

Nordiskt samarbetsprojekt inom NMF

Synbarhet av VMS

Sven-Olof Lundkvist

Kai Sørensen

Sara Nygårdhs

Förord

Denna studie har genomförts inom ramen för NMF – Nordiskt Möte för Förbättrad väg-
utrustning – på initiativ av Kenneth Kjemtrup, Vejdirektoratet.

Projektledare på respektive vägmyndighet har varit:

- Danmark Kenneth Kjemtrup, Vejdirektoratet
- Finland Pauli Velhonoja, Tiehallinto (Vägförvaltningen)
- Island Björn Ólafsson, Vegagerðin
- Norge Geir-Ove Nordgård, Vegdirektoratet
- Sverige Peter Aalto, Vägverket

Studien genomfördes i huvudsak av Sara Nygårdhs, VTI, Kai Sørensen, DELTA Lys &
Optik, Ib Lauridsen, Frederiksborg Amt och undertecknad. Ett speciellt tack till Robert
Bosch A/S och Olsen Engineering A/S, som ställde upp med både skyltar och tekniskt
kunnande samt till Gabriel Helmers, konsult, som gav många goda råd före och under
studiens gång. Ett tack också till övriga som var med på ett hörn!

Linköping oktober 2006

Sven-Olof Lundkvist

Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts av Gudrun Öberg, forskningschef, 2006-10-24.

S-O Lundkvist har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 2006-10-25.

Projektledarens närmaste chef, Gudrun Öberg, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2006-12-06.

Quality review

Internal peer review was performed on 2006-10-24 by research director Gudrun Öberg.

S-O Lundkvist has made alterations to the final manuscript of the report.

The research director of the project manager Gudrun Öberg, examined and approved the report for publication on 2006-12-06.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Bakgrund	9
2 Utförda observationer av VMS	10
3 Sammanfattande resultat från observationerna 2005	11
4 Försöket i februari 2006	12
4.1 Metod	12
4.2 Resultat	14
5 Slutsatser och kommentarer	20
5.1 Tolkning av resultaten från København 2006	20
5.2 Jämförelse mellan resultaten från tre observationstillfällen 2005–2006	22
6 VMS i drift	23
7 Slutsatser	24
Referenser	25
Bilaga A: Försök i lågt stående sol i september 2006	

Nordiskt samarbetsprojekt inom NMF – Synbarhet av VMS

av Sven-Olof Lundkvist, Kai Sørensen* och Sara Nygårdhs
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Under senare år har VMS (Variable Message Signs, Variabla MeddelandeSkyltar) kommit alltmer att användas i de nordiska länderna. Dessa ska uppfylla kraven i EN-standard 12966-1 med avseende på symbolluminans, luminanskontrast, färg och vidvinklighet. Denna studie har primärt undersökt vilka *symbol luminanser* som är lämpliga från trafikantens synpunkt, det vill säga luminanser som gör skylten iögonfallande, men inte är så höga att de innebär överstrålning och därmed försämrad läsbarhet.

Egentligen omfattar studien fyra observationstillfällen, varav de två första tidigare har redovisats av Kai Sørensen, DELTA Lys & Optik, i PM 2005-10-21. Dessa behandlas endast kortfattat i denna rapport. Vid det tredje tillfället gjordes jämförande observationer av två VMS med vit symbol, placerade intill varandra. Rapporten behandlar i huvudsak denna sistnämnda observationsstudie samt en kompletterande studie med lågt stående sol.

Vid bedömningar hade tre försökspersoner att ta ställning till vilken symbolluminans som ansågs vara ”mest lämplig”. Detta innebar att de tre försökspersonerna jämförde de två skyltarna, som alltid hade olika luminans, med avseende på ”lämplig symbolluminans” och genom en serie bedömningar ringades den luminans som man föredrog in. Detta gjordes genom observationer på avståndet 46 meter från skyltarna under varierande ljusförhållanden i dagsljus, skymning och mörker.

Resultaten visar att för att uppnå de luminanser som ansågs ”lämpligast”, krävdes att VMS tillhör luminansklass L3. Om sambandet i standarden mellan luminans och belysningsstyrka vore baserat på detta ”lämplighetsmått”, skulle detta resultat gälla alla belysningsförhållanden. Emellertid hade man en tendens till att när det blev mörkare, var det möjligt även för en skylt tillhörande klass L2 att uppfylla kravet på symbolluminans. Dagsljusförhållandena kom dock att bli dimensionerande och under dessa ljusförhållanden föredrog man luminanser inom klass L3. I motsol var inte ens denna luminansklass tillräcklig.

En jämförelse av resultaten från de tre första observationstillfällena visar på god samstämmighet: Ett övervägande antal observationer har visat att luminansklass L3 krävs för att uppnå ”lämplig” luminans. Emellertid har man också indikationer på att luminanser tillhörande klass L2 skulle kunna accepteras, men från trafikantens synpunkt är ändå L3 att föredra.

* Delta Lys & Optik i Danmark

Visibility of VMS

by Sven-Olof Lundkvist, Kai Sørensen* and Sara Nygårdhs
VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)
SE-581 95 Linköping Sweden

Summary

In recent years, VMS (Variable Message Signs) have been used more frequently in Nordic countries. The VMS should fulfil the requirements given in the standard EN 12966-1, with respect to symbol luminance, luminance contrast, colour and beam width. This study has primarily investigated which *symbol luminances* are suitable from the road-user's point of view, i.e. luminances which make the sign conspicuous, but not as high as to involve glare and thereby impair legibility.

