

Statusrapport för projektet: Bländningsrisk från vägskyltar med modern fordonsbelysning

Maria Nilsson Tengelin, Mikael Lindgren och Stefan Källberg

1 Bakgrund

Bländning är av stor betydelse för komfort och säkerhet vid framförande av fordon på väg i mörker. Detta gäller naturligtvis i första hand bländning från mötande trafik, men även vägbelysning, informationsskyltar och vägs skyltar kan ge höga ljusnivåer beroende på placering och omgivande miljö. Reflexmaterial har utvecklats de senaste åren till att ge en allt högre retroreflektion i utvalda vinklar och fordonsförare kan uppleva att de utsätts för obehagligt höga ljusnivåer. Hur vanligt detta är och vilken grad av bländning det kan handla om, d.v.s. obehagsbländning eller synnedläggande bländning, och vilka omständigheter som ytterligare kan påverka upplevelsen är inte utrett.

Enligt uppgift från Trafikverket gäller klagomål oftast vita och större blå skyltar. Vitt material har oftast betydligt högre reflektionsförmåga än övriga färger av samma material vilket förklarar de höga ljusnivåerna från vita skyltar. När det gäller blå skyltar är nivåerna lägre och varför de upplevs bländande är inte klarlagt. Blått material ligger dock ofta högt över kravgränserna samtidigt som man på blått material kan få 30-40% högre retroreflektion med LED- eller Xenonlampor jämfört med en traditionell halogenlampa [1].

En betydande utveckling har även skett på området fordonsbelysning. Moderna ljuskällor har oftast högre färgtemperaturer, varierande ljusfördelning (distinkta ljusbilder med skarpa avgränsningar), spektrum som innehåller skarpa toppar vid vissa våglängder, ”smarta” adaptiva funktioner mm. Fordonsbelysning kan idag ha en upplösning på 1 miljon pixlar som kan tändas eller släckas selektivt för att styra ljusbilden.

Från det att standarder skrevs och vägars bestyckning av vägs skyltar planerades har alltså stora förändringar skett både på skylt- och belysningsområdet vilket motiverar en undersökning av hur detta påverkar den faktiska trafiksituationen i mörkerkörning. I denna studie undersöker vi om modern fordonsbelysning påverkar synbarheten hos vägs skyltar och om man riskerar att utsättas för besvärande bländning.

2 Bländning

Bländning på grund av starkt direkt eller reflekterat ljus i ögat delas oftast in i två olika typer:

Obehagsbländning (discomfort glare): Påverkar ej synförmågan påtagligt, men kan ändå påverka en förarens beteende och körsätt. Ljus med mer blått innehåll upplevs ofta som mer obehagligt än varmare ljus [2].

Synnedläggande bländning (disability glare): En direkt försämring av synförmågan på grund av uppkomna slöjluminanser i ögat, vilka i sin tur reducerar kontrasten för t.ex. ett objekt som skall detekteras. Denna typ av bländning är oberoende av en ljuskällas spektrum men ökar med tilltagande ålder [3].

Slöjluminans (veiling luminance, L_V): Önskad och kontrastreducerande luminans som uppkommer i ögat på grund av infallande ljus. Det finns olika formler för att uppskatta L_V men samtliga visar att L_V är direkt proportionell mot illuminansen E vid ögat och dessutom beror på vinkeln θ mellan den bländande källan och synriktningen. Den generella formeln (1) visas nedan där k är en åldersberoende konstant och n en exponent som kan variera med vinkeln till bländningskällan.

