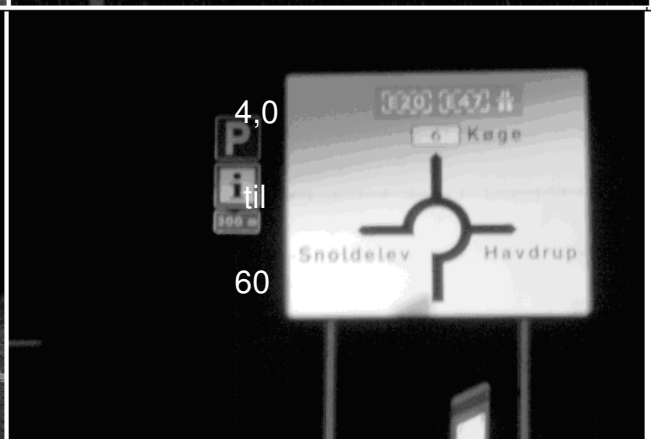
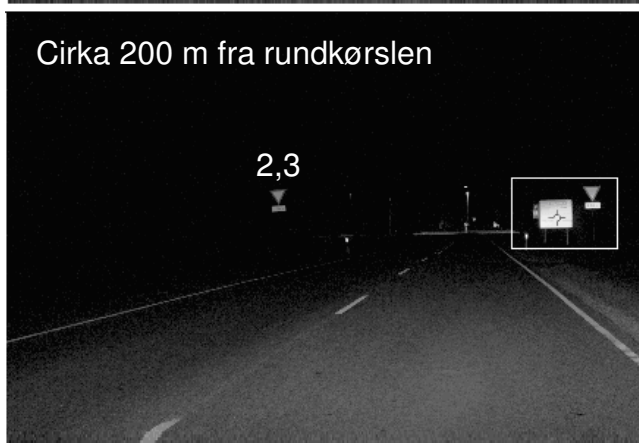
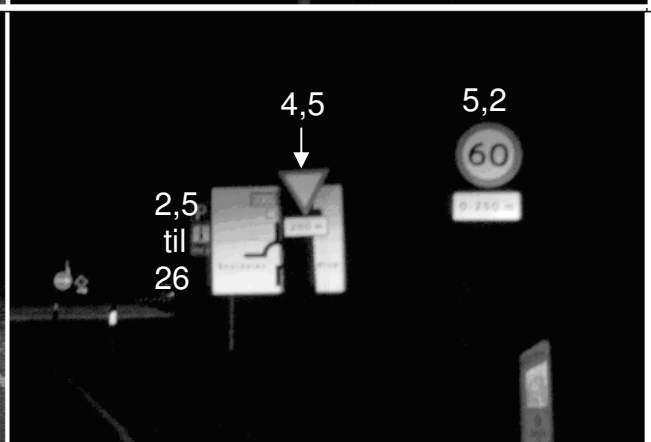
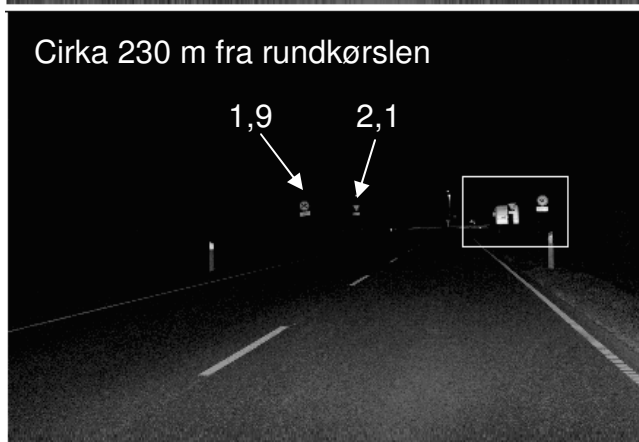
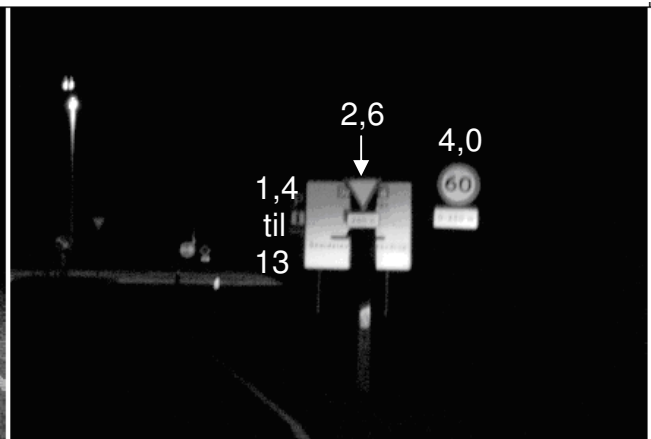
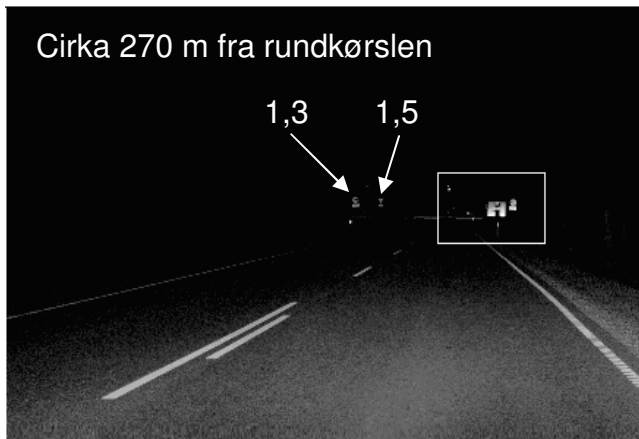
Cirka 75 m fra pilvejviserne