In fact, the study includes four observation occasions, of which the first two were reported by Kai Sørensen, DELTA Lys & Optik, in PM 2005-10-21. These are only briefly dealt with in this report. At the third occasion, comparative observations of two variable message signs with white symbols placed next to each other were made. The report mainly deals with this latter observation study and also one final observation at low sun.

At the assessments, three observers had to decide which symbol luminance they found "most suitable". This implied that the three observers compared the two signs, which always had different luminance, with respect to "suitable symbol luminance" and through a series of comparisons the preferred luminance was defined. This was done through observations at a distance of 46 metres from the signs during various light conditions in daylight, dawn and darkness.

The results show that to obtain the luminances that were considered "most suitable", the VMS had to belong to luminance class L3. If the correlation in the standard between luminance and illuminance would be based on this "suitability measure", this result would be true for all lighting conditions. However, there was a tendency that in darkness, it was also possible for a sign belonging to class L2 to fulfil the demand for symbol luminance. Daylight conditions became standardizing, though, and under these lighting conditions luminances in class L3 were preferred. At low sun, even higher luminances than class L3 were desirable.

A comparison of the results from the three observation occasions shows great concordance: A predominant amount of observations show that luminance class L3 is demanded for achieving "suitable" luminance. However, there are also indications that luminances belonging to class L2 could be accepted, but from the road-user's point of view, L3 is still preferred.

* Delta Lys & Optik in Denmark

1 Bakgrund

Enligt EN 12966-1 indelas variabla meddelandeskyltar (VMS) i tre kvalitetsklasser beroende på symbolens luminans, kontrast (mellan symbol och bakgrund), färg och vidvinklighet. Väghållaren kan således välja ”kvalitet” på skylten genom att ange önskvärd klasstillhörighet för dessa fyra parametrar.

En viktig fråga är vilken kvalitetsklass som bör användas. Det finns ingen anledning att betala för en högre kvalitetsklass om inte detta också innebär bättre funktion för trafikanten. För att undersöka denna frågeställning har tre observationsstudier gjorts under 2005–2006.

2 Utförda observationer av VMS

Den 16–17 augusti 2005 gjordes observationer på en VMS utanför DELTA:s byggnad i Hørsholm. Dessa observationer gjordes endast i dagsljus med belysningsstyrkor mot tavlan i området 5 000–60 000 lx.

Den 12 oktober samma år gjordes i samband med ett NMF-möte i Oslo ytterligare observationer av en VMS. Denna studie utfördes på eftermiddagen vid cirka 2 000 lx belysningsstyrka och på kvällen, då belysningsstyrkan var cirka 4 lx.

De två ovan nämnda studierna har tidigare redovisats av Kai Sørensen i PM 2005–10–21 varför resultaten redovisas endast kortfattat nedan.

Den tredje observationsstudien utfördes 2006-02-16 strax utanför København. Vid denna studie gjordes jämförande observationer av två VMS i dagsljus, skymning och mörker. Dessa resultat redovisas utförligt i detta PM.

3 Sammanfattande resultat från observationerna 2005

Vid observationerna 2005 bedömde ett antal observatörer vilken som är en "lämplig luminansnivå". Med detta avses lämplig luminans på de tända dioderna för att tavlan ska vara iögonfallande, men inte ha överstrålning eller vara bländande. Symbolen visade vid observationerna i Hørsholm "70 km", medan den i Oslo visade en spårvagn.

Observationer av en VMS i augusti och oktober 2005 visade att i dagsljus, vid belysningsnivån 2 000–10 000 lx (mulet), var en luminansnivå tillhörande luminansklass L3 (den högsta) att föredra. Detta innebar luminansnivåer på i storleken 5 000 cd/m² i dagsljus. I solsken kunde nivåer tillhörande klass L2 accepteras, vilket vid denna höga belysningsnivå (> 50 000 lx) innebar cirka 10 000 cd/m². Nivån L2 var emellertid endast "acceptabel", L3 hade varit att föredra även i solsken.

Vid det senare av de två observationstillfällena 2005, i Oslo, gjordes även bedömningar i mörker. Emellertid kunde luminansen på de tända dioderna endast sänkas ner till ca 1 900 cd/m², vilket är långt över den maximalt tillåtna luminansen i mörker – 375 cd/m². Observationerna i mörker med denna alltför höga luminans, visade också att symbolluminansen bedömdes vara alltför hög.

4 Försöket i februari 2006

4.1 Metod

Vid observationerna av endast en tavla, i de tidigare försöken, ansåg flera observatörer att bedömningarna var relativt svåra att göra. Spridningen i resultaten var också ganska stor: "Acceptabel nivå" var i något fall L1 och i ett annat fall nära gränsen för L3. L2 bedömdes vid ett tillfälle vara "lite för låg", medan L1 var "acceptabel" vid ett annat tillfälle.

