

Läsbarhet av VMS: Resultat från förförsök vid DTU

Sara Nygårdhs
Sven-Olof Lundkvist

Förord

Föreliggande notat beskriver resultatet av ett förförsök med läsbarhet av variabla meddelandeskyltar, VMS, vid Danmarks tekniske universitet, DTU. Projektet har finansierats av det nordiska samarbetet Nordiskt möte för förbättrad vägutrustning, NMF.

Vid förberedelser inför och utförandet av läsbarhetsförsöket har Kai Sørensen, DELTA Lys & Optik, Clement Harlang och Henrik Agerkvist Petersen, ÅF Hansen & Henneberg, Sven-Olof Lundkvist, VTI, samt undertecknad medverkat. Gabriel Helmers har bidragit vid diverse diskussioner om försöksupplägg och analys. Dessutom har firman TTS varit behjälplig med att transportera VMS till försöksplatsen medan Niels Tovborg Jensen, DTU, givit sitt medgivande till att vi fick använda Nordvej för försöket. Ett tack riktas till alla inblandade och naturligtvis även till de försökspersoner som ställde upp vid försöket.

Analys av data har utförts av Sven-Olof Lundkvist medan författandet av detta notat genomförts av både Sven-Olof Lundkvist och undertecknad.

Linköping maj 2008

Sara Nygårdhs

Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts 2008-06-05 av Staffan Möller. Sara Nygårdhs har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 2008-06-10. Projektledarens närmaste chef, Gudrun Öberg, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2008-06-17.

Quality review

Internal peer review was performed on 5 June 2008 by Staffan Möller. Sara Nygårdhs has made alterations to the final manuscript of the report on 10 June 2008. The research director of the project manager, Gudrun Öberg, examined and approved the report for publication on 17 June 2008.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Bakgrund och syfte	9
2 Metod.....	10
3 Analys	14
4 Resultat.....	15
5 Diskussion	21
Referenser.....	22
Bilaga 1	
Bilaga 2	

Läsbarhet av VMS: Resultat från förförsök vid DTU

av Sara Nygårdhs och Sven-Olof Lundkvist
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Inom det nordiska samarbetet NMF (Nordiskt möte för förbättrad vägutrustning) beslutades år 2007 att ett projekt om läsbarhet av variabla meddelandeskyltar, VMS, skulle startas. Föreliggande notat är en avrapportering av ett förförsök till ett av delprojekten inom detta projekt, som utförts vid Danmarks tekniske universitet, DTU.

Frågeställningarna som förförsöket syftade till att undersöka var hur läsavståndet i dagsljus berodde av luminansklass, symboltjocklek och spatium. Förutom detta testades även hur försöksupplägget, metoden och analysen skulle fungera i praktiken.

VMS-bilder med tvåsiffriga slumptal tillverkades på förhand. Luminansklass testades i två nivåer, symboltjocklek i tre nivåer och spatium mellan två siffror i tre nivåer.

Sex försökspersoner med fullgod syn blev instruerade att från en startposition ca 400 m bort från skylten gå långsamt fram emot skylten till dess att de, var och en, var helt säkra på vilken kombination av siffror som visades. Läsavståndet mellan VMS och försökspersonen registrerades varefter förfarandet upprepades med alla kombinationer.

Slutsatser från experimentet var följande:

- Luminansklass L3 är att föredra framför L2.
- Tre dioders symboltjocklek ger längre läsavstånd än en och två dioders bredd.
- En diods symboltjocklek ger mycket kort läsavstånd för luminansklass L2.
- Spatium påverkar läsavståndet endast litet.

En viktig slutsats är att med den aktuella symbolstorleken och den VMS som användes krävs en längre sträcka än 400 m mellan VMS och försökspersonens startposition, eftersom vissa försökspersoner kunde läsa tavlan korrekt även från startpositionen. Det är möjligt att försökspersonerna efter ett tag kände igen siffrorna/teckensnittet bättre och därmed fick längre läsavstånd. Detta borde elimineras i ett framtida försök genom att försökspersonerna först får bekanta sig ordentligt med siffrorna/teckensnittet innan försöket börjar.

Vid försöket sken solen från en klarblå himmel, vilket gjorde att försökspersonerna ibland med handen skärmade av solljuset som kom från sidan. I ett framtida försök bör solglasögon och/eller skärmar användas så att försöksförutsättningarna är så lika som möjligt under hela försöket, alternativt att försöket bör utföras under en jämnmulen dag.

Legibility of VMS: Results from a pilot study at DTU

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

Summary

Within the Nordic collaboration NMF (Nordic Meeting for Improved Road Equipment) it was agreed in 2007 that a project on legibility of variable message signs, VMS, would be started. This document reports on a pilot study of a subproject within this project, performed at the Technical University of Denmark, DTU.

The questions at issue for the pilot study were to investigate how the legibility distance depended on luminance class, symbol thickness and space between symbols in daylight. Apart from this, the method of the study was also tested in practice.

VMS pictures showing randomised two digit numbers were made. Luminance class was tested in two levels, symbol thickness in three levels and space between symbols in three levels.

Six test subjects with satisfactory sight were instructed to walk from a start position at about 400 m away from the sign towards the sign to the point where they, separately, were completely sure of the combination of digits shown. The legibility distance between the VMS and the subject was registered, and the procedure was repeated with all the conditions.

Conclusions from the experiment were as follow:

- Luminance class L3 is preferable to L2.
- A three diode symbol thickness gives longer legibility distances than one or two diodes thickness.
- One diode's symbol thickness in combination with luminance class L2 results in very short legibility distances.
- The space between symbols only affects legibility distance to a small part.

