

# Nordic Human Factors Guidelines Øjenhøjde, Læseafstand og Læsetid for bilister

Litteraturstudium – Sammenfatning



Lene Herrstedt  
24. februar 2012

# Indhold

<b>1. Introduktion</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Hvad siger vejreglerne</b> .....	<b>4</b>
2.1 Værdier for øjenhøjde i nordiske og udenlandske vejregler .....	4
2.2 Skrifttyperne på nordiske og udenlandske vejtavler .....	5
<b>3. Øjenhøjder</b> .....	<b>7</b>
3.1 Definitioner af begreber .....	7
3.2 Hvad ved vi om øjenhøjder?.....	7
<b>4. Læseafstand og læsetid</b> .....	<b>9</b>
4.1 Definition og beskrivelse af centrale begreber .....	9
4.2 Hvad siger forskningsresultaterne om læseafstand og læsetid? .....	10
4.3 Fokuseringsforsinkelse.....	17
4.4 Aldring af øjne .....	18
<b>5. Behov for ny viden</b> .....	<b>21</b>
<b>6. Referencer</b> .....	<b>22</b>

# 1. Introduktion

Litteraturstudiet om ”Øjenhøjde, læseafstand og læsetid for bilister” indgår i det nordiske samarbejdsprojekt ”Nordic Human Factors Guidelines”. Projektet omhandler forskellige trafikantgruppers krav til vejsystemets udformning og indretning baseret på eksisterende viden om trafikanters fysiske og mentale formåen i forskellige trafiksituationer.

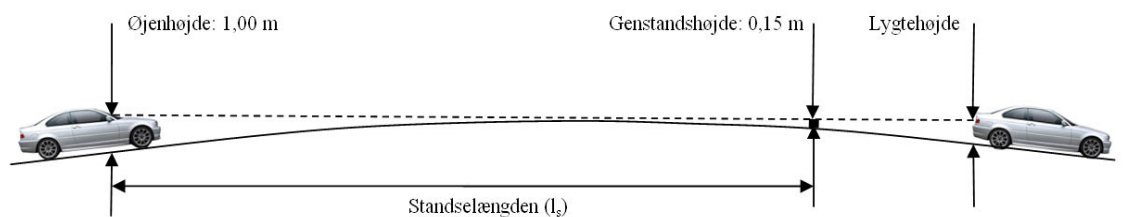
Projektet ”Nordic Human factors Guidelines” er initieret af Nordisk Vejgeometri-gruppe. Resultaterne fra projektet beskrives i en række temanotater, som er publiceret på [www.nmft.dk](http://www.nmft.dk)

Dette notat indgår i denne række af temanotater og indeholder en sammenfatning af et litteraturstudium om bilisters øjenhøjde, læseafstand og læsetid samt fokuseringsforsinkelse, med særlig fokus på ældre bilisters formåen.

Som supplement foreligger der et arbejdspapir i form af et baggrundsnotat, der indeholder resuméer af udvalgte referencer.

## 2. Hvad siger vejreglerne

Øjenhøjde er, sammen med objekthøjde, højdeplacering af baglygter og køretøjshøjde, vigtige elementer til beregning af sigtlængder både i relation til vejkryds og overhaling på strækninger samt til beregning af stopsigt i horisontale og vertikale vejkurver.



Figur 2.1: Øjenhøjde og objekthøjde er afgørende for beregning af sigtlængder i vertikalkurver

### 2.1 Værdier for øjenhøjde i nordiske og udenlandske vejregler

#### Danske vejregler

Dimensionsgivende øjenhøjde ligger mellem 1,0 – 2,5 m.

For personbiler og fodgængere er øjenhøjden sat til 1,0 m.

For lastbilchauffører er øjenhøjden sat til 2,5 m.

For objekthøjde og køretøjshøjde skelnes mellem ”dimensionsgivende værdi” og ”beregningmæssige værdi”. Det betyder, at en bilist, der passerer en vertikalkurve (se illustrationen i figur 2.1) skal kunne se mindst 5 cm af en genstands top for at kunne erkende dens tilstedeværelse.

Den dimensionsgivende værdi for objekthøjde er derfor sat til 0,20 m, mens den beregningmæssige værdi for objekthøjde er 0,15 m.

Tilsvarende er den dimensionsgivende værdi for køretøjshøjde valgt til 1,25 m, mens den beregningmæssige værdi kun er 1,00 m.

#### Norske vejregler

Dimensionsgivende øjenhøjde er sat til 1,1 m.

For objekthøjde og køretøjshøjde skelnes mellem ”dimensionsgivende værdi” og ”beregningmæssige værdi”:

- Den beregningmæssige værdi for objekthøjde er 0,25 m og den dimensionsgivende værdi er 0,30 m.
- Den beregningmæssige værdi for køretøjshøjde er 1,25 m og den dimensionsgivende værdi er 1,35 m.

### ***Finske vejregler***

Dimensionsgivende øjenhøjde for personbilister er sat til 1,1 m.

For lastbilchauffører er øjenhøjden valgt til 2,5 m.

For cyklende børn er øjenhøjden sat til 0,8 m af hensyn til sigtkrav.

### ***Svenske vejregler***

Den dimensionsgivende øjenhøjde er sat til 1,1 m.

Den dimensionsgivende objekthøjde er generelt sat til 0,2 m, men på motorveje, hvor ÅDT < 15.000, er objekthøjden sat til 0,35 m.

### ***Tyske vejregler***

I de tyske vejstandarder er den dimensionsgivende øjenhøjde for personbilister sat til 1,0 m.

Den dimensionsgivende værdi for højde af personbiler er sat til 1,5 m ud fra den betragtning, at mindst 0,5 m af bilens top skal være synlig, for at bilisten kan genkende bilen som objekt.