Ögat är bra på att göra simultana, jämförande observationer. För att försöka öka säkerheten i resultaten gjordes därför i försöket 2006 simultana observationer av två VMS. Ambitionen var att bedöma både läsbarheten och iögonfallandeheten, men ganska snart insågs att läsbarheten var svårbedömd på de avstånd som fanns tillgängliga (< 50 m) eftersom texten i princip alltid var läsbar på dessa avstånd. Istället gjordes, liksom i tidigare försök, bedömning av "lämplig nivå" med avseende på iögonfallandehet och överstrålning och dessa bedömningar gjordes på avståndet 46 m från skyltarna. Således fick måttet "överstrålning" (som skulle kunna innebära försämrad läsbarhet) ersätta "läsbarhet".

Bedömare var Kai Sørensen, DELTA, Sara Nygårdhs, VTI och S-O Lundkvist, VTI, medan programmeringen av skyltarna, dvs. inställning av luminansnivåerna, gjordes av Kim Sorgenfri, Robert Bosch A/S. Skyltarna var diod- (LED-) skyltar av fabrikat Bosch och avsedda att sättas upp på viadukter på den ombyggda motorvägning III i Köbenhavn.

Valfri symbol kunde visas på skyltarna och i försöket användes symbolen "50 km". Lysdioderna var vita eller gulaktiga (beroende på luminans) och tavlan hade en röd bård, se figur 1. Fortsättningsvis kommer den vänstra skylten att benämnas S1 och den högra S2.



Figur 1 VMS som användes vid observationerna 2006. S1 till vänster och S2 till höger.

Vidare kommer följande beteckningar att användas:

LT	Skyltluminans då samtliga dioder är tända [cd/m^2]
LS	Skyltluminans då samtliga dioder är släckta [cd/m^2]
L1, L2, L3	Luminansklasser för vit symbol enligt EN 12966-1
R	Skyltens luminanskontrast definierad som $R = (LT - LS)/LS$
R1, R2, R3	Luminanskontrastklasser för vit symbol enligt EN 12966-1
EH	Horisontell belysningsstyrka
EV	Vertikal belysningsstyrka enligt EN 12966-1

Luminansen för de tända dioderna hos VMS varierades i åtta nivåer enligt tabell 1.

Tabell 1 Luminansnivåer vid försöket 2006.

Luminansnivå	Innebär enligt EN 12966-1
A	nedre gränsen för L1
B	mellan nedre gränserna för L1 och L2
C	nedre gränsen för L2
D	mellan nedre gränserna för L2 och L3
E	nedre gränsen för L3
F	mellan nedre gränsen för L3 och tillåten maximal luminans
G	tillåten maximal luminans
H	över tillåten maximal luminans

Luminansen för var och en av luminansnivåerna A–H i tabell 1 är avhängig av belysningsstyrkan mot skylten enligt (för vit symbol) tabell 4a i EN 12966-1. Detta innebär exempelvis att vid belysningsstyrkan 4 000 lx är den nedre gränsen för luminansklass L2 (luminansnivå C i tabell 1) 1 100 cd/m^2 , medan den för 400 lx är 300 cd/m^2 .

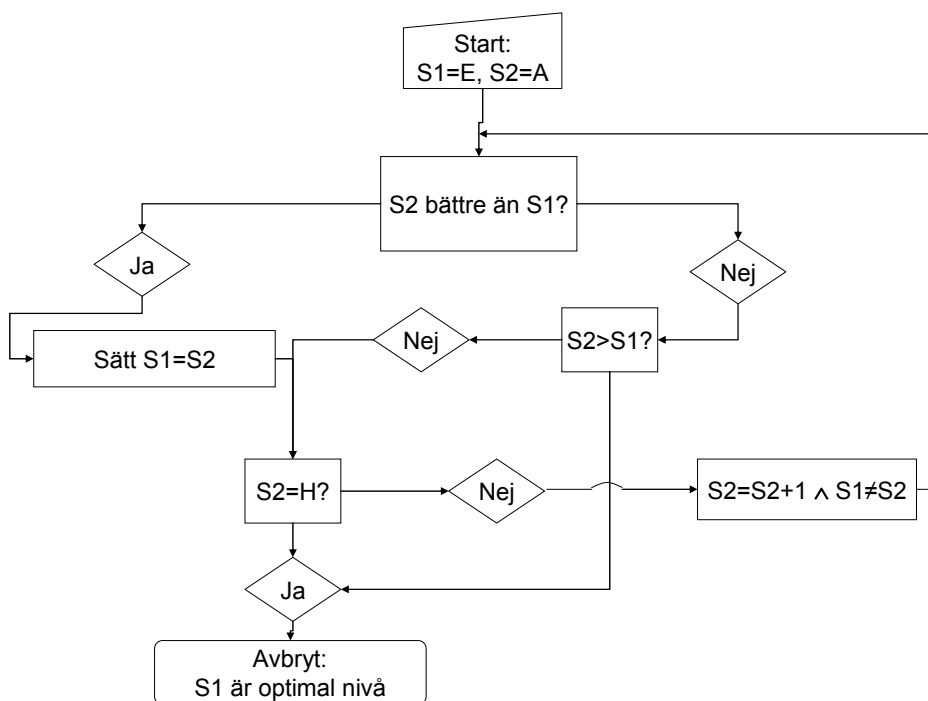
Avsikten är således att man i laboratoriet belyser skylten med en viss belysningsstyrka och mäter om kravet på symbolluminans uppfylls för detta luxtal. I ett experiment utomhus väljer man inte själv belysningsnivå, utan tvingas acceptera den nivå man har och interpolera. Linjär interpolation innebär då att nedre gränsen för L2 vid exempelvis belysningsstyrkan 2 200 lx blir 700 cd/m^2 .