An important conclusion is that with the present symbol size and VMS, a longer distance than 400 m between the VMS and the start position of the subject is needed because some subjects could read the sign correctly also from the start position. It is possible that the subjects after a while recognized the digits/font better and thereby had a longer legibility distance. This should be eliminated in a future experiment by letting the subjects get to know the digits/font completely before the start of the experiment.

By the time of the experiment, the sun was shining from a blue sky, which made the subjects sometimes shut the light off with their hands. In a future experiment, sunglasses and/or shades should be used to make the prerequisites for the experiment as equal as possible during the entire experiment. Alternatively, the experiment could be performed on a day with an entirely overcast sky.

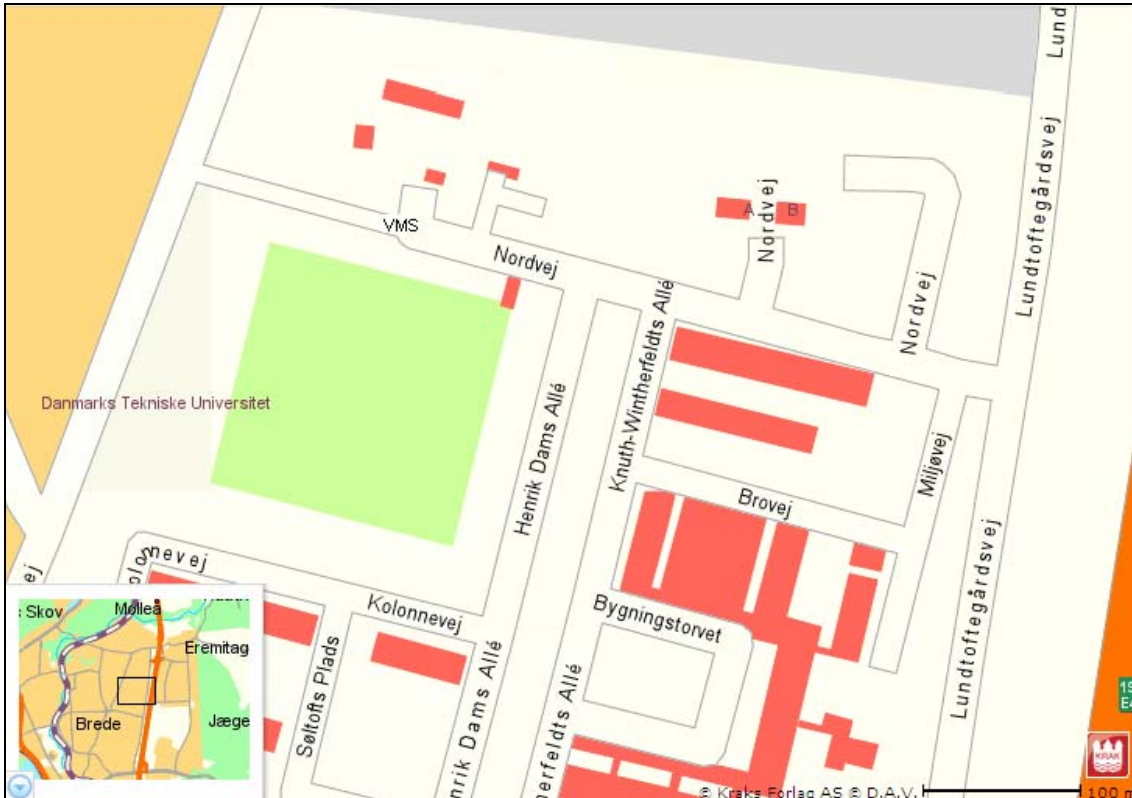
1 Bakgrund och syfte

Inom det nordiska samarbetet NMF (Nordiskt möte för förbättrad vägutrustning) beslutades år 2007 att ett projekt om läsbarhet av variabla meddelandeskyltar, VMS, skulle startas. Föreliggande notat är en avrapportering av ett förförsök inom detta projekt.

Frågeställningarna som förförsöket syftade till att undersöka var hur läsavståndet i dagsljus berodde av luminansklass, symboltjocklek (symbolkvalitet) och spatium (symbolernas inbördes avstånd). Förutom detta testades även hur försöksupplägget, metoden och analysen skulle fungera i praktiken.

2 Metod

I detta förförsök gjordes enbart dagsljusmätningar. Försöket utfördes på Nordvej vid universitetsområdet vid Danmarks tekniske universitet, DTU. Den del av Nordvej som i praktiken gick att använda för försöket var drygt 400 m lång. En VMS var uppställd i västra änden av sträckan med visningen riktad mot öster. (I praktiken fanns det två VMS men bara en av dem användes i försöket.) Se Figur 1.



Figur 1 Karta över Nordvej på universitetsområdet vid DTU i Kgs. Lyngby, Danmark. "VMS" markerar skyltens placering. Norr är rakt upp på kartan.

Försöksdesignen innebar följande:

VMS-bilder med tvåsiffriga slumptal tillverkades på förhand. Slumptalen som användes innehöll dock inte siffran "1", eftersom den är smalare än de övriga nio, se Figur 2. Luminansklass (L) testades i 2 nivåer, symboltjocklek (ST) i 3 nivåer och spatium mellan två siffror (SP) i 3 nivåer, vilket ger $2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$ bilder. Med en replikation av alla betingelser krävdes därför totalt $18 \cdot 2 = 36$ bilder. Siffrorna var utformade enligt teckensnittet TRATEX, som är det teckensnitt som används vid vägvisning i Sverige och som har utvecklats för att ge maximal läsbarhet för trafikanterna (se Vägverket, 2008).

0 0048	1 0049	2 0050	3 0051	4 0052	5 0053	6 0054	7 0055	8 0056	9 0057
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Figur 2 Teckensnittet TRATEX.