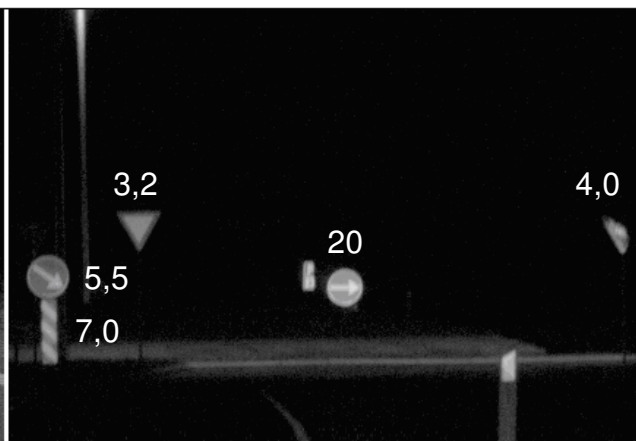
Cirka 35 m fra pilvejviserne



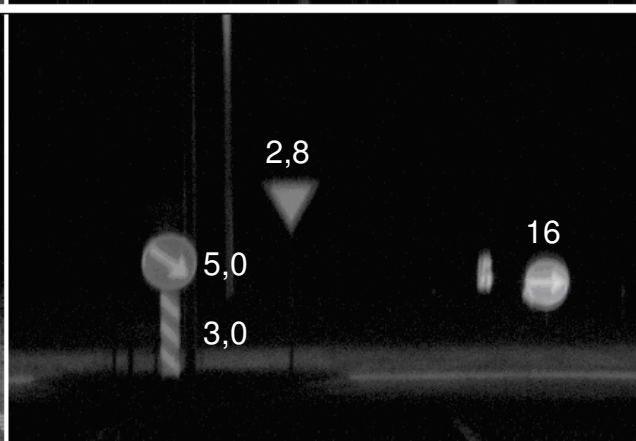
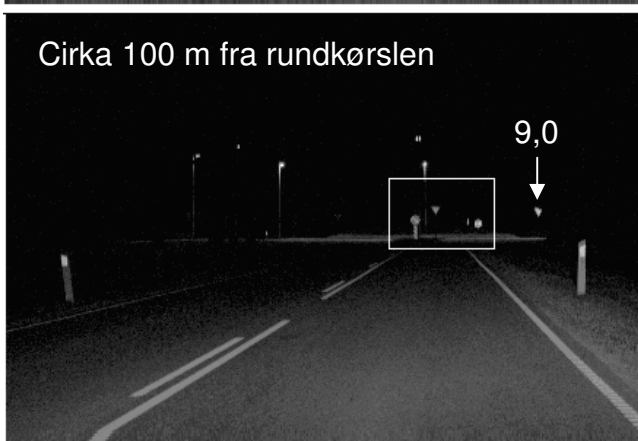
Bilag B: Delstrækning 1