### ***Amerikanske vejregler***

Den dimensionsgivende øjenhøjde for personbilister er ud fra målinger (ref.10) fastsat til 1,08 m (3.5 ft.).

For lastbilchauffører anbefales en designværdi på 2,33 m. (ref.2).

Objekthøjden til beregning af stopsigtlængder er fastsat til 0,6 m (ref.2, 3, 10)

Højde for personbil er sat til 1,33 m.

## **2.2 Skrifttyperne på nordiske og udenlandske vejtavler**

Skrifttypen Helvetica, som er udviklet i Schweiz, er udgangspunktet for de læsevenlige skrifttyper, der anvendes på vejtavlerne i de nordiske lande.

### ***Danske vejtavler***

Der anvendes *Dansk Vejtavleskrift* i farvekombinationerne rød/hvid og blå/hvid samt grøn/hvid. Dansk vejtavleskrift er en videreudvikling af skrifttypen "British rail". Dansk Vejtavleskrift anvendes i en serie, hvor skrifthøjden trinvis øges med ca. 19 % så fire trin svarer til en fordobling. Valg af skrifthøjde på vejtavler afhænger af tavletype, tavleplacering samt hastighedsniveau og ligger fra 120 mm til 480 mm. For vejnavneskilte og husnumre vælges skrifthøjden afhængig af hastighedsniveau og opsætningshøjde inden for intervallet fra 50 mm op til 120 mm. For 50 km/t veje ligger minimumshøjden 71 mm – 101 mm. For hastighed større end 60 km/t bruges minimum 120 mm.

***Norske vejtavler***

I Norge anvendes et særligt *Trafikalfabet* til design af skrift og tal på vejtavler. Der anvendes skrift i farvekombinationerne hvid/blå, sort/gul og sort/hvid. Valg af skrifthøjder er relateret til tavletype, tavleplacering og hastighedsniveau. Minimumshøjden for tavleskrift øges med hastighedsniveauet og ligger fra 126 mm til 350 mm. For gade/vejnavneskilte ligger minimumshøjden på 70 –105 mm.

***Tyske vejtavler***

På tyske vejtavler bruges skrifttypen *Serifenlose Linear-Antiqua*, hvor de enkelte tegn synes mere slanke – dvs. aflange i højden - sammenlignet med Dansk Vejtavleskrift.

***Amerikanske vejtavler***

I USA anvendes skrifttypen *Clearview Font* (reference 13)

I 1997 vedtog FHWA, at skrifthøjden på gadenavneskilte i USA bør være minimum 15 cm i stedet for tidligere 10 cm (reference 13).

## 3. Øjenhøjder

Resultaterne af litteraturstudiet vedrørende bilisters øjenhøjder sammenfattes i de to overskrifter

- Definitioner af begreber
- Hvad ved vi om øjenhøjder?

### 3.1 Definitioner af begreber

**Øjenhøjden** defineres her som bilistens øjenhøjde over kørebaneoverfladen. Den dimensionsgivende værdi for øjenhøjde fastlægges ud fra, at størstedelen af bilisterne har en øjenhøjde, der er større end den dimensionsgivende værdi.

Bilisters øjenhøjde indgår i beregningerne for sigtlængder og fastlæggelse af vejes vertikalkurver.

**Objekthøjden** er defineret som højden på en genstand, som bilisten skal kunne se i tilpas afstand til at kunne bremse og stoppe.

### 3.2 Hvad ved vi om øjenhøjder?

Øjenhøjden afhænger både af bilistens kropsbygning og af bilens design.

*Øjenhøjde afhænger af bilernes design og varierer over tid*

Bilernes design ændres over tid, og det har som konsekvens, at øjenhøjden kan variere over tid.

*Øjenhøjden har betydning for refleksion af lys fra vejtavler*

Da øjenhøjden hos førerne af lastbiler er større sammenlignet med førere af personbiler, er vinklerne for refleksionen af lys fra vejtavler større for lastbilførerne. Konsekvensen er, at den mængde lys, der reflekteres tilbage til øjnene hos lastbilførerne er betydeligt mindre. Effekten er mere udtalt i en læseafstand på ca. 150 m sammenlignet med den dobbelte afstand på ca. 300 m.

En engelsk undersøgelse fra 1990 (ref.9) viste således, at i en afstand på 305 m, får lastbilføreren kun 68 % af det lys, som føreren af personbiler modtager, men ved en afstand på 152 m får han kun 25 %. Det kan påvirke læsbarheden af vejtavler.

*Øjenhøjder i tal*

Der findes en række undersøgelser med registrering af bilisters øjenhøjde. De fleste er fra USA. Middelværdien for bilisters øjenhøjde i USA er faldet hen gennem årene. Målinger fra 1936 viste middelværdi på 1,45 m og i 1957 på 1,30 m for personbiler. Nye målinger fra 1998 (ref.10) viser en middelværdi på 1,15 m, 15 % fraktil på 1,09 m og 10 % fraktil på 1,08 m.

Reference	Ø J E N H Ø J D E R (m)							
	PERSONBILER				LASTBILER (LB)			
	Middel	15 %	Min	Max	Middel	15 %	Min	Max
CIA 2008, USA Ref.6	1,20	-	-	-	2,20	-	-	-
Sivak1997, USA. De 15 mest solgte bilmærker i 1995 Ref.8	1,11	-	-	-	småLB 1,42	-	-	-
Olson et al. 1984, USA Ref.8	1,10*	-	-	-	-	-	-	-
Cobb, 1990, UK Ref.9	1,14	-	1,00	1,58	småLB 1,63 storeLB 2,33	-	småLB 1,07 storeLB 1,89	småLB 2,23 storeLB 2,70
Fitzpatrick Et al. 1998, USA Ref.10	1,15	1,09	-	-	Vans 1,48 storeLB 2,45	Vans 1,33 storeLB 2,34	-	-
Barker 1987 Au- stralia Ref. 10	1,13	1,07						

Tabel 3.1: Registreringer af øjenhøjder. \*)50th-percentil

Der mangler tidssvarende registreringer af øjenhøjder i de nordiske lande.