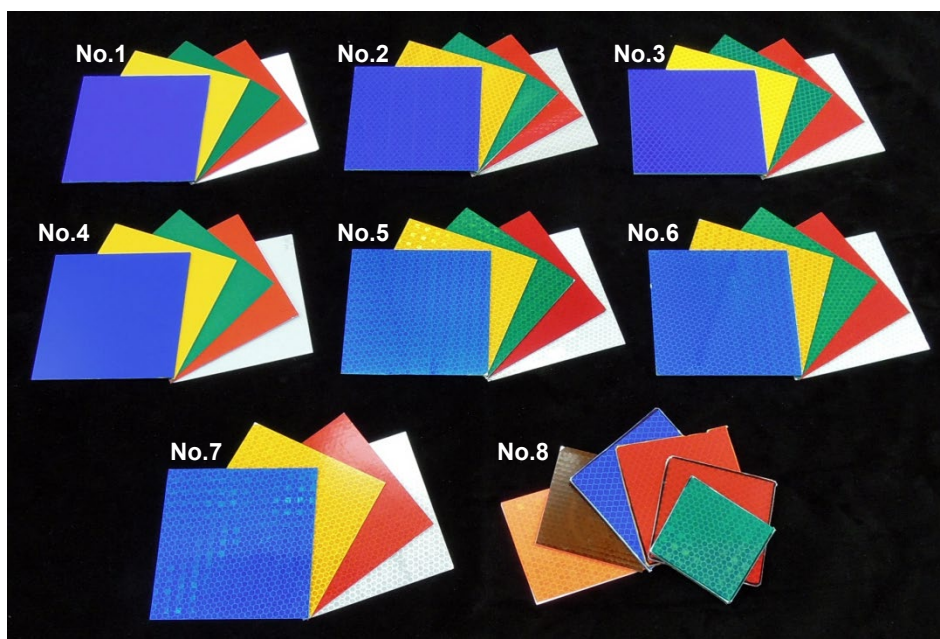
$$L_V = \frac{k \cdot E}{\theta^n} \quad (1)$$

3 Status Reflexmätningar

Vi har hittills inkluderat 40 prover retroreflekterande material av olika sorter och i ett flertal olika färger. På dessa har vi mätt upp retroreflektion och färg i ett 60-tal olika betraktning geometrier. De erhållna värdena analyseras tillsammans med spektralfördelningar hos de olika fordonslyktorna för att ge en komplett information om upplevd färg och retroreflektionsvärde. Geometrierna är delvis hämtade från den europeiska standarden EN12899-1 [6], men även geometrier hämtade från prEN12899-6 [14] har inkluderats. För att kunna täcka in så många som möjligt av de fall som kan förekomma vid mörkerkörning, dvs. olika vägtyper, hastigheter, avstånd mellan fordon och skylt, skyltens position i förhållande till vägen mm, inkluderar de använda geometrierna ett brett intervall observationsvinklar α (upp till 3°), infallsvinklar $\beta_{1,2}$ (upp till 40°) och några utvalda rotationsvinklar ε ($0, \pm 45^\circ$ och 90°).

Vi har mätt upp 36 prover med nya retroreflekterande material (set 1-7 i figur 2) i de fem vanligaste färgerna för permanenta vägs skyltar (blå, gul, grön, röd och vit). De flesta av proverna är mikroprismatiska, dvs. de är uppbyggda med mikroprismatisk optik för att få retroreflekterande egenskaper, och ett set prover (set 4) bygger på glaspärlateknologi. För att öka variationen och täcka in några fler färger, såsom brun och fluorescerande orange, och material med printade färger inkluderades även ett set med blandade udda prover (set 8). Skyltmaterialen kommer de flesta från 3M och Avery Dennison och några från Orafol.

Se tabell 1 för en specifikation av de olika seten. Typen (I-XI) är angiven enligt standarden ASTM D4956, medan "Grade" är en icke-standardiserad beskrivning som kan variera mellan olika tillverkare.



Figur 2. Retroreflekerande vägslytmaterial som utvärderats i studien

Tabell 1. Beskrivning av utvärderade material

Set nr	Typ	Grade	Kommentar
1	I	Adv. engineering	Non-metalized prismatic
2	IV	High intensity	
3	XI	Diamond	Fluorescerande gul
4	I	Engineering	Inbäddade glaspärlor
5	IV	High intensity	Vit Typ II
6	XI	Diamond	
7	VIII	Premium	
8	-	-	Blandade prover. Röda, blå och gröna printade färger.

4 Status Mätning av ljusfördelning

Vår plan var att låna eller köpa in billyktor från biltillverkare och mäta upp ljusfördelningen i laboratoriet. Trots ett flertal email och telefonsamtal till olika tillverkare har vi inte lyckats få tillgång till lyktor för detta ändamål. Den troligaste orsaken till detta är attstälkastarna på moderna bilar är så komplexa att man behöver ha med ett helt styrsystem till billamporna för att dessa skall kunna köras. Vi har därför tvingats tänka om och genomför alla tester utomhus med kompletta fordon. Ljusfördelningen från hel-och halvljus kan projiceras genom att linjera upp bilar framför högspänningshallen på RISE i Borås. Väggens på hallen är neutral och jämn i färgen förutom smala horisontella och vertikala falsningar. (se figur 4).