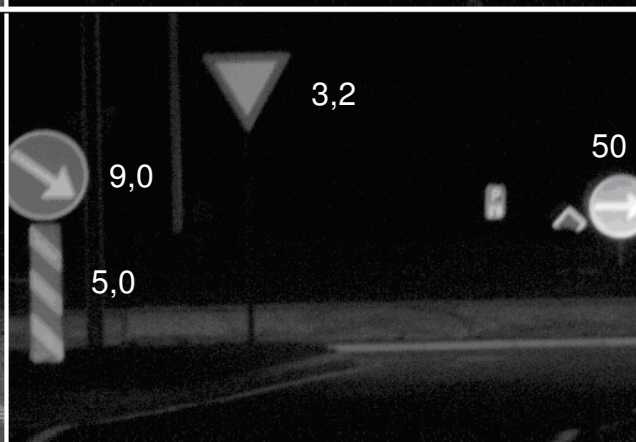
Cirka 130 m fra rundkørslen



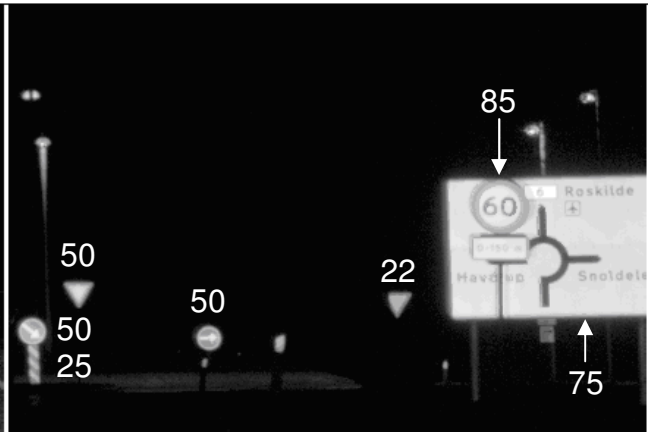
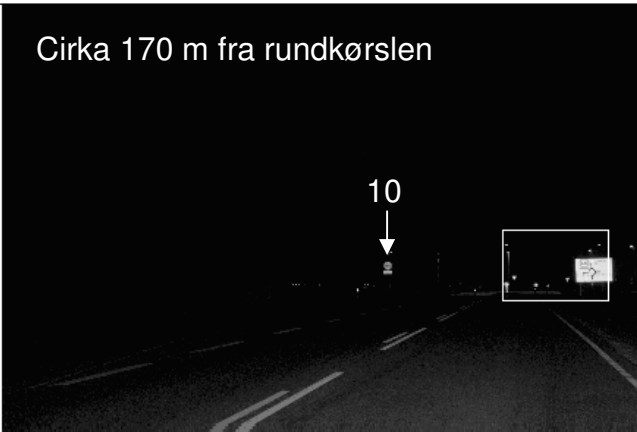
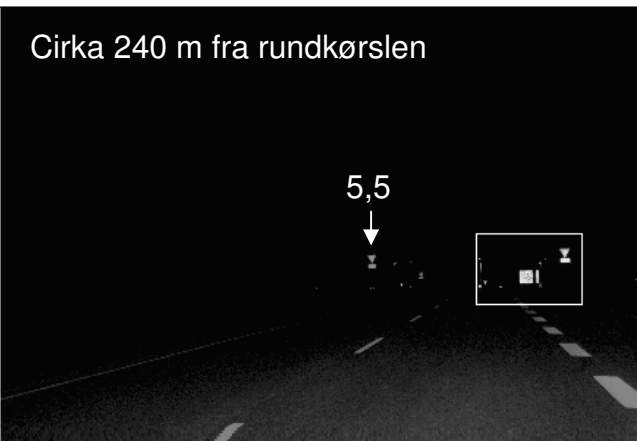
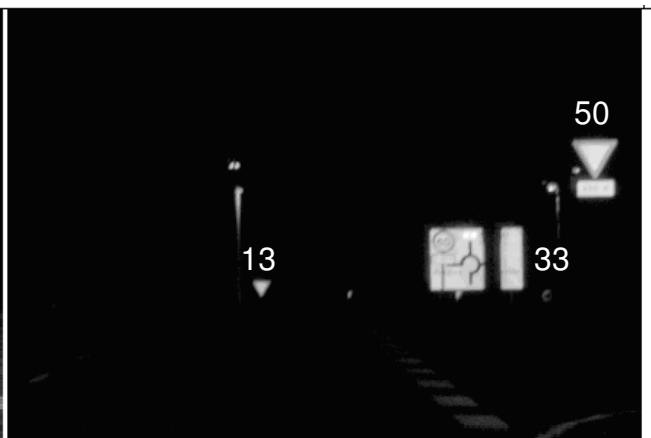
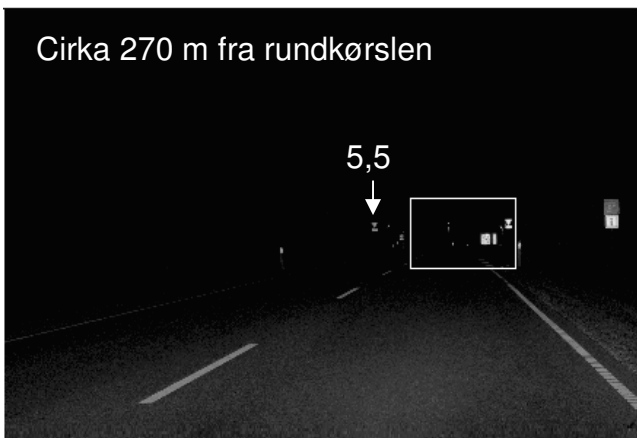
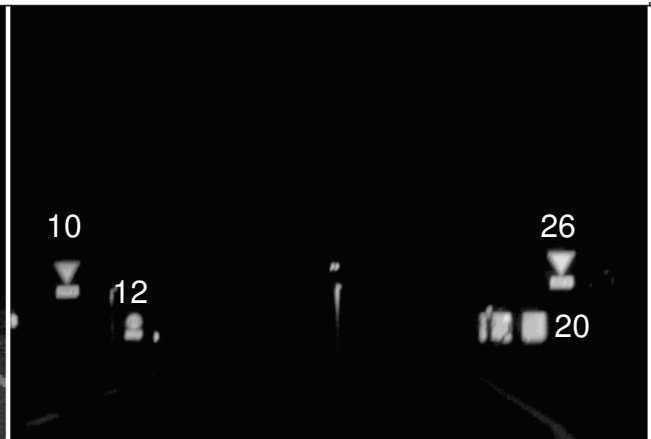
Cirka 100 m fra rundkørslen