## 4. Læseafstand og læsetid

En tavleskrift kan læses, når skriften eller baggrunden har en tilstrækkelig *luminans*, og der er en tilstrækkelig *kontrast* mellem baggrund og skrift. I afhængighed heraf kan skriften læses i en afstand, der er proportional med skrifthøjden. Derudover spiller skriftens udformning og spatiering også en rolle for læsbarheden.

### 4.1 Definition og beskrivelse af centrale begreber

*Luminans* er udtryk for, hvor kraftigt en flade lyser i en given retning set i forhold til fladens areal. Udsendelsen af lys i en given retning kaldes *lysstyrken* og måles i candela (cd). Luminans måles derfor i cd/m<sup>2</sup>.

*Kontrast* udtrykker den relative forskel mellem luminanserne for baggrund og for skriften på en vejtafle. Den angives ved et forhold eller en procentvis forskel i luminans.

*Lysstyrken* udtrykker, hvor stor en belysningsstyrke (måles i lux), der kan fremkaldes på 1 m afstand. Belysningsstyrken aftager med kvadratet på afstanden. Det betyder at den på f.eks. 10 m afstand findes som lysstyrken divideret med  $10 \times 10 = 100$ . En flade, som er belyst, får en luminans ved at reflektere en del af det indfaldende lys.

*Synsskarphed* (acuity) er et mål for den visuelle formåen med hensyn til at se små detaljer. Ved normal synsskarphed (6/6) kan en detalje på 1 bueminut ses på en afstand af ca. 6 meter. En synsskarphed på 6/12 (et typisk minimumsniveau som krav til kørekort) betyder, at personen lige akkurat kan se en detalje på 6 meters afstand, som én med normalt syn kan se på 12 meters afstand. I praksis betyder det, at en person kun kan læse tekst på vejtavler inden for den halve afstand af det, én med normalt syn kan klare.

Flere undersøgelser har påvist, at synsskarpheden aftager næsten lineært med stigende alder allerede fra omkring 15 års alderen, hvor middelværdien ligger omkring 1,5, mens den for 50-årige ligger omkring 1,0 og for 80-årige er reduceret til omkring 0,5. (ref. 7)

#### *Læseafstand*

Den afstand (D i meter), hvor man kan begynde at læse en tavle, er bestemt ved:

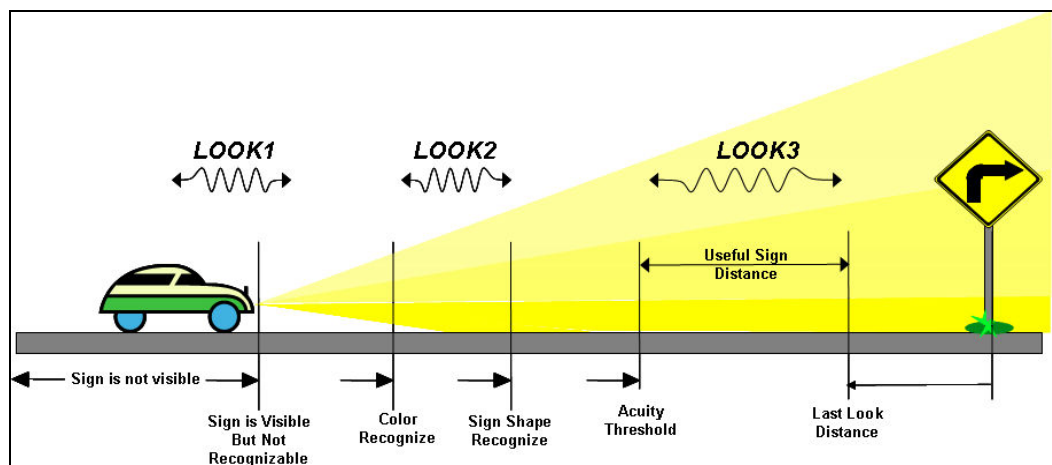
$$D = (D/H) \times H$$

hvor H er skrifthøjden i mm. Forholdet mellem læseafstand og skrifthøjde  $D/H$  kaldes *læsbarhedsindekset* (legibility index) eller *læsbarheden*.

#### 4.2 Hvad siger forskningsresultaterne om læseafstand og læsetid?

Fire helt basale egenskaber hos trafikanten er afgørende i forbindelse med læsning af vejtavler: synsskarphe, kontrastfølsomhed, blændingsfølsomhed samt hvor hurtig, trafikanten er til at detektere, identificere, beslutte og initiere en respons (reaktionstid). Alle fire forhold er beskrevet særskilt i andre temanotater fra projektet (se reference 19 og 20).

De fleste undersøgelser af, hvordan trafikanter læser vejtavler, er foretaget i et statisk trafikmiljø, men i virkeligheden læser trafikanterne jo vejtavler, mens de bevæger sig.



Figur 4.1: Bilisterne læser vejtavler, mens de bevæger sig (ref.6)

#### *Den læsetid der er til rådighed*

Den tid ( $t$  i sekunder) der er til rådighed for at læse en vejtavle skal være mindst lige så stor, som den tid ( $T$  i sekunder) det tager at læse en tavle.