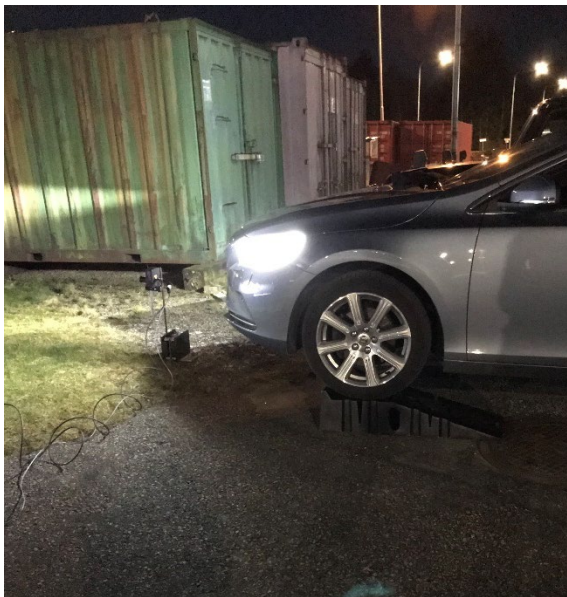


Figur 4. Till vänster högspänningshallens norra vägg i dagsljus. Till höger ljusbilden från en Volvo V40:s helljus.

I inledande försök har bilar körts upp på bilramper men vi planerar fler försök med biltransportkärna också för noggrannare upplinjer. Den resulterande ljusbilden på väggen fotograferas för hel- och halvljus med en luminanskamera, LMK 6 Color från Technoteam.

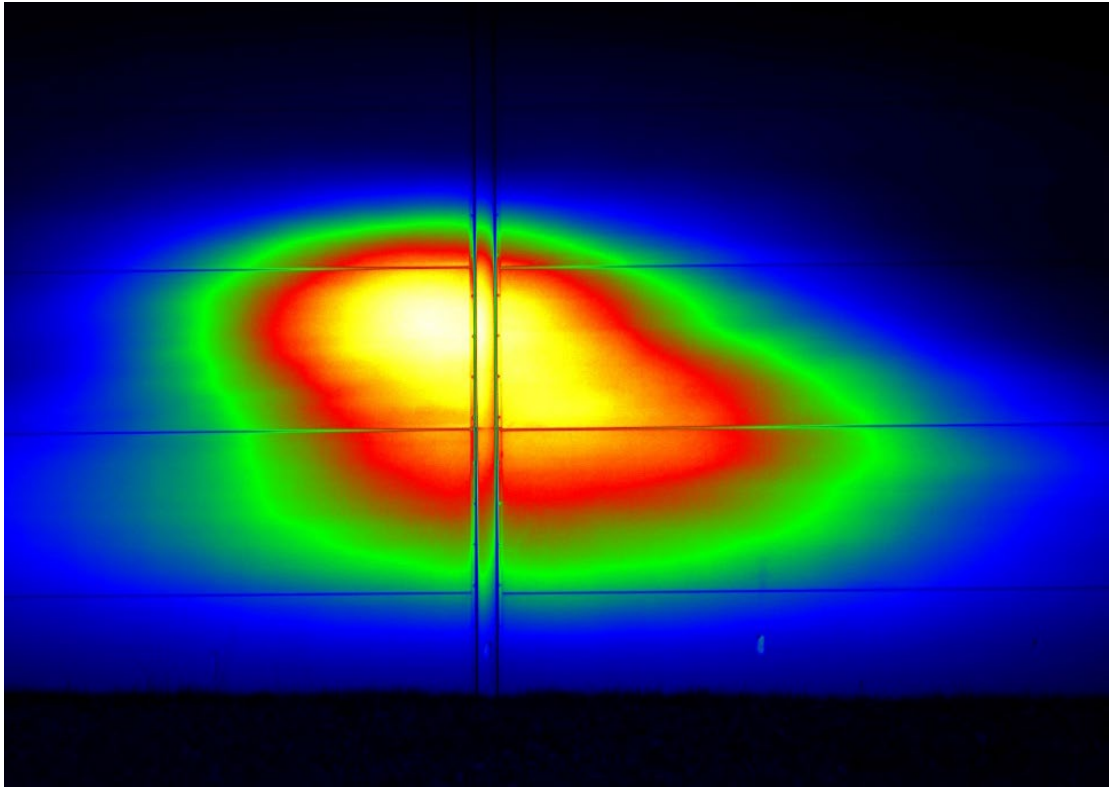


Figur 5. Luminanskameran LMK 6 Color från Technoteam som används för ljusfördelningsmätningarna.