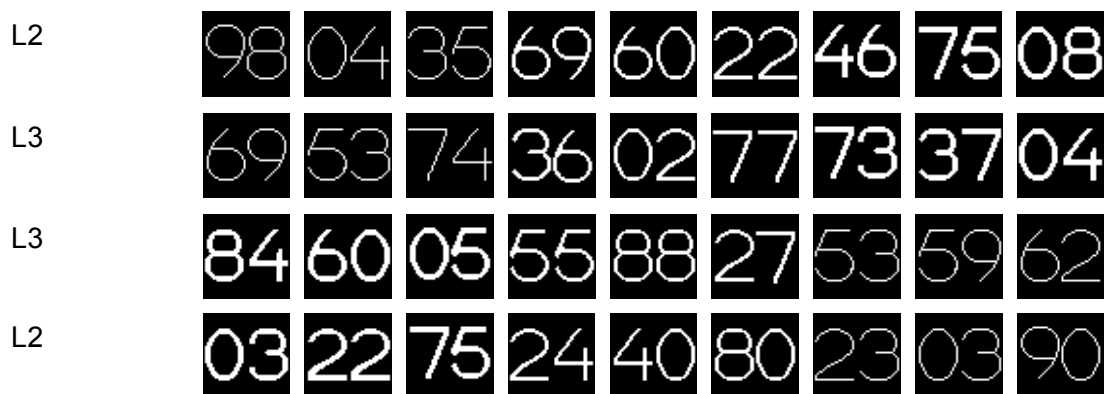
Sex försökspersoner (fp) med fullgod syn blev instruerade att från en startposition ca 400 m bort från skylten gå långsamt fram emot skylten till dess att de, var och en, var helt säkra på vilken kombination av siffror som visades. Då skulle de stanna och skriva ner denna sifferkombination medan försöksledaren kontrollerade att svaret var rätt och registrerade avståndet mellan VMS och försökspersonen, dvs. läsavståndet. Därefter upprepades tillvägagångssättet från startpositionen med nästa sifferkombination. Se Figur 3.



Figur 3 Försökspersoner på väg fram mot skylten i änden av Nordvej.

Försöket utfördes på eftermiddagen den 23 april 2008, kl. 13–16.30, i soligt väder med en klarblå himmel, vilket innebar att solen i försökets början inföll nästan 90° mot observationsriktningen, för att sedan vandra så att bländningen mot försökspersonerna ökade. Efter att alla betingelser gått igenom en gång togs en paus, varefter försöket fortsatte med nästa hälft, dvs. en replikation av betingelserna, men med andra sifferkombinationer. Bilderna visades i en ABBA-design, dvs. den betingelse som visades allra först i försöket var samma som den betingelse som visades allra sist i försöket.

Belysningsstyrkan mot skylten mättes med jämna mellanrum för att kontrollera att luminansnivån var korrekt.



Figur 4 Visade VMS-bilder. Bilderna visades i ordning per rad från vänster till höger. Luminansklassen, som återfinns till vänster om bilderna, avser nedre gränsen för L2 respektive L3.

I Figur 4 återfinns de visade VMS-bilderna. De visades i ordningen L2ST1SP1, L2ST1SP2, L2ST1SP3, L2ST2SP1, L2ST2SP2, osv. Efter 18 bilder vänds ordningsföljden till L3ST3SP3, L3ST3SP2, L3ST3SP1, L3ST2SP2, osv. Exempelvis visades kombinationen L3ST3SP1 (luminans enligt den nedre gränsen för luminansklass 3, symboltjocklek 3 pixel och spatium 1 pixel) två gånger: som bild nr 16 med sifferkombinationen ”73” och som bild nr 21 med sifferkombinationen ”05”.



Figur 5 Foto av VMS. Enbart den vänstra användes i försöket.

Den VMS som användes vid försöket var tillverkad av Telefon Gradnja med vitt LED-ljus i de aktuella visade bilderna. Displayens area var 900×900 mm med 44×45 pixel. Symbolerna fyllde så mycket som möjligt av bredden utan att gå helt ut till kanten, och så att förhållandet mellan höjd och bredd inte ändrades.

3 Analys

Försöksuppläggningsen var sådan att den beroende variabeln, läsavståndet, mättes för alla sex försökspersoner vid samtliga 18 betingelser två gånger (med ABBA-rotation). Detta innebär att data med fördel analyseras med variansanalys, within-subject-model (repeated). I denna modell beräknas F-kvoten som

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_{A \times fp}} \quad (1)$$

där MS avser medelkvadratssumman för oberoende variabel A och fp försöksperson. En liten interaktion mellan fp och oberoende variabel ($MS_{A \times fp}$) innebär således litet värde på nämnaren i F-kvoten, vilket ger god möjlighet att påvisa en signifikant effekt.

I Tabell 1 i kapitel 4 och i Tabell 3 i bilaga 1 anges signifikansgraden för att läsaren på egen hand ska kunna testa en annan risknivå än den som annars är använd här, 5 % ($p = .05$). Vidare har effekternas storlek skattats med ω^2 , vilken anger hur stor del av den totala variansen i experimentet som förklaras av variabeln A :

$$\omega^2 = \frac{SS_A - df \cdot MS_{A \times fp}}{SS_{tot} + MS_{A \times fp}} \quad (2)$$