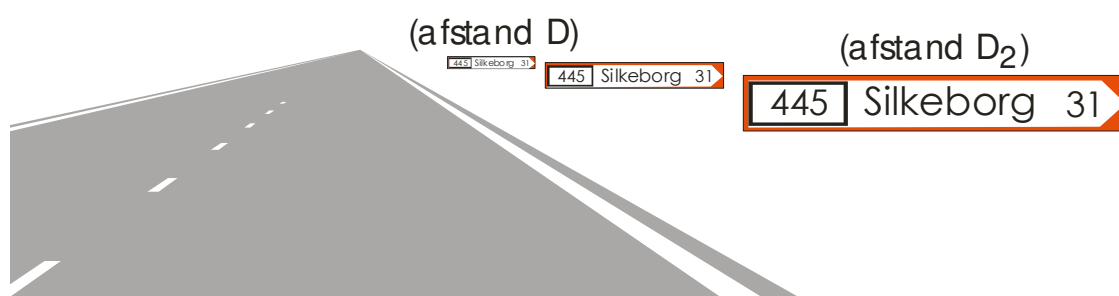
Den tid ( $t$  i sekunder) der går under kørslen frem mod tavlen, og som er til rådighed for læsning af tavlen, er bestemt ved:

$$t = 3,6 (D - D_2) / V$$

hvor  $D$  er læseafstand og  $D_2$  er den afstand, hvor læsningen må ophøre.

En sideplaceret tavle er i princippet synlig indtil man kommer ind på ganske kort afstand, men en bilist vil normalt ophøre med læsningen, når vinklen er 10 – 15 grader til siden for køreretningen (ref.5 og ref.. 6 - Schieber 2004). Længdeafstan-

den ( $D_2$ ) kan da være 10 – 50 m afhængig af sideafstanden til tavlen. For en portaltavle er begrænsningen, at tavlen skjules af biltaget allerede på en afstand af 20 – 50 m afhængig af førerens højde og køretøjets udformning.



Figur 4.2:  $D$  er den afstand hvor man kan begynde at læse en tavle og  $D_2$  er den afstand, hvor læsningen må ophøre (ref. 5)

### Den nødvendige læsestrækning

Længden af den nødvendige læsestrækning ( $S$ ) i meter afhænger af den hastighed ( $V$ ) angivet i km/t, der køres med, og er bestemt ved:

$$S = (V \times T)/3,6 \text{ hvor } T \text{ angives i sekunder}$$

Der er tilstrækkelig tid til at læse en vejtafle, hvis  $D - D_2$  er mindst lige så stor som  $S$ , dvs.  $D \geq S + D_2$

### Læsetid

Læsetiden er den tid ( $T$  i sekunder) det tager at læse en tavle.  $T$  er bestemt ved:

$$T = 2 + N/3$$

hvor  $N$  er antallet af budskaber, der skal læses. Et budskab kan være et ord, f.eks. et vejnavn, et rutenummer eller et piktogram mv.

Læsetiden for en vejvisningstavle med 6 budskaber vil således ligge omkring 4 sekunder. En bilist holder ganske vist ikke blikket fast på vejtaflen i hele "læsetiden", men kaster kun sit blik på den et par gange under læsningen. Resten af tiden sker der en bearbejdning af det visuelle indtryk, så der opnås en forståelse og en accept af informationen, og den samlede tid kan ikke kortes ned.

Det er klart dokumenteret, at læsetiden, der kræves for at kunne identificere et givet stednavn på en vejtavle, øges med stigende antal af navne på tavlen. (ref.15) Hall m.fl. (1991) fandt at læsetiden stiger lineært med antallet af navne, mens Agg (1994) fandt, at læsetiden øges logaritmisk.

Diagramtavler giver en hurtigere identificering af rigtigt vejvalg sammenlignet med tabelvejvisere.

Antallet af stednavne på en vejtavle skal begrænses til maksimalt 3-6, og hvis der bruges forkortelser skal de være velkendte (ref.15).

Hastighed	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	110 km/h	130 km/h
Antal budskaber	Nødvendig læsestrækning						
1	32 m	39 m	45 m	52 m	58 m	71 m	84 m
2	37 m	44 m	52 m	59 m	67 m	81 m	96 m
3	42 m	50 m	58 m	67 m	75 m	92 m	108 m
4	46 m	56 m	65 m	74 m	83 m	102 m	120 m

Tabel 4.1: Den nødvendige læsestrækning  $S$  for forskellige hastighedsniveauer og forskelligt antal budskaber.

### **Læseafstand i dagslys**

Generelt ligger den maksimale læsbarhed i dagslys for yngre bilister på ca. 6 m/cm og lidt lavere for ældre bilister på ca. 4,8 m/cm (reference 6, 13 og 5).

I dagslys er belysningen så kraftig, at det ikke er afgørende om luminansen er lidt højere eller lavere. Det er heller ikke afgørende om kontrasten er ekstra god, hvis blot den overstiger en kritisk værdi.

Når det er opfyldt, kan en person med normal synsstyrke skelne en detalje på 1 bueminut. De detaljer som gør, at man kan læse en skrift, er ca. 5 gange så små som skrifthøjden. (ref. 5)

### **Læseafstand om natten**

De fleste studier viser, at selv under ideelle nat betingelser ligger læsbarheden typisk på ca. 75 % af læsbarheden i dagslys. Det betyder, at den maksimale læsbarhed i mørke ligger på ca. 4,8 m/cm for yngre og ned til ca. 3,6 m/cm for ældre bilister (reference 6 og 5).

I mørke kan bilisterne kun læse tavleskrift ved brug af billygterne (nærlys/ fjernlys). Tavlernes luminans er meget lavere end om dagen. Læseafstanden forkortes i

et omfang, der bestemmes af tavlernes faktiske luminans og kontrasten mellem skrift og baggrund (ref.5).

### ***Luminans og læsbarhed i lys fra billygter***

En stor del af tiden må bilisterne køre med nærlys, hvor læsbarheden er væsentlig reduceret i forhold til kørsel med fjernlys. Situationen med nærlys er derfor dimensionsgivende for vejtaflerne.