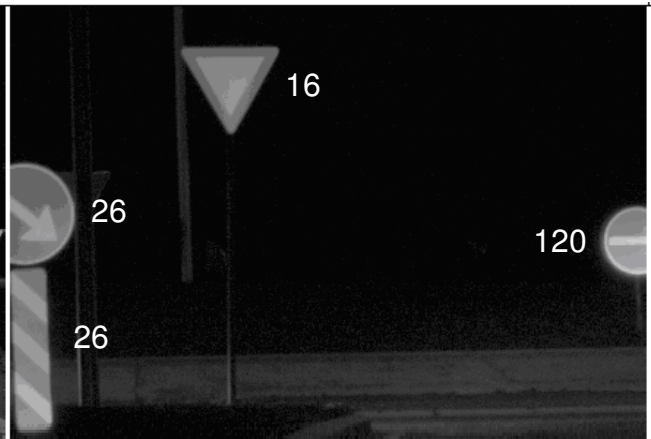
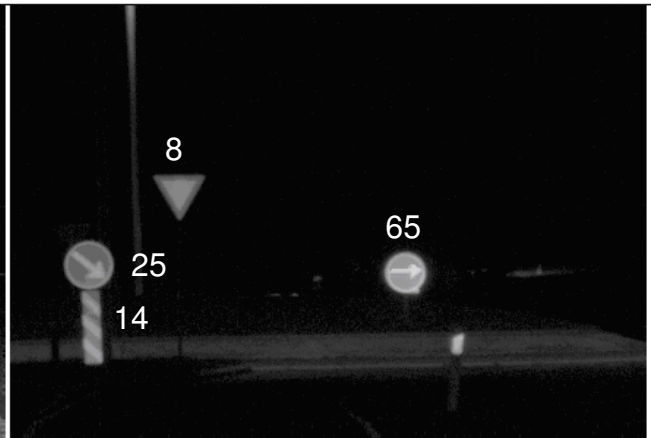
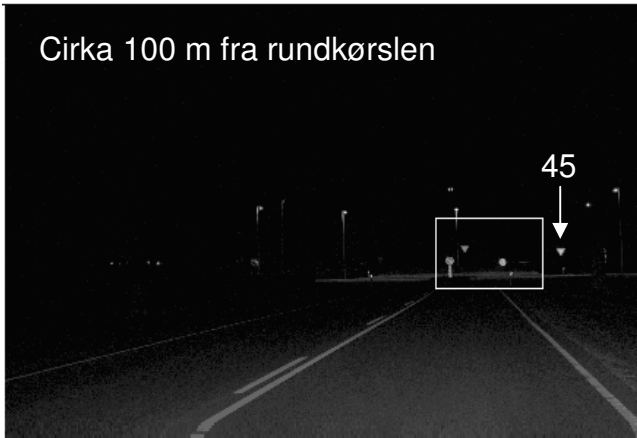
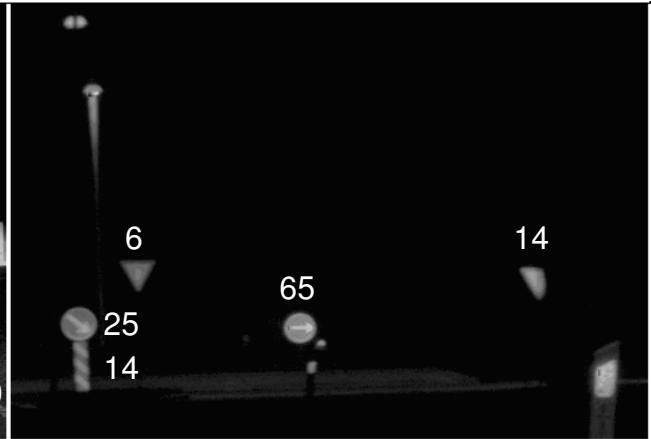
Cirka 55 m fra rundkørslen