Skyltens luminans kunde ställas in i hela procent, där 100 % motsvarade ca 21 000 cd/m^2 . Detta innebar en begränsning vid låga luminanser: 1 % av 21 000 cd/m^2 blir 210 cd/m^2 , 2 % blir 420 cd/m^2 , 3 % blir 630 cd/m^2 , osv. Förhållandet mellan procenttalen och luminansen visade sig emellertid inte vara helt linjär, varför 1 % i realiteten motsvarade ca 150 cd/m^2 . Detta var således den lägsta luminans som kunde studeras. Eftersom det inte gick att ställa in de önskvärda luminanserna exakt användes alltid den luminans som motsvarade ett helt procentsteg av 100 % och som skilde sig minst från den önskvärda.

Överhuvudtaget är alla belysningsstyrkor och luminanser approximativa eftersom belysningsnivån varierade under försökets gång, framför allt vid observationerna i skymningen. Dessutom ställdes luminansnivån in efter den horisontella, inte den vertikala

belysningsstyrkan. Mätningar visade att $EV \approx 0,5 \cdot EH$, vilket har korrigerats i efterhand, så att de luminansnivåer som faktiskt ställdes in stämmer med den vertikala belysningsstyrkan mot skylten.

Inför varje observationsomgång mättes således belysningsstyrkan och motsvarande luminansnivåer A–H beräknades med linjär interpolation. Därefter ställdes luminansnivån för skyltarna S1 och S2 in enligt den algoritm som flödesschemat i figur 2 visar. I praktiken gick det att följa detta flödesschema exakt endast i dagsljus, eftersom vissa luminansnivåer inte gick att ställa in i skymning och mörker.



Figur 2 Flödesschema som beskriver tillvägagångssättet för att finna den ”mest lämpliga” luminansnivån. S1 och S2 avser luminansnivån för skylt 1 respektive skylt 2. A, B, ..., H refererar till luminansnivåer enligt tabell 1.

4.2 Resultat

4.2.1 Dagsljus

Eftersom bedömningarna gjordes en mulen dag på senvintern, var belysningsstyrkan, EV, mitt på dagen endast ca 1 700 lx. Detta innebar att de luminansnivåer som skulle bedömas blev som tabell 2 visar.

Tabell 2 Luminansnivåer vid observationerna i dagsljus.

Luminansnivå	Innebär enligt EN 12966-1	LT [cd/m ²]
A	nedre gränsen för L1	200
B	mellan nedre gränsen för L1 och L2	500
C	nedre gränsen för L2	700
D	mellan nedre gränserna för L2 och L3	1 000
E	nedre gränsen för L3	1 500
F	mellan nedre gränsen för L3 och tillåten maximal LT	2 000
G	tillåten maximal luminans	6 000
H	över tillåten maximal luminans	10 000

Observera att luminanserna i tabell 2 inte är exakta, utan de anger det ungefärliga värdet som var önskvärt att ställa in. Exempelvis skulle luminansnivå A vid aktuell belysningsstyrka vara 240 cd/m², men att ställa in exakt detta värde var omöjligt. Skillnaderna mellan önskvärd och observerad luminans är dock liten och bedöms inte påverka resultatet, framförallt som ögat är känsligt för logaritmen av luminansen.

Tabell 3 visar de jämförande bedömningar som gjordes i dagsljus, då man följde flödes-schemat i figur 2.

Figur 3 visar de sju kombinationerna luminanser för vilka bedömningar gjordes. Således bedömdes S1 på bilden längst ner att vara ”mest lämplig” i dagsljus. Denna har ungefär samma luminans som S2 i bilden längst ner till höger (luminansnivå G i båda fallen). Man bör observera att bilderna kanske inte ger helt korrekta absoluta luminansnivåer, men de relativa nivåerna är korrekta.

Tabell 3 Identiska bedömningar gjorda av tre försökspersoner i dagsljus ($E_V = 1\,700\text{ lx}$). Luminansnivå angiven i grönt bedömdes vara ”mest lämplig”. Efter sju bedömningar kunde fastslås att nivå **G** var den ”mest lämpliga”.

Bedömning nummer	Luminansnivå för S1	Luminansnivå för S2
1	E	A
2	E	B
3	E	C
4	E	D
5	E	F
6	F	G
7	G	H



Figur 3 De sju kombinationer av luminansnivåer för vilka bedömningar gjordes.

Resultaten i tabell 3 visar att luminansnivå G bedömdes vara den "mest lämpliga". Detta innebär att den optimala luminansen för tänd skylt är $LT \approx 6\,000 \text{ cd/m}^2$ vid dagsljusnivån $EV \approx 1\,700 \text{ lx}$. Detta motsvarar att skylten måste tillhöra luminansklass L3 och att den "mest lämpliga" luminansen är ungefär lika med den maximalt tillåtna nivån.

4.2.2 Tidig skymning

Under skymning gjordes observationer vid två tillfällen – vid tidig och sen skymning. Vid det första bedömningstillfället, vid tidig skymning, var belysningsstyrkan $EV \approx 150 \text{ lx}$. Vid dessa låga belysningsnivåer blir också de luminansnivåer som ska bedömas låga och flera så låga luminansnivåer kunde inte ställas in på de skyltar som användes. I detta fall innebar det exempelvis att luminansnivåerna A och B inte alls kunde bedömas och tabellen för luminansnivåer och luminanskontraster kom att se ut som visas i tabell 4.