En motorcyklist har lygten lige foran og tæt ved øjet – det giver en god læsbarhed af taflerne. En personbilist har to lygter, men de er placeret et stykke væk fra øjet, hvilket stiller ham ringere end motorcyklisten. Endnu værre er det for en lastbilchauffør, som sidder højt over lygterne. Førerne af store køretøjer ser kun 1/3 af den luminans fra vejtaflerne, som opleves af personbilister.

Retrorefleksionen aftager normalt, når indfaldsvinklen mellem belysningsretning og taflens normal øges, men ikke så meget at det udgør nogen væsentlig faktor ved de fleste vejtafler.

Højt placerede tafler, især portaltafler, får lavere belysning end lavt placerede tafler. Tafler i vejens venstre side får noget lavere belysning end taflerne i højre side. Tafler der står lavt i højre side kan til gengæld få så kraftig en belysning fra billygterne, at det kan tendere til blanding.

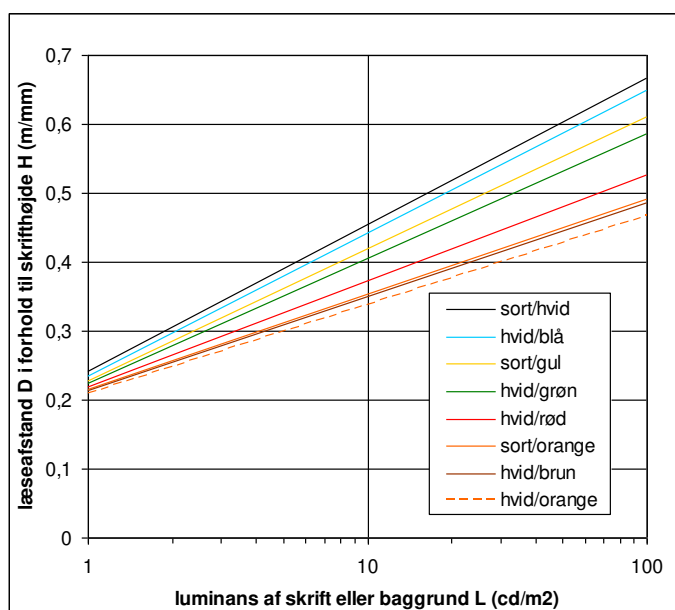
Der kan opnås en bedre generel læsbarhed af vejtaflerne ved at bruge forskellige refleksionsklasser for taflerfolier til at skabe *luminansbalance i tværprofilet*. Eksempelvis anvendes i de danske vejregler refleksionsklasse 3 for lavt placerede vejtafler i højre side, refleksionsklasse 4 for portaltafler og klasse 5 for vejtafler i venstre side af tværprofilet.

I øvrigt giver snavs på billygter og ælde (ridser) faktisk en bedre belysning af vejtafler end helt nye rene billygter, fordi lyset fordeles mere jævnt hen over vinklerummet.

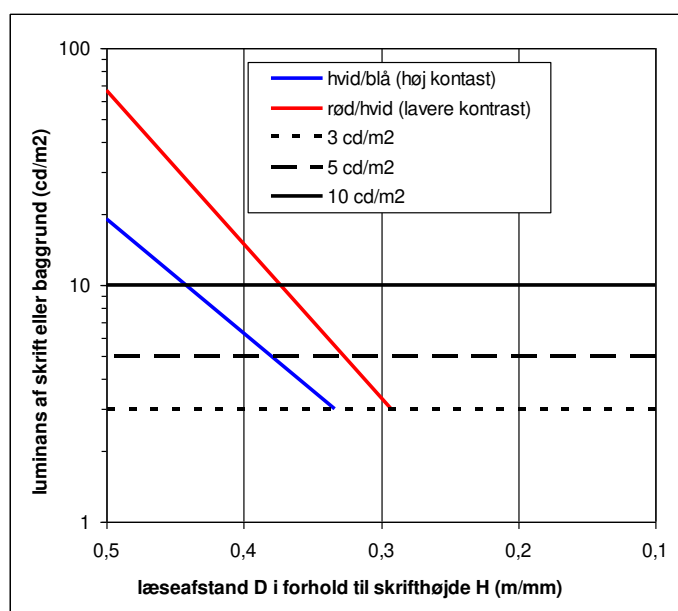
I tværprofilet op til vejkryds kan vigepligtstaflerne gøres til de mest synlige for bilisterne ved at anvende en relativ høj refleksionsklasse, så luminansen for alle andre vejtafler i tværprofilet drosles ned i forhold til vigepligtstaflerne.

### ***Sammenhæng mellem læseafstand/skrifthøjde og luminans***

Sammenhængen mellem læsbarhedsindekset (læseafstand/skrifthøjde) og luminans er beskrevet af T.W. Forbes ud fra en række forsøg, der blev udført i 1970'erne, se Figur 4.3 og 4.4. (Ref. 4, 5 og 6). Forbes' resultater er baseret på skrifttypen Helvetica.



Figur 4.3: Læseafstand i forhold til skrifthøjde (m/mm) som funktion af luminans for forskellige farvekombinationer (Reference 4, 5 og 6)



Figur 4.4: Den luminans, der kræves ved forskellige læseafstande i forhold til skrifthøjden, for to farvekombinationer (Reference 4 og 5)

Figur 4.4 viser Forbes' resultater for farvekombinationerne rød/hvid og hvid/blå sammen med luminanserne 3, 5 og 10 cd/m<sup>2</sup>. Det ses, at læseafstanden er relativt lav og afhænger af luminansniveau og farvekombination. Luminansniveauet på 3 cd/m<sup>2</sup> er det lavest acceptable, men 10 cd/m<sup>2</sup> er ganske godt. Niveauet skal dog op på omkring 30 cd/m<sup>2</sup> før de fleste bilister vil være tilfredse (ref.5 og 13). Højere niveauer op imod 100 cd/m<sup>2</sup> vil være blændende.