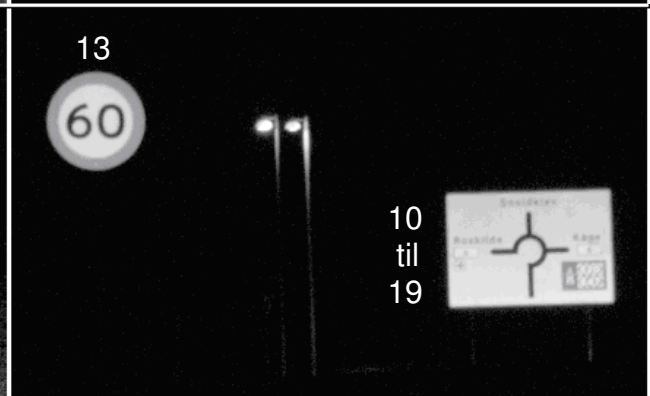
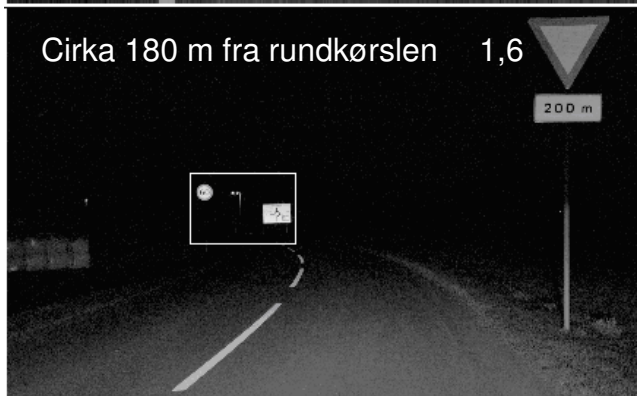
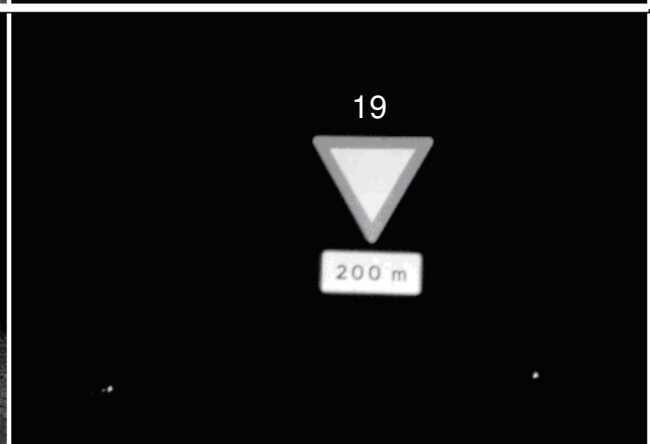
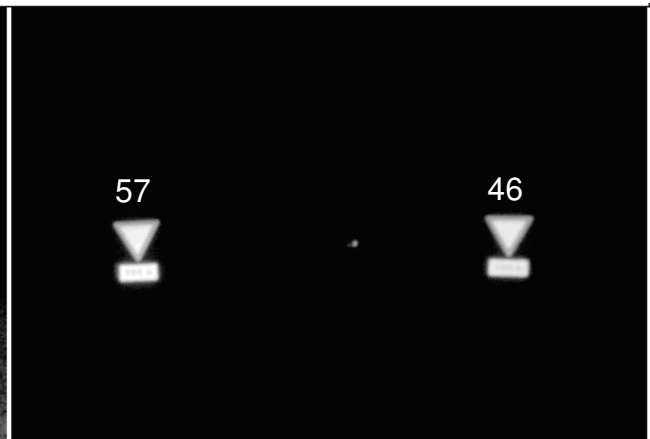
Bilag C: Delstrækning 2