Tabell 4 Luminansnivåer vid observationerna i tidig skymning.

Luminansnivå	Innebär enligt EN 12966-1	LT [cd/m^2]
C	nedre gränsen för L2	200
E	nedre gränsen för L3	400
G	tillåten maximal luminans	1 400
H	över tillåten maximal luminans	2 600

Även under dessa ljusförhållanden var de tre försökspersonerna eniga i bedömningarna, vilket innebar att luminansnivå G ansågs vara "mest lämplig". Bedömningarna visas i tabell 5 och ett exempel på försökssuppställningen i tidig skymning i figur 4.

Tabell 5 Identiska bedömningar gjorda av tre försökspersoner i tidig skymning (EV = 150 lx). Luminansnivå angiven med grön bakgrund bedömdes vara "mest lämplig". Efter tre bedömningar kunde fastslås att nivå G var den "mest lämpliga".

Bedömning nummer	Luminansnivå för S1	Luminansnivå för S2
1	E	C
2	E	G
3	G	H



G H

Figur 4 En av försöksuppställningarna (nummer 3 i tabell 5) vid bedömningarna i tidig skymning.

Resultaten från försöket i tidig skymning är lika som i dagsljus: Luminansnivå G ansågs vara "mest lämplig", vilket således innebär att en luminans nära den maximalt tillåtna är att föredra.

4.2.3 Sen skymning

Observationer gjordes även strax före mörkrets inbrott. Belysningsstyrkan mot skyltarna var då ca 30 lx, vilket innebär att endast fyra relevanta luminansnivåer, enligt tabell 6, kunde ställas in.

Tabell 6 Luminansnivåer vid observationerna i sen skymning.

Luminansnivå	Innebär enligt EN 12966-1	LT [cd/m ²]
C	nedre gränsen för L2	150
E	nedre gränsen för L3	300
G	tillåten maximal luminans	900
H	över tillåten maximal luminans	1 500

I detta försök var inte bedömningarna från de tre försökspersoner lika. Två av försökspersonerna gjorde bedömningar som tabell 7 visar, medan den tredjes resultat visas i tabell 8. Ett exempel på försöksuppställning i sen skymning visas i figur 5.

Tabell 7 Identiska bedömningar gjorda av två försökspersoner i sen skymning (EV = 30 lx). Luminansnivå angiven med grön bakgrund bedömdes vara "mest lämplig". Efter två bedömningar kunde fastslås att nivå E var den "mest lämpliga".

Bedömning nummer	Luminansnivå för S1	Luminansnivå för S2
1	E	C
2	E	G

Tabell 8 Bedömningar gjorda av en tredje försöksperson i sen skymning (EV = 30 lx). Luminansnivå angiven med grön bakgrund bedömdes vara "mest lämplig". Efter en bedömning avbröts observationerna eftersom E ansågs vara en alltför hög nivå. Således bedömdes C vara den "mest lämpliga" nivån.

Bedömning nummer	Luminansnivå för S1	Luminansnivå för S2
1	E	C



E C

Figur 5 En av försöksuppställningarna (nummer 1 i tabellerna 7 och 8) vid bedömningarna i tidig skymning.

Under dessa ljusförhållanden, i sen skymning, bedömde således två försökspersoner att nedre gränsen för L3 var bra, medan den tredje ansåg att L2 var "mest lämplig". Det är tydligt att man kan nöja sig med lägre symbolluminans och kanske även lägre luminansklass i dessa ljusförhållanden. L3 verkar vara att föredra, men kanske är L2 lika bra.

4.2.4 Mörker

Observationerna gjordes i Köbenhavn, med vägbelysning i närheten av försöksplatsen. Detta innebar att när det var som mörkast var belysningsstyrkan ändå ca 5 lx. Vid denna låga belysningsstyrka ligger de flesta luminansnivåerna som man skulle vilja studera lägre än 100 cd/m² och därför kunde endast två nivåer ställas in, enligt tabell 9.

Tabell 9 Luminansnivåer vid observationerna i sen skymning.

Luminansnivå	Innebär enligt EN 12966-1	LT [cd/m ²]
G	tillåten maximal luminans	200
H	över tillåten maximal luminans	500

Samtliga tre försökspersoner ansåg att luminansnivå G var att föredra framför H. Här måste dock understrykas att lägre luminansnivåer inte kunde observeras. Med tanke på resultaten i sen skymning finns det dock skäl att tro att ännu lägre nivåer än G skulle vara ”mer lämpliga”.

4.2.5 Luminanskontrast

Från mätningar på tända dioder, LT, och släckta dioder, LS, kan luminanskontrasten, R beräknas som $R = (LT-LS)/LS$.

De luminanskontraster som studerades i dagsljus visas i tabell 10.

Tabell 10 Luminanskontraster för vita dioder i normalens riktning vid de studerade luminansnivåerna A–H. Nedre gränsen för klass R3 är 16,7 cd/m².