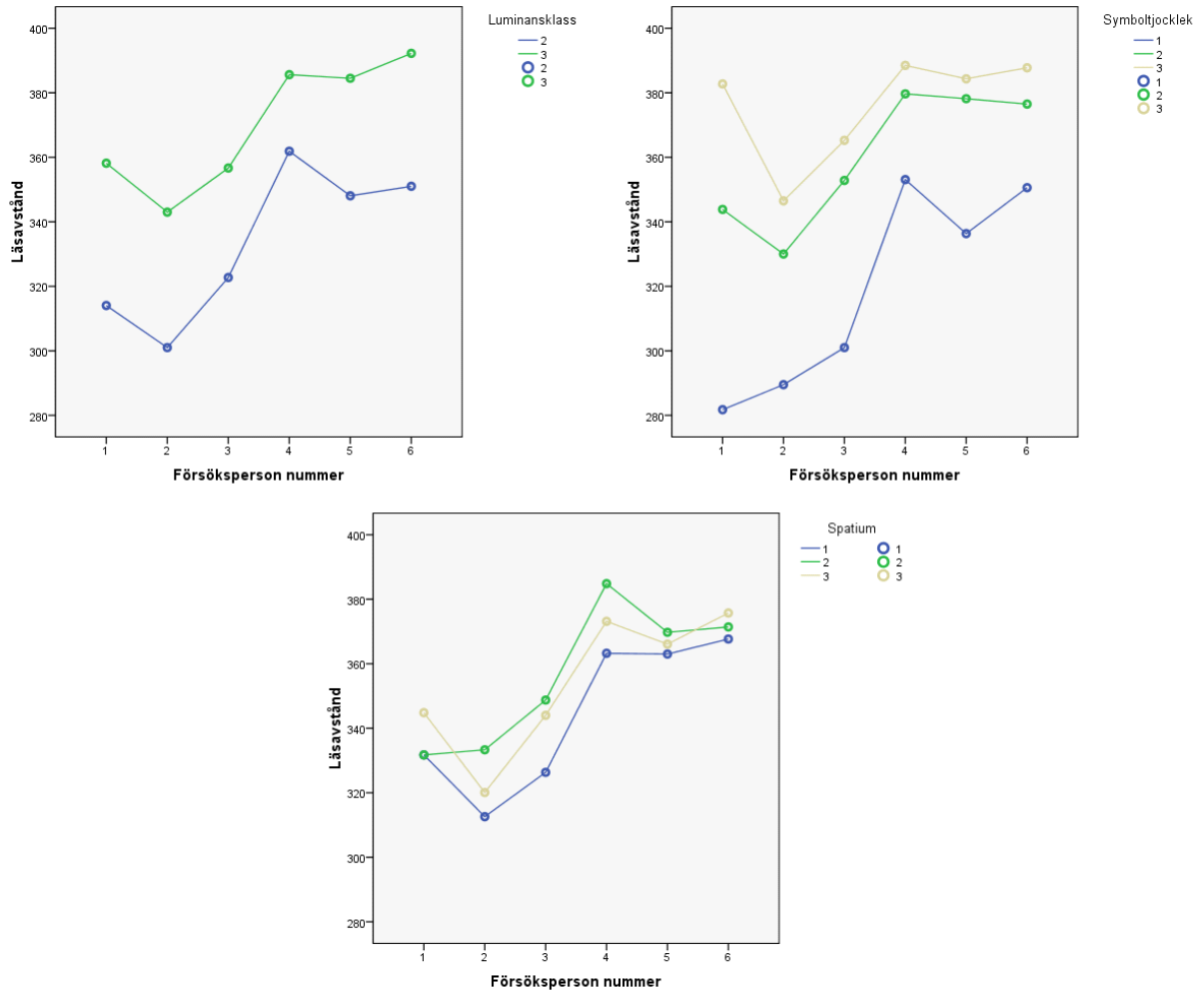
där SS avser kvadratsumman, MS medelkvadratsumman och df antalet frihetsgrader för aktuell effekt. Oberoende variabeln A är i denna studie luminansklass, L , symbol-tjocklek, ST , eller spatium, SP . En signifikant F-kvot innebär att ω^2 är signifikant skild från 0. Samtliga test avser risknivån 5 %.

Fördelen med att skatta effekternas storlek med ω^2 är att detta mått är oberoende av antalet mätningar. Ett högt värde på ω^2 , utan att effekten är signifikant, indikerar således att antalet observationer är för litet. Tvärtom, kan en signifikans vara av mindre intresse om effekten är liten. Generellt kan en effekt på mindre än 0,01 anses vara obetydlig och försumbar, medan en som är större än 0,15 kan anses vara stark.

Slutligen måste påpekas att de absoluta siktsträckorna som har uppmätts inte ska generaliseras till populationen bilförare eftersom antalet försökspersoner var litet. Däremot har de relativa skillnaderna mellan läsavstånd god noggrannhet.

4 Resultat

Som framgår av ekvation (1) är feltermen (nämnaren i F-kvoten) i den design som har använts, interaktionen mellan aktuell oberoende variabel och försökspersoner. Med andra ord: Om samtliga försökspersoner är överens om att en betingelse är relativt sett bättre eller sämre än en annan blir nämnaren i F-kvoten liten, och därmed möjligheten att kunna påvisa en signifikant effekt stor. Inledningsvis studerades just interaktionerna mellan de tre oberoende variablerna (luminansklass, symboltjocklek och spatium) och försöksperson vilket visas i Figur 6.