Forbes' formler (ref.4 og 6) for sammenhængen mellem luminansen (L) af de hvide dele og læsbarhedsindekset LI (forholdet mellem læseafstand (D) i m og skrifthøjden (H) i cm) for forskellige farvekombinationer er vist i figur 4.5.

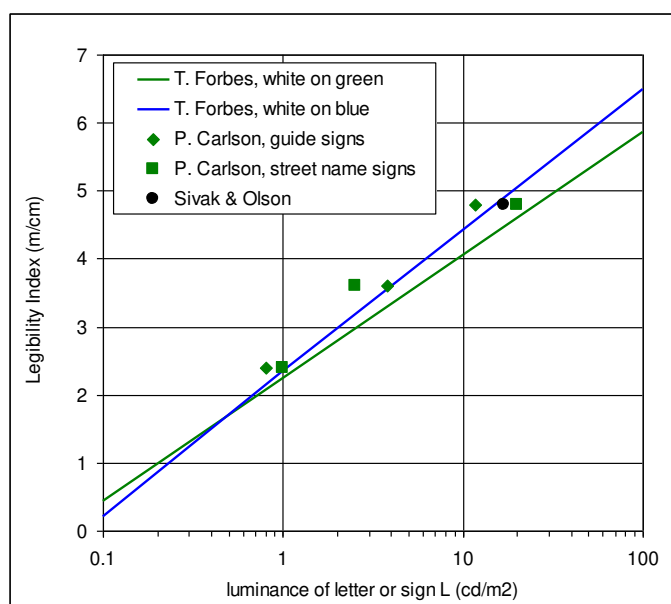
Læsbarhedsindekset LI som funktion af luminansen L	Farvekombination
$LI = D/H = 2,35 + 2,07 \times \log(L)$	Hvid på blå
$LI = D/H = 2,19 + 1,54 \times \log(L)$	Hvid på rød
$LI = D/H = 2,24 + 1,81 \times \log(L)$	Hvid på grøn
$LI = D/H = 2,42 + 2,12 \times \log(L)$	Hvid på sort/ sort på hvid
$LI = D/H = 2,28 + 1,91 \times \log(L)$	Sort på gul
$LI = D/H = 2,16 + 1,38 \times \log(L)$	Sort på orange
$LI = D/H = 2,14 + 1,36 \times \log(L)$	Hvid på brun

Figur 4.5: Forbes' formler for forskellige farvekombinationer

Forbes' resultater om sammenhæng skal tages med et grant salt for luminanser over 30 cd/m<sup>2</sup>, men så høje luminanser forekommer normalt ikke ved kørsel med nærlys om natten.(reference 5).

Der er senere udført flere studier, som er foretaget under vidt forskellige betingelser og ved brug af ret forskellige metoder. Det må da også konstateres, at resultaterne er meget spredte og sammenlignet med Forbes' resultater, synes Forbes kurver at ligge som en nedre grænse. (ref.6)

Nye undersøgelser foretaget af Carlson (2003) under velkontrollerede forsøgsbetingelser har nu bekræftet Forbes' resultater, når det gælder gruppen af ældre bilister på 55 år og derover. I Carlsons undersøgelser indgik farvekombinationerne hvid/grøn og hvid/blå (se figur 4.6) (ref.6).



Figur 4.6: Carlsons resultater(2003) for vejvisningstavler og gadenavneskilte i farvekombinationen grøn/hvid sammenholdt med Forbes' data for hvid på grøn og hvid på blå. Sivak & Olson's anbefalede værdi er også vist.

Sivak and Olson, (1985) har sammenholdt geometriske middelværdier for en række undersøgelser af vejtavlers læsbarhed. Derudfra anbefaler de en luminansværdi på  $16,8 \text{ cd/m}^2$  for 85percentilen af ældre bilister og et læsbarhedsindeks på  $4,8 \text{ m/cm}$ . Det svarer til et punkt, der ligger på Forbes' kurve for farvekombinationen hvid og blå.

I 2007 gentog Carlson sine studier fra 2003 men med flere farvekombinationer. Resultaterne bekræftede det han fandt i 2003. Derudover fandt han at hvid på blå kræver mindre luminans end hvid på grøn, som igen kræver mindre luminans end hvid på brun.

I 1994 fandt Mace, at sammenhængen mellem læseafstand og skrifthøjde kun er lineær op til cirka 600 ft. (183 m) med en skrifthøjde på 8 – 10 in. (20,3 – 25,5 cm) for yngre observatører og 12 in (30,5 cm) for de ældre. Herefter flader kurven ud. En yderligere forøgelse af skrifthøjden ud over denne kritiske værdi, resulterer i en væsentlig mindre stigning i læseafstand. (ref. 13 p.142)

### Læsbarhed af symboler

Generelt er læsbarheden af symboltavler bedre end tilsvarende teksttavler. Læseafstanden kan være op til 2-3 gange så stor. Det varierer dog en hel del afhængigt af, hvor gode symbolerne er (ref.6, ref.13, ref.16).



Den bedre læsbarhed af gode symboltavler gælder for ældre så vel som for yngre bilister.

Gode symboler består af elementer med grove konturer og med tilpas stor separation mellem de forskellige dele af symbolet, hvilket resulterer i en tydelig "Gestalt". Det betyder med andre ord, at symbolerne har en lav spatial frekvens. En lav spatial frekvens er generelt en vigtig forudsætning for læsbarhed på lang afstand, og det gælder i særlig grad for ældre trafikanter.

Tavler med fint designede symboler kræver samme luminans som teksttavler i samme farvekombination, mens symboler i mere kraftig/fed design kræver mindre luminans (Carlsson 2007-ref.6).

En længere læsbarhed giver længere tid til respons.