Luminansnivå	Innebär	R
A	nedre gränsen för R1	6
B	nedre gränsen för R3	18
C	över gränsen för R3	25
D	över gränsen för R3	35
E	över gränsen för R3	55
F	över gränsen för R3	75
G	mycket över gränsen för R3	200
H	mycket över gränsen för R3	350

I dagsljusobservationerna ansågs luminansnivå G vara den ”mest lämpliga”. Denna nivå innebär enligt tabell 10 att luminanskontrasten var högt över gränsen för R3, vilket också gäller observationerna i skymning och mörker. Detta måste tolkas så att det är luminansen, inte luminanskontrasten, som avgör den ”mest lämpliga” nivån.

5 Slutsatser och kommentarer

5.1 Tolkning av resultaten från København 2006

Resultaten från observationerna 2006 var ganska entydiga: Först när luminansnivån passerar den maximalt tillåtna bedöms skyltarnas symbolluminans bli ”mindre lämplig”. En kärnfråga är förstås på vilka grunder en luminans bedömdes vara ”mer lämplig” eller ”mindre lämplig” än en annan? Med andra ord: Vilken typ av bedömning gjorde egentligen observatörerna?

Inledningsvis var ambitionen att genomföra två omgångar med observationer; en där läsbarheten och en där iögonfallandeheten skulle bedömas. Ganska snart framgick emellertid att läsbarheten knappast kunde låta sig mätas i statiska observationer. För detta hade sannolikt krävts en dynamisk körsituation med möjliga läsavstånd på mer än 200 meter. Vidare skulle i ett sådant försök budskapet på skylten kunna varieras fritt, så att det är omöjligt att gissa vad som står. Detta bedömdes inte vara realistiskt inom budgetramen.

Även för mätning av iögonfallandeheten skulle en mer komplicerad försökssituation, i vilken VMS inte var de enda som fångade observatörens uppmärksamhet, ha behövt byggas upp. Detta ansågs inte heller vara realistiskt.

Istället gjordes jämförande observationer av två, bredvid varandra placerade VMS, från drygt 45 meters avstånd. Observatörens uppgift var att bestämma vilken luminansnivå som var ”mest lämplig”. Med ”lämplig” avsågs då att skylten skulle vara iögonfallande utan överstrålning som skulle kunna försämra läsbarheten.

Observationerna i dagsljus gjordes under senvintern, en mulen dag, med den horisontella belysningsstyrkan $EH \approx 3\,400$ lx (motsvarar $EV \approx 1\,700$ lx mot skylten). Resultaten från dessa dagsljusobservationer ska inte generaliseras att gälla en solig sommardag, då belysningsstyrkan kan vara mer än tiofaldig. Emellertid bedömdes luminansnivåer runt den maximalt tillåtna (enligt EN 12966-1) vara att föredra, trots den ganska låga belysningsnivån. Detta innebär att vid högre belysningsnivåer skulle med största sannolikhet en ännu högre luminansnivå vara att föredra. Således törs man dra slutsatsen att i dagsljus har en skylt tillhörande luminansklass L3 (och luminanskontrast R3) mest lämplig funktion – den är iögonfallande utan att ha överstrålning. I de ljusförhållanden som observationerna gjordes motsvarar detta luminansen ca $6\,000$ cd/m².

I skymningen kan man förvänta sig att den optimala luminansnivån är lägre än i dagsljus. Detta innebär dock inte att man ska ha samma förväntan på luminansklassen (L1–L3) eftersom denna är anpassad till belysningsstyrkan mot skylten. Det är istället rimligt att anta att samma krav på luminansnivå gäller oavsett de yttre ljusförhållandena. Resultaten i tidig skymning blev också lika som i dagsljus: En luminansnivå ungefär som den maximalt tillåtna är att föredra, dvs. skyltarna bör tillhöra luminansklass L3 (och luminanskontrast R3). Luminansen var här $LT \approx 1\,400$ cd/m². I den senare delen av skymningen var de tre observatörerna inte helt eniga. Två föredrog fortfarande L3, medan den tredje tyckte att L2 var ”mest lämplig”, vilket motsvarar luminanser i intervallet 150 – 300 cd/m². Huruvida den tredje observatören skulle ha varit nöjd med luminansklass L1 gick inte att undersöka eftersom denna låga luminansnivå inte gick att ställa in.

I mörker ville man egentligen studera luminanser i intervallet 15 – 375 cd/m² (luminansnivåerna A–H), men endast nivåerna G och H gick att ställa in. De tre försöks-

personerna var eniga om att nivå G var att föredra framför H, men om en lägre nivå skulle ha varit ”ännu mer lämplig” var således omöjligt att studera.

När man tolkar resultaten ovan är det viktigt att tänka på att bedömningarna avsåg den luminans som ansågs vara mest lämplig. Och här är resultaten ganska klara: En högre luminansklass (L3) är att föredra framför en lägre (L1 eller L2). En annan fråga är vilken lägsta luminansklass man skulle kunna nöja sig med? Med andra ord: även om man föredrar klass L3 kanske man skulle kunna acceptera L1 eller L2? Detta studerades inte systematiskt eftersom den använda metoden inte är lämpad för detta, men observationerna och bilderna i figur 3 ger ändå en viss vägledning: En symbolluminans i klass L1 (A och B i figur 3) måste anses vara alltför låg för att ge en iögonfallande skylt, även i dagsljus med relativt sett låg belysningsstyrka. Däremot skulle man sannolikt under aktuella dagsljusförhållanden kunna acceptera luminansklass L2 (C och D i figur 3) och detta gäller sannolikt även i skymning och mörker. Hur acceptansen för L2 skulle vara i solljus är emellertid svårt att förutsäga på basis av vinterobservationerna.