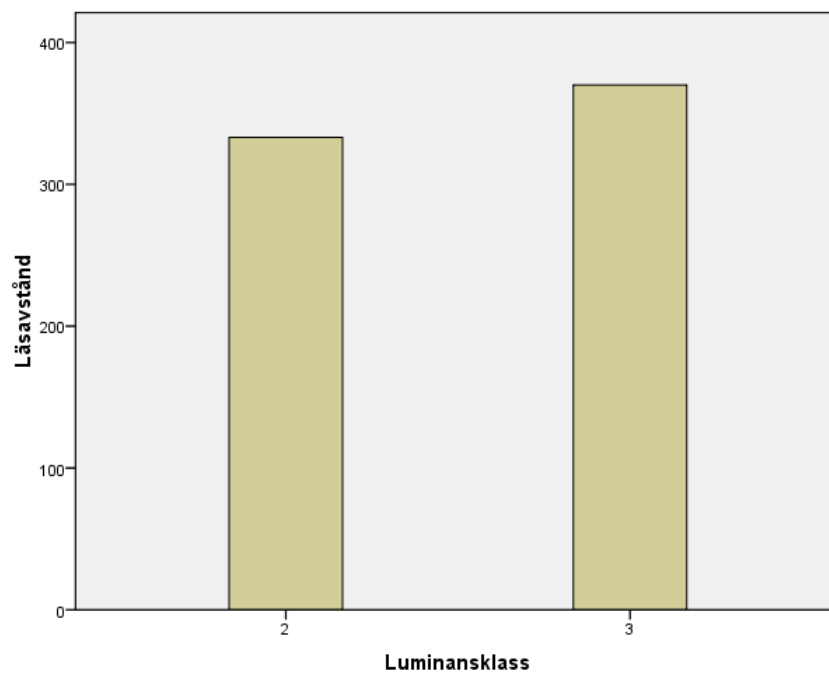


Figur 6 Samband mellan läsavstånd [m] och oberoende variabel för 6 försökspersoner.

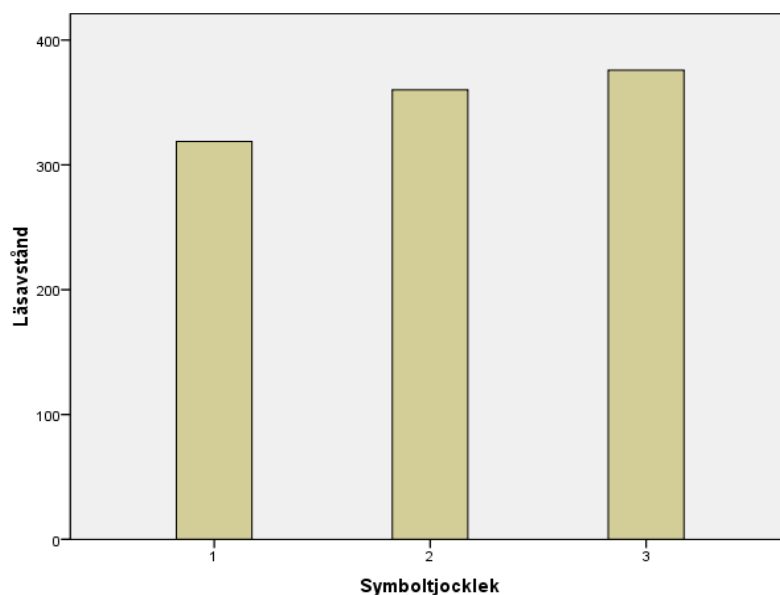
I Figur 6 innebär en stor interaktionseffekt att de två eller tre linjerna i respektive figur avviker från parallellitet. Man ser att framförallt fp 1, men i viss mån även fp 6, avviker från övriga fp. Emellertid måste interaktionen betraktas som liten, och möjligheten att påvisa signifikanta effekter därför som stor. Tre envägs faktoriella variansanalyser – en för varje oberoende variabel – kan inte heller påvisa någon signifikant ($p > .05$) interaktion med fp. Det framgår också av Figur 6 att nästan i samtliga fall har fp rangordnat betingelserna lika; endast beträffande spatium har fp 1 och fp 6 avvikit.

Av sammanlagt 216 observationer hade 51 (24 %) ett läsavstånd på över det fysiskt möjliga, 400 meter. Det bedömdes dock att läsavståndet inte översteg 400 m mycket, varför det kan anses rimligt att använda detta läsavstånd för de observationer som egentligen hade ett något högre värde. Detta kommer att påverka analysen på så sätt att variansen i den beroende variabeln underskattas och möjligheten att påvisa eventuella skillnader i läsavstånd minskar. Det kan således inte anses vara "fusk" att använda 400 meter istället för det korrekta avståndet som sannolikt skulle ha legat i intervallet 401–450 m.

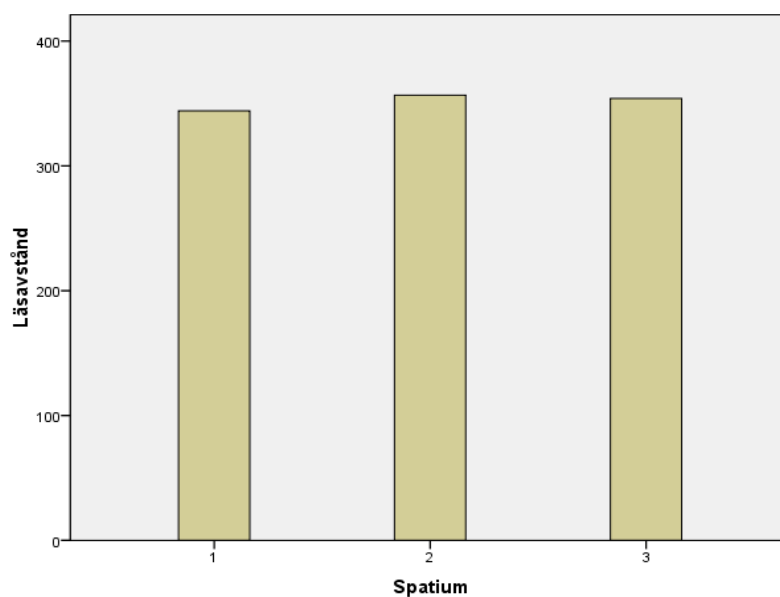
Figureerna 6–8 visar sambandet mellan de tre oberoende variablerna och läsavståndet.