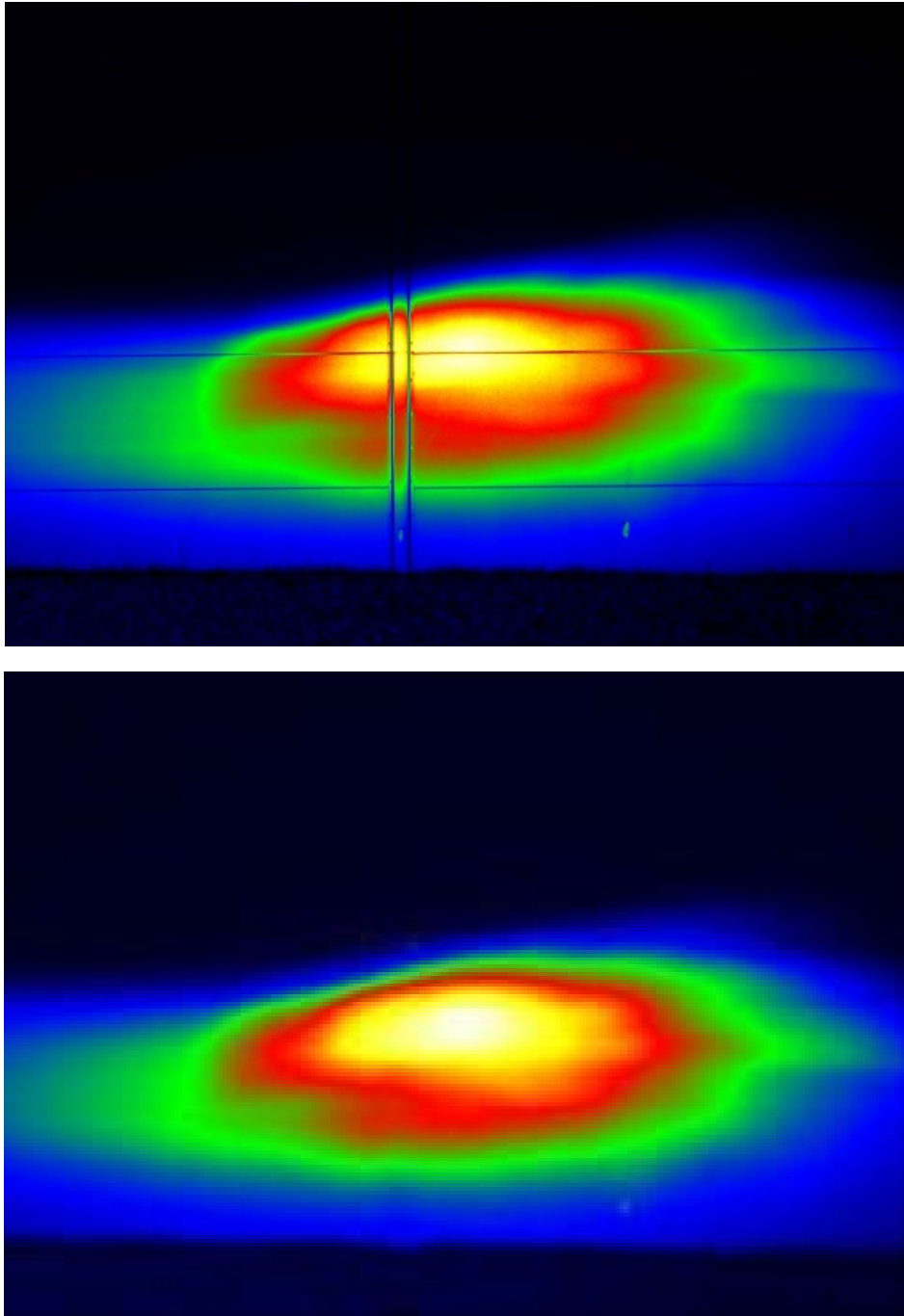


Figur 6. Mätupställning med bilarna på bilramper och luminanskameran centrerad framför bilen.