Vidare ska nämnas att observationerna gjordes mot en relativt mörk bakgrund, inte mot himlen. En ljusare bakgrund borde ha inneburit att ännu högre luminanser hade varit att föredra, dvs. fortfarande skulle luminansklass L3 vara den mest lämpliga.

Slutligen något om metoden: De tre försökspersonernas bedömningar var i de allra flesta fallen lika. Detta är en indikation på att metoden med samtidig jämförande bedömning av två skyltar fungerar bra och att den ger säkra resultat. Även beroendemåttet ”iögonfallande utan att ge överstrålning” fungerar tillfredsställande i aktuell försöksupställning, även om det hade varit önskvärt att också kunna mäta läsbarheten.

Svaghetera med försöket är att endast statiska bedömningar gjordes och att dessa alltid gjordes med en och samma bakgrund. Det hade varit önskvärt att bygga upp en slinga med realistisk trafikmiljö, där bedömningar hade kunnat göras från ett fordon i rörelse. I ett sådant experiment skulle exempelvis läsbarhetsavstånd ha kunnat mätas. Detta är emellertid ett stort experiment som kräver helt andra resurser än vad som fanns att förfoga över nu.

5.2 Jämförelse mellan resultaten från tre observationstillfällen 2005–2006

Resultaten från tre observationstillfällen med VMS sammanfattas i tabell 11.

Tabell 11 Sammanfattning av bedömningar av ”mest lämpliga” luminansnivåer A–H enligt tabell 1. Nivåer inom parentes bedöms som acceptabla, men ej ”mest lämpliga”.

	Ljus mot skylten [lx]	Hørsholm augusti 2005	Oslo oktober 2005	København februari 2006
dagsljus, solsken	50 000	F (D,E)	–	–
dagsljus, mulet	1 700–8 000	F (C,D,E)	F	G (D,E,F)*
tidig skymning	150	–	–	G
sen skymning	30	–	–	C, D eller E
mörker	5	–	lägre än H	lägre än G

*Baseras på bedömning från foto i figur 3.

Av tabell 11 framgår att resultaten från de tre observationstillfällena var ganska samstämmiga: De luminansnivåer som bedömdes vara att föredra, innebär att VMS ska tillhöra luminansklass L3, men att man sannolikt kan acceptera även L2.

I dagsljus bör VMS primärt utformas för att ha god iögonfallandehet, eftersom den ska konkurrera med flera andra synliga objekt i vägmiljön. Därför krävs relativt hög symboluminans och först när man når över luminanser runt eller högre än den maximalt tillåtna får man problem med överstrålning som ger nedsatt läsbarhet. I skymning och mörker är situationen annorlunda: Här är i första hand överstrålningen ett problem och den uppkommer sannolikt för lägre luminanser än i dagsljus. Tyvärr gick inte detta att studera i mörker, men observationerna i sen skymning ger en indikation på att så är fallet.

Oavsett mörkersituationen, kommer förhållandena i dagsljus att vara dimensionerande. Resultaten visar då tydligt att från trafikanternas synpunkt är luminansklass L3 att föredra, men att sannolikt även klass L2 skulle kunna accepteras.

6 VMS i drift

Vid normal drift på motorvägning III varierar VMS i fem luminansnivåer, beroende på ljusförhållandena, enligt tabell 12.

Tabell 12 Luminansnivåer som används i normal drift på motorvägning III i Köbenhavn.

Luminansnivå	LT [cd/m ²]
1	200
2	2 000
3	4 000
4	6 500
5	9 000

I drift anpassas luminansnivån automatiskt efter omgivande ljuset efter samråd med kunden, men nivåerna i tabell 12 används alltid – dock inte nödvändigtvis alla. I solsken måste man anta att den högsta nivån – 9 000 cd/m² – används. Denna nivå bedömdes som ”acceptabel” eller möjligen ”lite för låg” vid observationerna i Hørsholm. Den lägsta nivån – 200 cd/m² – används i mörker och den är förmodligen acceptabel. Om man skulle förändra stegen i tabell 12, borde man höja luminansnivå 5, så att något högre luminans kunde uppnås då solen lyser mot symbolen.

7 Slutsatser

Resultaten av tre ganska begränsade observationsstudier visar att

- VMS tillhörande luminansklass L3 är att föredra från trafikantens synpunkt
- Luminansklass L2 är sämre från trafikantens synpunkt, men kan sannolikt ändå accepteras.

Referenser

Sørensen, K: *Vurderinger af luminans af en variabel vejtavle*. DELTA Lys & Optik
PM 2005-10-21, Hørsholm, Danmark. 2005.

Bilaga A: Försök i lågt stående sol i september 2006

Bakgrund

I huvudstudien har luminansnivåer för variabla vägmärken (VMS) undersökts i mulet väder, skymning och mörker. En fråga återstod emellertid: Vilka luminansnivåer bör VMS ha vid lågt stående sol, i mot- och medljus?

För att besvara denna fråga gjordes 2006-09-26 observationer av en VMS av samma typ som användes i studien hösten 2005 och med samma metod och instrument som finns beskrivna i PM 2005-10-31 av Kai Sørensen.