Figur 7 Läsavstånd [m] som funktion av luminansklass (L2 eller L3). Medelvärde över 6 försökspersoner.



Figur 8 Läsavstånd [m] som funktion av symboltjocklek (1, 2 eller 3 dioder). Medelvärde över 6 försökspersoner.



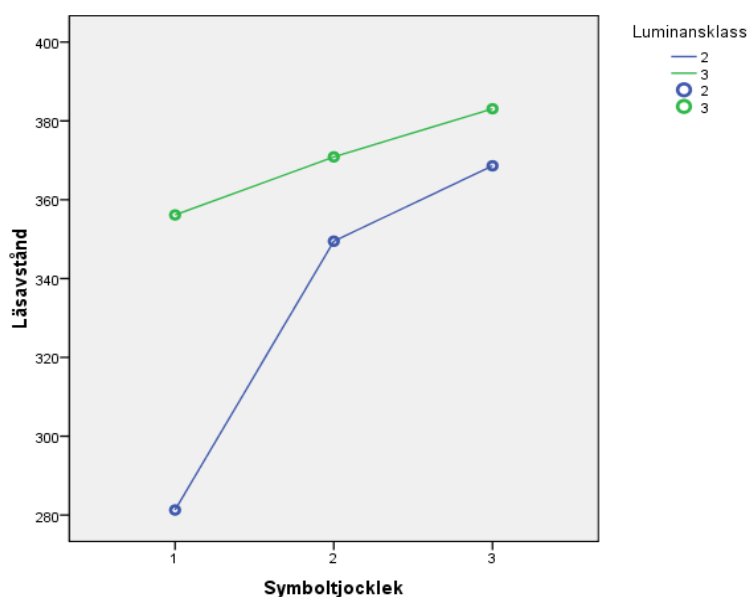
Figur 9 Läsavstånd [m] som funktion av spatium (1, 2 eller 3 släckta dioder mellan symboler). Medelvärde över 6 försökspersoner.

Figur 7 indikerar att läsavståndet för luminansklass L3 är längre än för L2. Även symboltjockleken tycks påverka läsavståndet, vilket Figur 8 visar. Däremot verkar spatium vara av mindre betydelse (Figur 9). Tabell 1 visar en tvåvägs variansanalys för de tre oberoende variablerna (tre huvudeffekter, tre tvåvägs interaktionseffekter och en tvåvägs interaktionseffekt).

Tabell 1 Trevägs variansanalys (within subject design) med läsavstånd som beroende variabel och luminansklass (L), symboltjocklek (ST) samt spatium (SP) som oberoende variabler. "sign." avser signifikansgraden och ω^2 effektens styrka. Med **fet** stil markeras signifikanta effekter på 5 % risknivå. Analysen baserad på 6 försökspersoner.

oberoende variabel	F-kvot	sign.	ω^2
Luminansklass (L)	145,48	p < .001	0,210
Symboltjocklek (ST)	33,81	p < .001	0,349
Spatium (SP)	6,93	p < .025	0,016
L × ST	28,95	p < .001	0,109
L × SP	3,67	p < .10	0,011
ST × SP	1,85	p > .10	0,010
L × ST × SP	7,88	p < .001	0,043

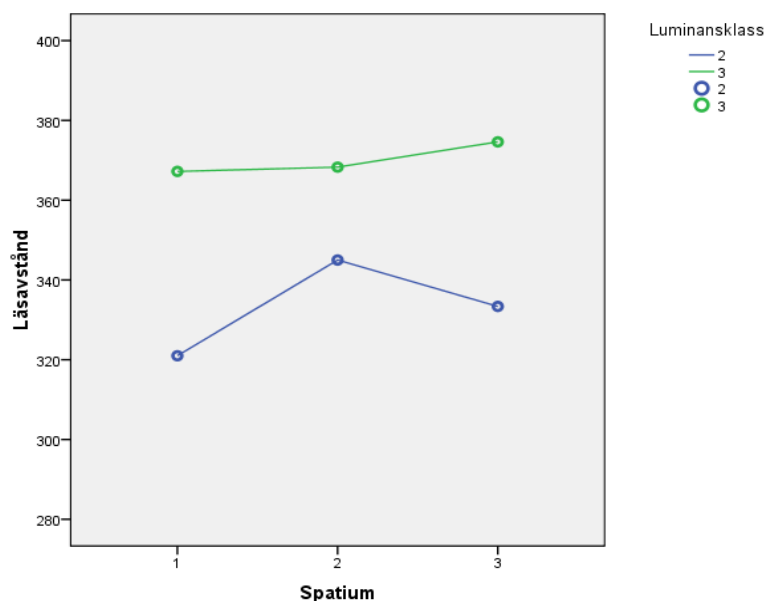
Tabell 1 visar att det finns tre ganska starka effekter: effekten av L, ST och L × ST. De två förstnämnda framgår av figurerna 6 och 7, medan den sistnämnda effekten (interaktionen) åskådliggörs i Figur 10, nedan.



Figur 10 Läsavstånd [m] för olika symboltjocklek och luminansklass. Medelvärde över 6 försökspersoner och 3 spatium.

Figur 10 visar att linjerna avviker från parallellitet; framförallt ger kombinationen symboltjocklek = 1 diod och luminansklass = L2 kort läsavstånd.

Interaktionseffekten mellan luminansklass och spatium är inte signifikant ($p > .05$) och bedöms svara för endast 1,1 % av totala variansen i experimentet. Denna förhållandevis svaga effekt visas ändå i Figur 11 för att åskådliggöra att för luminansklass L2 verkar ett alltför stort spatium ha negativ effekt på läsavståndet. Men observera således att resultatet inte är statistiskt säkerställt.