Utifrån den uppmätta luminansen i varje punkt och genom att mäta upp väggens reflektans i olika riktningar kan ljusfördelningen beräknas. En del databehandling har tillämpats för att filtrera bort distortioner från falsningarna på väggen.



Figur 7. Luminansbild av helljusställning på Volvo V40 med LED-lampor.



Figur 8. Luminansbild av halvljus vänster på Volvo V40 med LED-lampor. I övre bilden är balkarna synliga. I nedre bilden har distortionerna filtrerats bort med en algoritm i beräkningsprogrammet MatLab.

5 Status Luminansmätningar i verklig miljö

Har blivit försenat bland annat på grund av reserestriktioner och pandemiläget. Planeras att genomföras under tidig vår 2022. Mätningarna kommer utföras med vår luminanskamera LMK 6 Color från Technoteam

6 Status Bländningsberäkningar

Från tidigare genomgång framgår att det är illuminansnivåerna vid ögat som ger upphov till de slöjluminanser som orsakar den potentiellt synnedsättande kontrastreduceringen. Den uppmätta ljusfördelningen för olika fordon kommer att användas för att beräkna den resulterande belyningsstyrkan på vägskyltar i olika positioner. Genom att använda de uppmätta reflektionsvärdena för varje skyltmaterial kan vi sedan få fram belyningsstyrkan vid ögat på den som kör bilen för varje typ, storlek, färg och position på skylt. Vi kommer att undersöka ett flertal olika skyltar representativa för de nordiska länderna men med fokus på stora vita, blå, gröna och gula skyltar där vi uppfattar att problemet är störst. Beräkningarna planeras att genomföras under våren 2022.

För halvljuset är kraven i det europeiska regelverket ECE R112 avseende maximal ljusstyrka i olika zoner satta för att minimera risken att blända mötande trafik. För helljus är reglerna mindre detaljerade och en tillverkare kan därför välja att ha en bred ljusbild med kort räckvidd eller en mer fokuserad som därmed når längre. Även den totala mängden ljus kan variera beroende på typ av lampa, optik och reflektor.

7 Status Kravdokument

Kravdokument skyltplacering: Vi har gått igenom svenska och norska rekommendationer och har påbörjat översättning av de finska. Saknar än så länge de danska och behöver anskaffa dem.

8 Aktiviteter, leveranser och kostnader

Aktivitet	Status	Datum	Kostnad (kkkr)
Planering och förstudie	Klart	2019-10	30
Anskaffning skyltmaterial och fordonslyktor	Skyltmaterial klart	2019-12	80
Karaktisering av reflexmaterial/skyltar	Klart	2019-12	40
		Summa 2019	150
Karaktisering av fordonsbelysning	Pågående, försenat	2020-04	110
Genomgång av riktlinjer för skyltplacering i de nordiska länderna.	Pågående, försenat		40
Utveckling av beräkningsmodeller inklusive kompletterande mätningar i lab och fält	Påbörjat, försenat	2020-09	120
Mätningar av bakgrunds nivåer olika miljöer/terräng/vägartyp.	Försenat, påbörjas februari 2022	2020-12	160
		Summa 2020	430
Analys och beräkningar	Försenat, påbörjas april 2022	2021-08	120
Applicering av mätresultat på befintliga nationella kravdokument för identifiering av förbättringsområden.	Påbörjat, försenat	2021-10	100
Rapportering	Försenat, påbörjas april 2022	2021-12	80
Informationsspridning och presentationer	Försenat, påbörjas maj 2022	2021-12	70
		Summa 2021	370
		Total kostnad	950

Referenser

1. Nilsson Tengelin, M., Källberg, S. 2017, Night-time visibility of road signs with modern headlamps, *Proceedings of the conference on "Smarter Lighting for Better Life" at the CIE Midterm Meeting 2017, Jeju, Korea*, CIE x044:2017, 127-136.
2. Bullough, J.D., M.S. Rea, M.S. 2004. Visual performance under mesopic conditions - Consequences for roadway lighting. *Transportation Research Record*, 1862, 89-94.
3. Adrian, W., Bhanji, A. 1991. Fundamentals of disability glare: A formula to describe stray light in the eye as a function of glare angle and age. In W. Adrian (Ed.), *Proceedings of the First International Symposium on Glare* (pp. 185-193). New York: Lighting Research Institute.