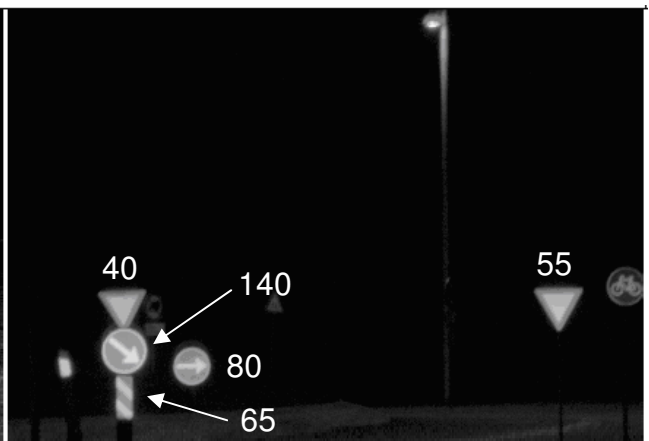




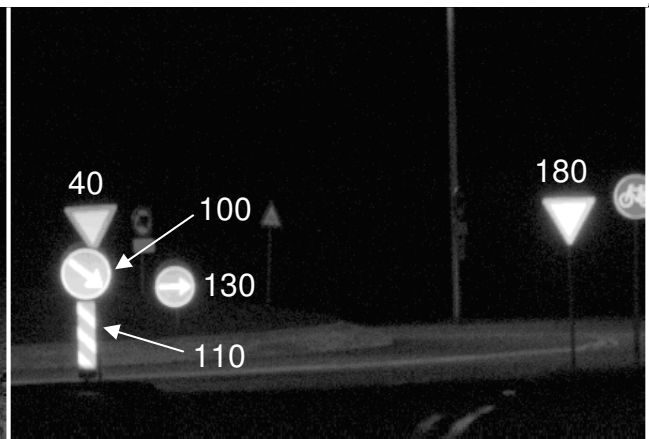
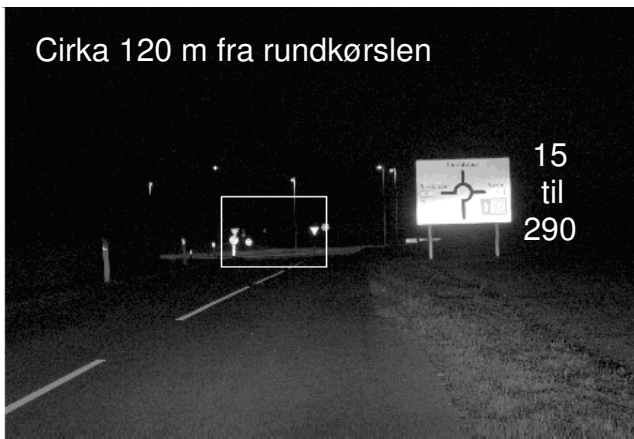
Bilag D: Delstrækning 3



Cirka 140 m fra rundkørslen



Cirka 120 m fra rundkørslen





## **Annex E: Ekstra målinger af luminans af vejtavler på rute 6 mellem Roskilde og Køge**

Kai Sørensen, 24. november 2015

### **1. Indledning**

Rapporten "Luminans af vejtavler på rute 6 mellem Roskilde og Køge" angår målinger, der er udført den 13. oktober 2015 og omfatter tre pilvejvisere ved Flyvestation Skalstrup og vejtavler på tre strækninger frem mod rundkørslen ved Snoldelev. De tre strækninger er nogle hundrede meter lange og findes på:

4. vejen fra Roskilde mod Køge frem til rundkørslen,
5. vejen fra Køge mod Roskilde frem til rundkørslen,
6. vejen fra Havdrup mod Snoldelev frem til rundkørslen.

Der har vist sig behov for at gentage målingerne på strækning 1 og 2, hvorfor der er udført ekstra målinger den 22. november 2015. Denne rapport angår disse ekstra målinger og en sammenligning af resultaterne med resultaterne fra de tidligere målinger. Til de ekstra målinger er der benyttet det samme digitale luminanskamera, som til de tidligere målinger. Desuden er målingerne foretaget med kameraet placeret i det samme køretøj.

Vejtavlerne på strækning 1 er udført i Engineering Grade (EG), idet rutenumrene i diagramorienteringstavlen samt tavlerne for påbudt passage (D15.3) og påbudt kørselsretning (D11.3) er udført i Engineering Grade Prismatisk (EGP). Dette afspejler anvisningerne i "Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning" af 2012.

Vejtavlerne på strækning 2 er udført i Engineering Grade Prismatisk (EGP), idet rutenumrene i diagramorienteringstavlen samt tavlerne for påbudt passage (D15.3) og påbudt kørselsretning (D11.3) er udført i High Intensity Prismatisk (EGP). Dette svarer til ét trin kraftigere retrorefleksion end på strækning 1.

De tidligere målinger blev udført nogle få dage efter udskiftning af vejtavlerne, som derfor formodes at have været rene under målingerne. Nogle kontrolmålinger med et håndholdt retroreflectometer (et Retrosign fra DELTA Lys & Optik) umiddelbart før en demonstration, der fandt sted den 27. oktober 2015, viste imidlertid at tavlerne i løbet af kun to uger var tilnavsede i et omfang, som reducerede retrorefleksionen med op til 30 %.

For at afdække om tavlerne var mere eller mindre tilnavsede den 22. november 2015, blev nogle af tavlerne på begge strækninger rengjort på højre halvdel inden målingerne blev udført. Disse tavler omfattede tavlen for påbudt passage (D15.3) med den underliggende kantafmærkningsplade (N42), tavlen for påbudt kørselsretning (D11.3) og den af de to tavler for ubetinget vigepligt (B11), der står i højre side ved rundkørslen. Desuden blev der rengjort et parti nederst til venstre på diagramorienteringstavlen. Til rengøringen blev der benyttet fortyndet sprinklervæske og klude.

### **2. Resultater af målingerne**

Resultaterne af målingerne er vist i form af billeder i bilag A og B for henholdsvis strækning 1 og 2. Billederne stammer fra det regneark, der bruges til at fremdrage luminanser, og er påført luminansværdier for de enkelte tavler. Enheden er  $\text{cd/m}^2$ .