Figur 11 Läsavstånd [m] för olika spatium och luminansklass. Medelvärde över 6 försökspersoner och 3 symboltjocklekar.

Trevägsinteraktionen är (tyvärr) signifikant. Egentligen motiverar detta att splittra upp analysen så att exempelvis nio envägs variansanalyser (med endast L som oberoende variabel) utförs. Emellertid är effekten relativt svag, varför detta kan anses vara av mindre intresse. Övriga effekter är också svaga och behandlas inte vidare.

Det ska åter påpekas att läsavstånden för L3 är något underskattade, vilket emellertid inte bedöms påverka slutsatserna.

För att undersöka att inte approximationen med 400 m påverkar resultatet radikalt har även en analys utförts, där nästan uteslutande läsavstånd mindre än 400 m har använts (4 av 64 observationer, 6 %, har läsavstånd längre än 400 m). Denna analys redovisas utförligt i bilaga 1.

I stort sett står sig emellertid resultaten från Tabell 1 och följande slutsatser kan dras från experimentet:

- **Luminansklass L3 är att föredra framför L2.**
- **Tre dioders symboltjocklek ger längre läsavstånd än en och två dioders bredd.**
- **En diods symboltjocklek ger mycket kort läsavstånd för luminansklass L2.**
- **Spatium påverkar läsavståndet endast litet.**

De enskilda observationerna redovisas i bilaga 2.

Som nämnts tidigare är den använda försöksuppläggningsen speciellt lämpad för att skatta relativa skillnader i läsavstånd mellan de olika betingelserna. Detta redovisas i Tabell 2.

Tabell 2 Relativt läsavstånd baserat på samtliga 216 observationer. Betingelsen $L = L2$, $ST = 2$ och $SP = 2$ har åsatts värdet 1.

symboltjocklek	luminansklass L2			luminansklass L3		
	spatium			spatium		
	1	2	3	1	2	3
1	0,74	0,87	0,77	0,97	0,98	1,06
2	0,94	1,00	1,02	1,09	1,00	1,04
3	1,04	1,05	1,02	1,05	1,13	1,07

Av Tabell 2 framgår att spatium 3 endast kan föredras vid luminansklass 3. Detta resultat är logiskt; en hög luminans ger överstrålning, vilket kräver större avstånd mellan symbolerna. Det längsta läsavståndet noterades för luminansklass L3, symboltjockleken 3 och spatium 2. Att spatium 2 gav längre läsavstånd än spatium 3 förklaras av resultatet från en enda försöksperson, fp 2, hade betydligt kortare läsavstånd för betingelsen $L = L3$, $ST = 3$, $SP = 3$ än övriga fem, se bilaga 2. Detta är sannolikt en felmätning; fp 2 hade vissa problem med mätningarna, bl.a. med bländning från solen.

Resultaten i Tabell 2 förändrar knappast slutsatserna ovan. Möjligen ges en indikation om att spatium 1 ska undvikas, vilket även Figur 11 antyder.

5 Diskussion

Detta försök är att betrakta som ett förförsök eftersom det var ett metodtest och antalet försökspersoner var litet.

En viktig slutsats är att med den aktuella symbolstorleken och den VMS som användes krävs en längre sträcka än 400 m mellan VMS och försökspersonens startposition, eftersom vissa försökspersoner kunde läsa tavlan korrekt även från startpositionen. Det är möjligt att försökspersonerna efter ett tag kände igen siffrorna/teckensnittet bättre och därmed fick längre läsavstånd. Detta borde elimineras i ett framtida försök genom att försökspersonerna först får bekanta sig ordentligt med siffrorna/teckensnittet innan försöket börjar.

Vid försöket sken solen från en klarblå himmel vilket gjorde att försökspersonerna ibland med handen skärmade av solljuset som kom från sidan. I ett framtida försök bör solglasögon och/eller skärmar användas så att försöksförutsättningarna är så lika som möjligt under hela försöket, alternativt att försöket bör utföras under en jämmulen dag.

Linjerna i Figur 10 kunde påvisas vara skilda från parallellitet, vilket till största del förklaras av det korta läsavståndet för kombinationen symboltjocklek = 1 pixel och luminansklass = L2. De symboltjocklekar som har använts i försöket ligger alla under ögats upplösningsförmåga, vilket innebär att den upplevda symboltjockleken var oberoende av den faktiska. Detta, i sin tur, betyder att den upplevda luminansen kom att vara ljusstyrkan dividerat med den upplevda symbolarean, inte den faktiska arean. Således var den upplevda luminansen för symboltjockleken 1 pixel betydligt lägre än den faktiska, vilket sannolikt förklarar det korta läsavståndet för kombinationen symboltjocklek = 1 pixel och luminansklass = L2.

Trots att försöket var litet, har det givit mycket information:

- Kombinationen luminansklass 2 och symboltjockleken 1 pixel ger ett kort läsavstånd.
- Ju högre luminans, desto längre läsavstånd.
- Ju tjockare symbol, desto längre läsavstånd.
- Spatium påverkar läsavståndet endast obetydligt.

Det måste understrykas att dessa slutsatser endast gäller inom de luminansnivåer, symboltjocklekar, spatium och symbolstorlekar som har studerats här. Vidare avser resultaten endast dagsljus.

Efter det att själva metoden för registrering har modifierats något, föreslås att motsvarande försök som det som redovisas ovan också utförs i mörker. I samband med detta kan det vara lämpligt att upprepa dagsljusförsöket för att få säkrare resultat. Till detta huvudförsök kan det vara lämpligt att använda 12–18 försökspersoner.

Referenser

Helmers, G. & Lundkvist, S-O (1987): *Siktsträcka till reflex vid fordonsmöte i mörkertrafik*. VTI rapport 323. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping.