Et problem ved anvendelse af symboler kan dog være, at betydningen ikke altid er helt indlysende for betragteren i modsætning til en læsbar tekst. Nogle undersøgelser tyder på en tendens til, at ældre trafikanter generelt set har lidt sværere ved at forstå betydningen af symboler end yngre, hvorfor en del ældre foretrækker tekstinformation i stedet for (ref.14 og 15).

#### ***Vejtavlers tydelighed mindskes på en kompleks baggrund***

Tydeligheden af en vejtafle – dvs. hvor iøjnefaldende den er - afhænger både af tavlens placering, tavlens karakteristika, baggrund og omgivelser samt trafikantens visuelle formåen.

Den tid bilister skal bruge til at søge og finde visuel information på vejtavler øges med stigende grad af forstyrrende baggrund ("clutter"). (ref. 7 og 11)

Flere undersøgelser har dokumenteret, at hvis yngre bilister har problemer med at foretage en effektiv visuel søgning efter vejtavler på steder med forstyrrende visuelle omgivelser (høj grad af "clutter") så bliver problemet endnu større for de ældre bilister (ref.11, 12, 13). Det skyldes bl.a., at "useful field of view" reduceres med alderen og ældre har dermed behov for brug af et større antal fikseringer til at afsøge information. Ældre behøver oftere flere tilbagevendende blik på et mål. (ref.7, 11)

***Både størrelse og farve*** er også vigtige for detektering af vejtavler. Undersøgelser har således vist, at hvide tavler har større detekteringsgrad end farvede tavler.

### **4.3 Fokuseringsforsinkelse**

Når en bilist flytter blikket fra vejen og trafikken forude for at checke hastigheden på speedometeret på instrumentpanelet inde i bilen, går der tid til at ændre fokuse-

ring fra fjern til nær og justere for de ændrede lysforhold inde i bilen. Efterfølgende skal bilisten vende blikket tilbage til vejen og omgivelserne. En normal bilist på 35 - 40 år vil normalt skulle bruge op til ca. 2 sekunder for at tilpasse øjet, checke speedometeret og vende blikket tilbage til vejen (ref.12).

Ældre bilister bruger mere tid til at justere for ændrede lysforhold, de fokuserer langsommere og har i det hele taget vanskeligere ved at fokusere på nære objekter. Derfor vil ældre bilister normalt bruge længere tid til den samme manøvre. (ref.7, 12).

Større tal og symboler, bedre luminans og større kontrast både i vejtavler og i instrumentpanelets visninger vil alt andet lige gøre det lettere for de ældre bilister.

Synsskarpheden aftager generelt med stigende alder. Bilisters visuelle verden er hele tiden i bevægelse. Dynamisk synsskarphed forringes hurtigere med alderen end den statiske synsskarphed. Det hænger sammen med, at ældre skal bruge længere tid til at justere fokuseringen. Personer der har samme statiske synsskarphed kan godt have forskellig dynamisk synsskarphed.(ref. 13)



Figur 4.7: Illustration af ældre trafikanters visuelle verden

#### 4.4 Aldring af øjne

Den generelle aldring af øjne medfører (ref.7, 11, 12, 13, 19):

- Øget spredning af lyset i øjet med øget følsomhed for blændingseffekter
- Hornhinderne bliver gule og dermed reduceres mængden af blå lys, der kan nå nethinden

- Mængden af lys der kommer ind i øjet mindskes generelt, dels fordi linserne gulnes, og dels fordi pupillerne bliver mindre, så der lukkes mindre lys ind. Ved 60 års alderen er lysmængden reduceret til ca.  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  af det, der kom ind ved 20 års alderen
- Linserne vokser hele livet og bliver ved med at tilføje nye lag, hvorved de inderste lag får tilført mindre ilt. De centrale lag bliver rigide (stive) og dermed nedsættes øjets evne til at akkommodere (tilpasse) og fokusere på nære objekter. Det sker typisk omkring 40 – 50 år og den reducerede smidighed resulterer i *fokuseringsforsinkelser* i forhold til unge øjne
- Der dannes med alderen et gult pigment på den centrale del af nethinden, hvor vi oprindeligt har det bedste syn
- Generelt bliver muskelfibrene mindre elastiske med alderen. Det gælder også for øjne. Det medfører at ældre trafikanter må dreje hovedet som supplement til øjenbevægelser for at bringe perifere objekter ind i det centrale synsfelt.
- Når lysniveauet ændres op eller ned, tilpasser øjet sig de ændrede forhold. Tilpasningsprocessen tager tid – flere minutter - og den tid, der går, øges med alderen.
- Ældre trafikanter har vanskeligere ved at skelne farver. De ser farver på samme måde som yngre, der ser gennem et gult filter, hvilket betyder, at der kommer mindre lys ind i øjet, og de blå nuancer sorteres fra.

Derfor har ældre bilister svært ved at opfatte og skelne blå, blågrønne og violette farver på vejtavler. Blå tekst på grøn baggrund er vanskelig at læse for alle men især for ældre.

- Synsskarpheden (evnen til at skelne detaljer) forringes med alderen. Dynamisk synsskarphed forringes hurtigere med alderen end den statiske synsskarphed.
- Kontrastfølsomheden forringes med alderen. Tabet af kontrastfølsomhed er størst ved de høje spatial frekvenser.
- Synsfeltet reduceres med alderen fra omkring 50-60 år
- Forskningsresultater har vist at ældre trafikanter har vanskeligere ved at søge og finde visuel information, når der er irrelevante distraktorer i de nære omgivelser.

- Ældre bilisters læseafstand i mørke er betydelig kortere end for yngre bilister, og i dagslys kan forskellen være endnu mere markant. Amerikanske undersøgelser fra 1994 (ref.13) viste en forskel på 0,6 – 2,4 m/cm (5-20 ft./in.) i mørke og helt op til 2,4 – 3,6 m/cm (20-30 ft./in.) i dagslys (ref.13).