Hvert bilag viser billeder for to situationer, én for en position foran diagramorienteringstavlen og én for en position foran selve rundkørslen. For hver situation vises et billede for de ekstra målinger mærket "November 2015" og derunder et billede for de tidligere målinger mærket "Oktober 2015".

På billederne for de ekstra målinger er der anført to værdier af luminansen for de tavler, der er rengjort på højre halvdel. De to værdier angår henholdsvis venstre og højre halvdel. Det var ikke muligt at fremdrage en ekstra værdi for det rengjorte parti på diagramorienteringstavlen.

### 3. Effekt af tilsmudsning

Bilag A viser at de rengjorte dele har op til cirka 20 % højere luminans end de ikke rengjorte dele. Derfor formodes det at tilsmudsningen af tavlerne på strækning 1 har været forholdsvis let, og den kun fører til en reduktion af tavlernes luminans på op til cirka 20 %. Den tavle for ubetinget vigepligt (B11), der står i højre side ved rundkørslen, viser ingen målbar effekt af tilsmudsning.

Bilag B viser samme mønster, men antyder en noget kraftigere tilsmudsning af tavlerne på strækning 2 svarende til en reduktion af tavlernes luminans på op til cirka 30 %.

Det bemærkes at der aftenen forinden var kraftig tøsne, som muligvis havde fjernet noget af snavset fra tavlerne.

### 4. Sammenligning af ekstra målinger og tidligere målinger

Ved sammenligning mellem de tidligere målinger og de ekstra målinger kan der skelnes mellem tavler og partier af tavler, som er placeret højt over nærlysgrænsen eller tæt på denne.

For den førstnævnte gruppe er der ikke nogen større forskel på luminansniveauerne. Desuden kan nogle af forskellene nok forklares med at afstandene ikke var helt de samme under de to sæt målinger.

For den sidstnævnte gruppe er der stor forskel på luminansniveauerne, som er meget lavere for de ekstra målinger end for de tidligere målinger. Det kan kun skyldes at nærlyset ikke når så højt op ved de ekstra målinger som ved de tidligere. Dette forhold vil blive nærmere undersøgt.

### 5. Sammenligning af luminansniveauer på de to strækninger

Det er rimeligt at karakterisere et luminansniveau for en strækning ved gennemsnittet af samtlige tavlers luminansværdier, men det bør overvejes hvilken form for gennemsnit, der skal bruges. I det nedenstående benyttes det geometriske gennemsnit for at undgå at enkelte vejtavler med høj luminans dominerer værdierne. Diagramorienteringstavlen, som har stor variation af luminansen hen over tavlefladen, indgår med både den højeste og den laveste luminans. Resultaterne findes i tabel 1 for begge sæt målinger.