Vägverket (2008): http://www.vv.se/templates/page3____16802.aspx
[Acc: 2008-06-05].

För att undersöka att inte approximationen med 400 m påverkar resultatet radikalt har en analys utförts, där nästan uteslutande läsavstånd mindre än 400 m har använts. Denna kan göras för fyra försökspersoner, luminansklasserna L2 och L3, symboltjocklekarna 1 och 2 dioder samt spatium 2 och 3 släckta dioder mellan siffrorna. Tabell 3 visar resultatet av en variansanalys som är jämförbar med den som redovisas i Tabell 1. Skillnaden är således att samtliga tre oberoende variabler endast har två nivåer, den avser endast fyra försökspersoner och, som sagt, nästan samtliga uppmätta läsavstånd var kortare än 400 m.

Tabell 3 Trevägs variansanalys (within subject design) med läsavstånd som beroende variabel och luminansklass (L), symboltjocklek (ST) samt spatium (SP) som oberoende variabler. "sign." avser signifikansgraden och ω^2 effektens styrka. Analys utförd endast på luminansklasserna L2 och L3, symboltjocklekarna 1 och 2 dioder samt spatium 2 och 3 släckta dioder mellan symbolerna. Analysen baserad på endast 4 av 6 försökspersoner.

oberoende variabel	F-kvot	sign.	ω^2
Luminansklass (L)	19,22	p < .05	0,273
Symboltjocklek (ST)	31,76	p < .025	0,241
Spatium (SP)	4,33	p > .10	0,006
L × ST	31,97	p < .025	0,166
L × SP	32,04	p < .025	0,070
ST × SP	0,02	p > .10	0,000
L × ST × SP	0,62	p > .10	0,000

En jämförelse mellan Tabell 1 och Tabell 3 visar på i stort sett samma resultat, oavsett om läsavstånd längre än 400 m inkluderas eller ej. Enda påtagliga skillnaden är att interaktionseffekten mellan luminansklass och spatium har skattats att vara större i Tabell 3 än i Tabell 1 och dessutom signifikant (p < .05). Det visar sig att för luminansklass L2 har spatium 3 dioder haft kortare läsavstånd än 2 dioder. För L3 är förhållandet det motsatta. Resultatet är svårförklarligt och gäller för samtliga fyra försökspersoner.

Som kontroll redovisas i Tabell 4 även relativt läsavstånd från de betingelser där endast få läsavstånd längre än 400 m uppmättes.

Tabell 4 Relativt läsavstånd baserat på 64 observationer med 4 försökspersoner. Betingelsen L = L2, ST = 2 och SP = 2 har åsatts värdet 1.

symboltjocklek	luminansklass L2			luminansklass L3		
	spatium			spatium		
	1	2	3	1	2	3
1	-	0,83	0,78	-	0,95	1,06
2	-	1,00	1,00	-	0,99	1,03
3	-	-	-	-	-	-

Tabell 2 och Tabell 4 redovisar i stort sett samma resultat, vilket åter visar att den approximation med 400 m som har gjorts för läsavstånd större än 400 m kan accepteras.

Bilaga 2
Sid 1 (1)

Tabell 5 Enskilda läsavstånd för 6 försökspersoner vid 36 betingelser.

	Luminansklass	Symbolfjocklek	Spattium	Slumptal	Betingelse nr	Läsavstånd vid korrekt läsning (m)					
						Fp 1	Fp 2	Fp 3	Fp 4	Fp 5	Fp 6
Dagsljus första omgången	L2	1	1	98	1	160	173	196	238	273	236
		1	2	04	2	237	235	265	>400	314	318
		1	3	35	3	236	266	230	238	237	210
		2	1	69	4	304	305	306	332	328	314
		2	2	60	5	325	340	328	357	328	331
		2	3	22	6	325	335	350	382	395	372
		3	1	46	7	369	374	372	378	371	373
		3	2	75	8	350	348	347	347	344	334
		3	3	30	9	368	372	335	374	335	373
	L3	1	1	69	10	332	324	324	346	327	380
		1	2	53	11	295	366	312	385	367	377
		1	3	74	12	348	379	349	384	390	398
		2	1	36	13	341	386	389	391	349	374
		2	2	02	14	342	340	350	399	>400	>400
		2	3	77	15	>400	>400	>400	>400	>400	>400
		3	1	73	16	>400	>400	398	>400	>400	>400
		3	2	37	17	>400	>400	>400	>400	>400	>400
		3	3	04	18	>400	343	390	>400	>400	400
Dagsljus replikation	L3	3	3	84	28	372	253	384	>400	>400	>400
		3	2	60	29	>400	392	>400	>400	>400	>400
		3	1	05	30	388	262	298	363	362	386
		2	3	55	31	354	282	315	340	363	394
		2	2	88	32	327	295	319	366	375	365
		2	1	27	33	>400	395	>400	>400	>400	>400
		1	3	53	34	360	352	350	388	398	400
		1	2	59	35	292	307	312	399	390	386
	L2	1	1	62	36	296	298	330	380	>400	>400
		3	3	03	37	357	303	344	>400	>400	>400
		3	2	22	38	>400	398	>400	>400	>400	>400
		3	1	75	39	389	313	315	>400	>400	387
		2	3	24	40	318	293	385	>400	>400	387
		2	2	40	41	357	324	367	>400	>400	>400
		2	1	80	42	333	265	325	389	>400	381
1	3	23	43	300	263	296	372	275	375		
1	2	03	44	256	255	385	350	319	346		
1	1	90	45	269	256	263	342	346	381		

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-transportsystem 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, däckprovingsanläggning, 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 55685

SE-102 15 STOCKHOLM

TEL +46 (0)8 555 770 20

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00