\*)  $1 \text{ ft.} = 30,48 \text{ cm}$  og  $1 \text{ inch} = 2,54 \text{ cm}$

## 5. Behov for ny viden

Der mangler tidssvarende registreringer af øjenhøjder i den nordiske bilpark.

Der er behov for bedre viden om bilisters læsetid og nødvendige læsestrækning i trafiksituationer med mange informationer (informationsoverbelastning) relateret til alder, f.eks. i forbindelse med vejvisning i forgreningsanlæg på motorveje.

## 6. Referencer

- 1)  
NCHRP Report 400: **Determination of Stopping Sight Distances**, Transportation research Board, Washington D.C., 1997.
- 2)  
AASHTO - **Geometric Design of Highways and Streets** (Green Book) 2001.
- 3)  
Poul Greibe og Marie B. Andersen: **Højden af baglygter og bremselygter på personbiler**, Trafitec Rapport, september 2007.
- 4)  
T.W. Forbes: **Luminance and contrast requirements for legibility and visibility of highway signs**, Final report – part III Interpretation and application, Michigan State University, 1975.
- 5)  
Kjemtrup, Randrup og Sørensen: **Grundlaget for vejtaflers læsbarhed og valg af skrifthøjder**. Dansk Vejtidskrift juni/juli 2003.
- 6)  
CIE-Technical Committee 4-40: **Performance Evaluation of Retroreflective Traffic Signs**, Draft Marts 2008. (Chairman: Poul Carlson, Texas Transportation Institute)
- 7)  
Poul Olson & Eugene Farber: **Forensic Aspects og Driver Perception and Response**, Second Edition 2003, Lawyers and Judges, USA.
- 8)  
M. Sivak, M. Flannagan, E.Budnik, C. Flannagan, S. Kojima: **The locations of headlamps and driver eye positions in vehicles sold in the USA**. University of Michigan, Transportation Research Institute, ERGONOMICS 1997, vol. 40, no. 9, 872-878. USA.
- 9)  
M. Sivak, M. Flannagan, A. Gellatly: **The Influence of truck driver eye position on the effectiveness of retro reflective traffic signs**. Report no. UMTRI-91-35, September 1991.

- 10)  
K. Fitzpatrick, T. Lienau, D.B. Fambro: **Driver Eye and Vehicle Heights for Use in Geometric Design**. Texas Transportation Institute. Transportation Research Record 1612. USA 1998
- 11)  
G.Ho, C. Scialfa, J. Caird, T. Graw: **Visual Search for Traffic Signs – The effects of clutter, luminance and aging**. Human Factors vol. 43.No 2, 2001.
- 12)  
M. Green, M. Allan, B. Abrams and L. Weintraub: **Forensic Vision – with application to Highway Safety**. Third Edition, Lawyers and Judges, USA 2008.
- 13)  
C. Owsley: **Driver Capabilities** and Frank Schieber: **Highway Research to Enhance Safety and Mobility of Older Road users**. Transportation in an Aging Society, Conference Proceedings 27, Transportation Research Board, 1999.
- 14)  
G. Helmers, P. Henriksson, Liisa Hakamiis-Blomquist: **Trafikmiljö för äldre bilförare – analyse och rekommendationer utifrån en litteraturstudie**. VTI rapport 493, 2004.
- 15)  
Fridulv Sagberg: **Påvirkning av bilførere gjennom utformning av vegsystemet**. TØI rapport 648/2003
- 16)  
T.B. Kline, L. M. Ghali, D.W. Kline (university of Calgary, Canada) and S. Brown (Queens University, Ontario, Canada):  
**Visibility Distance of Highway Signs among Young, Middle-Aged and Older Observers: Icons are better than text**. Human Factors, 1990, 32(5), 609 - 619
- 17)  
G.M. Long & D. F. Kearns (Villanova University, Pennsylvania): **Visibility of Text and Icon Highway Signs under Dynamic Viewing Conditions**. Human factors, 1996, 38(4), 690-701.
- 18)  
L. Herland og G. Helmers: **Jämförelse av typsnitt för lokaliseringmärken för vägvisning**. VTI meddelande 818/1997.
- 19)  
Alf Glad: **Sammenhengen mellom synsevne og alder – sammenfatning av litteraturgjennomgang**. Temanotat fra nordisk projekt Dimensionsgivende Trafikant, 2006, [www.nmft.dk](http://www.nmft.dk)

20)

L. Herrstedt: **Nordic Human factors Guidelines. Reaktionstid. Bremsereaktionstid og Beslutningsreaktionstid. Litteraturstudium.** Trafitec rapport, februar 2012. [www.trafitec.dk](http://www.trafitec.dk) og [www.nmft.dk](http://www.nmft.dk)

21)

Vejdirektoratet - Vejreglerådet:

- **Vejvisning Hæfte 0. Generelt om Vejvisning på almindelige veje.**

August 2003.

- **Vejvisning Hæfte 1. Tavletyper for Vejvisning på almindelige veje.**

September 2007. **Samt Tegningsbilag.** August 2003

- **Vejvisning Hæfte 2. Vejnavneskilte og husnumre.** August 2003

- **Vejvisning Hæfte 3. Servicevejvisning på almindelige veje.** September 2007

- **Vejvisning på motorveje Hæfte 6.** Juni 2008

22)

Vejdirektoratet – Vejreglerådet: **Vejregler for åbent land.** 2008

23)

Statens Vegvesent: **Veg- og gateutforming, Håndbok 017, NORMALER,** 2008

24)

Statens Vegvesen, Vegdirektoratet: **Håndbok 265 – Linieføringsteori, VEJLEDNING,** 2008

25)

**Richtlinien für die Anlage von Landstrassen (RAL).** 2008