**Tabel 1: Luminansniveauer i cd/m<sup>2</sup> for de to strækninger og deres forhold.**

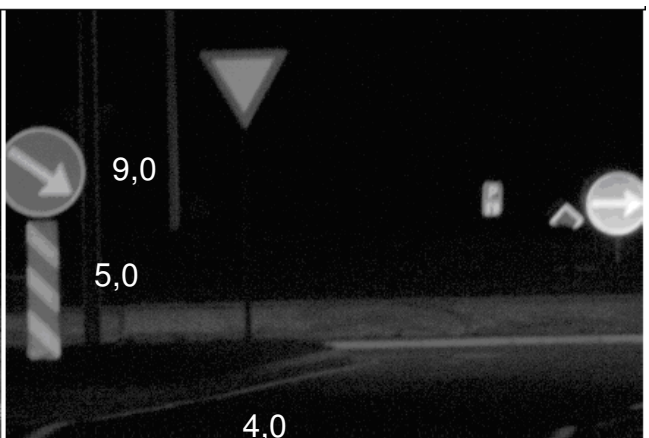
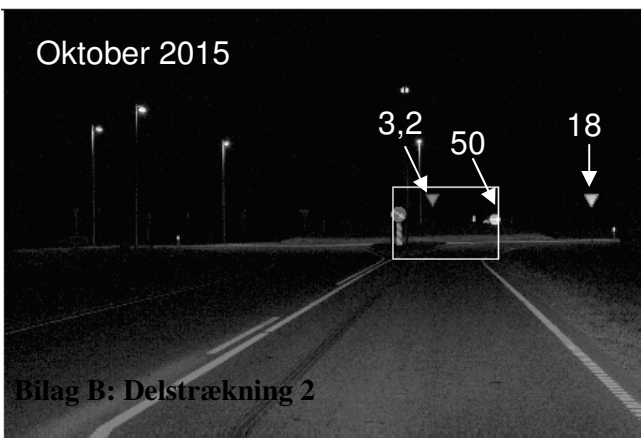
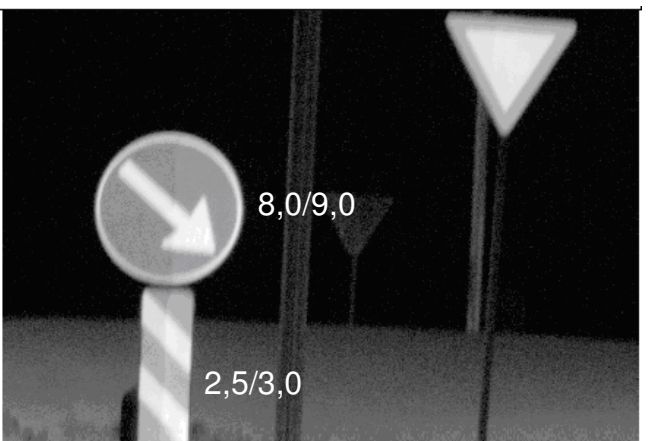
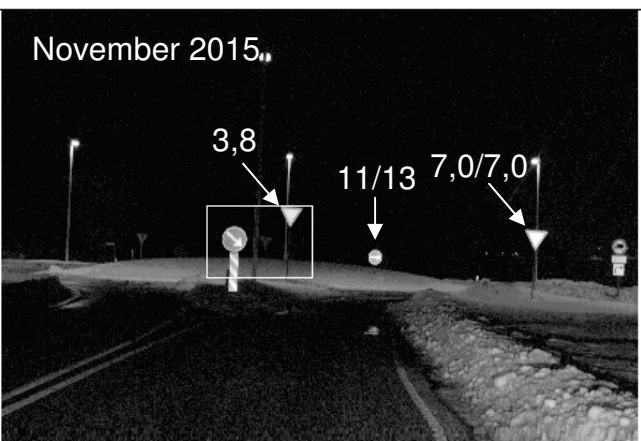
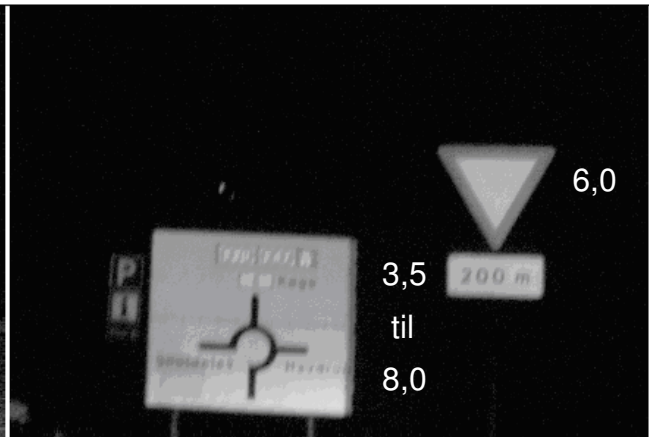
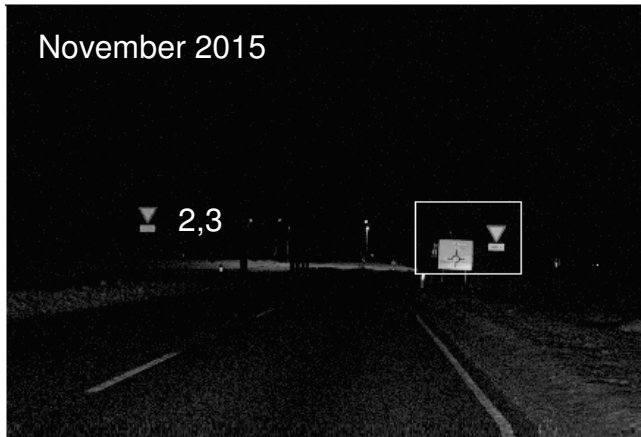
Strækning og forhold	Måling	
	November 2015	Oktober 2015
Strækning 1	5,4	8,7
Strækning 2	17,8	30,9
Forhold	3,3	3,6

Det ses af tabel 1 at forholdet mellem luminansniveauerne for de to strækninger er 3,3 eller 3,6, afhængigt af hvilket sæt af målinger, der lægges til grund.

Imidlertid bør disse forhold ikke alene tilskrives forskellen i brug af refleksfolier på de to strækninger. Det bør også tages i betragtning at vejen på strækning 1 krummer let opad, mens vejen på strækning 2 krummer lidt nedad. Dette fremgår af billederne i bilag A og B og virker som om nærlyset er justeret lidt nedad ved kørsel på strækning 1 og lidt opad ved kørsel på strækning 2.

Refleksfoliernes indvirkning på luminansniveauerne bør derfor vurderes alene ud fra luminansen af vejtavler, som er placeret højt over nærlysgrænsen. I så fald bliver forholdet mellem luminansniveauerne noget lavere - i området 2 og 2,5 afhængigt af hvilket sæt målinger, der lægges til grund, og hvilke vejtavler, der medtages. Dette stemmer i øvrigt overens med beregninger med regnearket "Et nyt regneark til beregning af vejtavlers luminans af april 2015".

**Bilag A: Delstrækning 1**



**Bilag B: Delstrækning 2**