Förutsättningar och metod

En VMS-skylt lånades av företaget Olsen Engineering i Danmark. Denna visade symbolen "40 km" och kunde varieras i luminans upp till maximalt 22 000 cd/m². Tavlan hade vit symbol med svart bakgrund och röd bård, se Figur A.1. Försöken utfördes på Frederiksborg Amts materialgård i Hillerød.



Figur A.1 VMS som användes vid observationerna i september 2006.

Tre observatörer deltog i försöken, nämligen Ib Lauridsen, Frederiksborg Amt, S-O Lundkvist, VTI, och Sara Nygårdhs, VTI, medan Kai Sørensen, DELTA, skötte inställning och mätning av luminansnivåer samt mätte belysningsstyrka på skyltens fram- och baksida. Observatörerna hade till uppgift att, var och en för sig, bedöma när de ansåg att luminansnivån var "lämplig". Med detta avses lämplig luminans på de tända dioderna för att tavlan ska vara iögonfallande, men utan att ha överstrålning eller

vara bländande. Bedömningsförsöken gjordes både i motsol och i medsol på avståndet cirka 30 meter från den variabla meddelandeskylten.

Vid bedömningarna angav observatören om skyltens luminans var för låg, lagom eller för hög. Skyltens luminans varierades tills observatören antingen var nöjd med luminansen i förhållande till omgivningen eller tills skyltens kapacitetsgräns för luminans erhöles. Därefter mättes skyltens luminans och även den aktuella belysningsstyrkan på skyltens fram- och baksida.

Beroende på vilken luminans som ansågs lämplig vid rådande belysningsstyrka erhöles luminansnivåer enligt notationen i Tabell 1 i kapitel 4.

Observationer av vidvinklighet och färg gjordes också genom fotografering dels rakt framför skylten och dels i steg om cirka en meter sidledes.

Resultat

Medsol

Resultaten av försöken i medsol redovisas i Tabell A.1 medan Figur A.2 visar försöksuppställningen vid denna betingelse.

Tabell A.1 Resultat från försök i medsol. Solens altitud var cirka 19° ovanför horisonten.

Antal observationer	Belysningsstyrka på skyltens framsida [lx]	Lämplig luminans [cd/m ²]	Luminansnivå enligt Tabell 1	Luminansklass enligt EN 12966-1	Belysningsstyrka på skyltens baksida [lx]
2	≈ 60 000	≈ 10 000	C	L2	≈ 4 000



Figur A.2 Försöksupställning i medsol.

Observationer gjordes även i mulet väder i medljus, där solens altitud var cirka 13°. Resultatet från dessa visade att vid belysningsstyrkor mellan 3 000 och 12 000 lux på skyltens framsida föredrogs luminansklass L3 eller högre.

Motsol

Resultaten av försöken i motsol redovisas i Tabell A.2 medan Figur A.3 visar försöksupställningen vid denna betingelse.

Tabell A.2 Resultat från försök i motsol. Solens altitud var cirka 16° ovanför horisonten.

Antal observationer	Belysningsstyrka på skyltens framsida [lx]	Lämplig luminans [cd/m ²]	Luminansnivå enligt Tabell 1	Luminansklass enligt EN 12966-1	Belysningsstyrka på skyltens baksida [lx]
4	≈ 4 000	22 000 (max)	H	L3 otillräcklig	≈ 60 000



Figur A.3 Försökupställning i motsol.

Observationer gjordes även i mulet väder i motljus vid solens altitud cirka 11° . Dessa observationer visade att luminansklass L3 var tillräcklig vid omkring 1 500 lux på skyltens framsida.

Vidvinklighet och färg

Skylten fotograferades i mulet väder vid olika vinklar med cirka en meters mellanrum i sidled. Fotografier från detta test ges i Figur A.4. Observera att detta gäller för just denna skylt och ska betraktas som ett exempel.



Figur A.4 Bildserie som visar hur vidvinkelighet och färg förändras vid förflyttning sidledes mot skylten i steg om cirka en meter. Observera att detta är ett exempel och gäller för just denna skylt.

Slutsatser från försök i medsol och motsol

I medsol, när belysningsstyrkan på skyltens **framsida** var hög, bedömdes luminansklass L2 vara den mest lämpliga.

I motsol, då belysningsstyrkan på skyltens **baksida** var hög, ansågs den högsta luminansklassen, klass L3, vara otillräcklig.

Vid mulet väder föredrogs luminansklass L3 eller högre, både i medljus och i motljus.

Från försöken kan två slutsatser dras:

- För bestämning av lämplig skyltluminans behöver hänsyn tas både till belysningsstyrkan på skyltens framsida och dess baksida, där den belysningsstyrka som är högst bör bestämma skyltens luminans.
- Vid lågt stående sol behövs en extra luminansklass. Denna ska motsvara skyltluminans högre än tillåten maximal luminans för L3.

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportssystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovsningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.



HUVUDKONTOR/HEAD OFFICE

LINKÖPING

POST/MAIL SE-581 95 LINKÖPING

TEL +46 (0)13 20 40 00

www.vti.se

BORLÄNGE

POST/MAIL BOX 760

SE-781 27 BORLÄNGE

TEL +46 (0)243 446 860

STOCKHOLM

POST/MAIL BOX 6056

SE-171 06 SOLNA

TEL +46 (0)8 555 77 020

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00