

# Grunnleggende tekniske krav og spesifikasjoner til "funksjonell" vegoppmerking

Kai Sørensen

## EN 1436 "Road marking materials - Road marking performance for road users

Retrorefleksion i tør tilstand	Synlighed i billygtebelysning
Retrorefleksion i våd tilstand	
Almindelig refleksion	Synlighed i dagslys og vejbelysning
Farver i billygtebelysning *)	Skelnen mellem hvide og gule vejstriber
Farver i dagslys og vejbelysning	
Friktion	Sikkerhed mod fald/udskridning
*) under indarbejdelse i EN 1436, som pt. Revideres.	

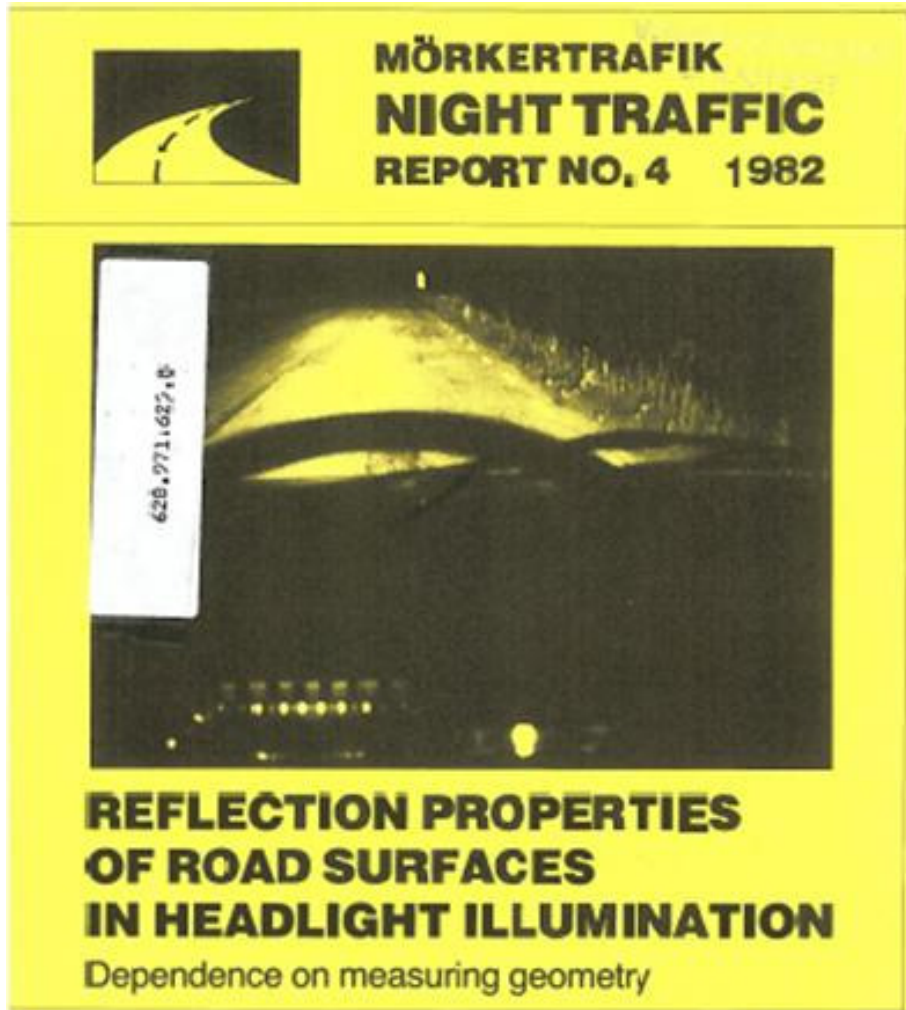
EN 1436 definerer parametrene, og angiver klasser og målemetoder for dem

Alle europæiske lande har vejregler/udbudsforskrifter, der er baseret på EN 1436

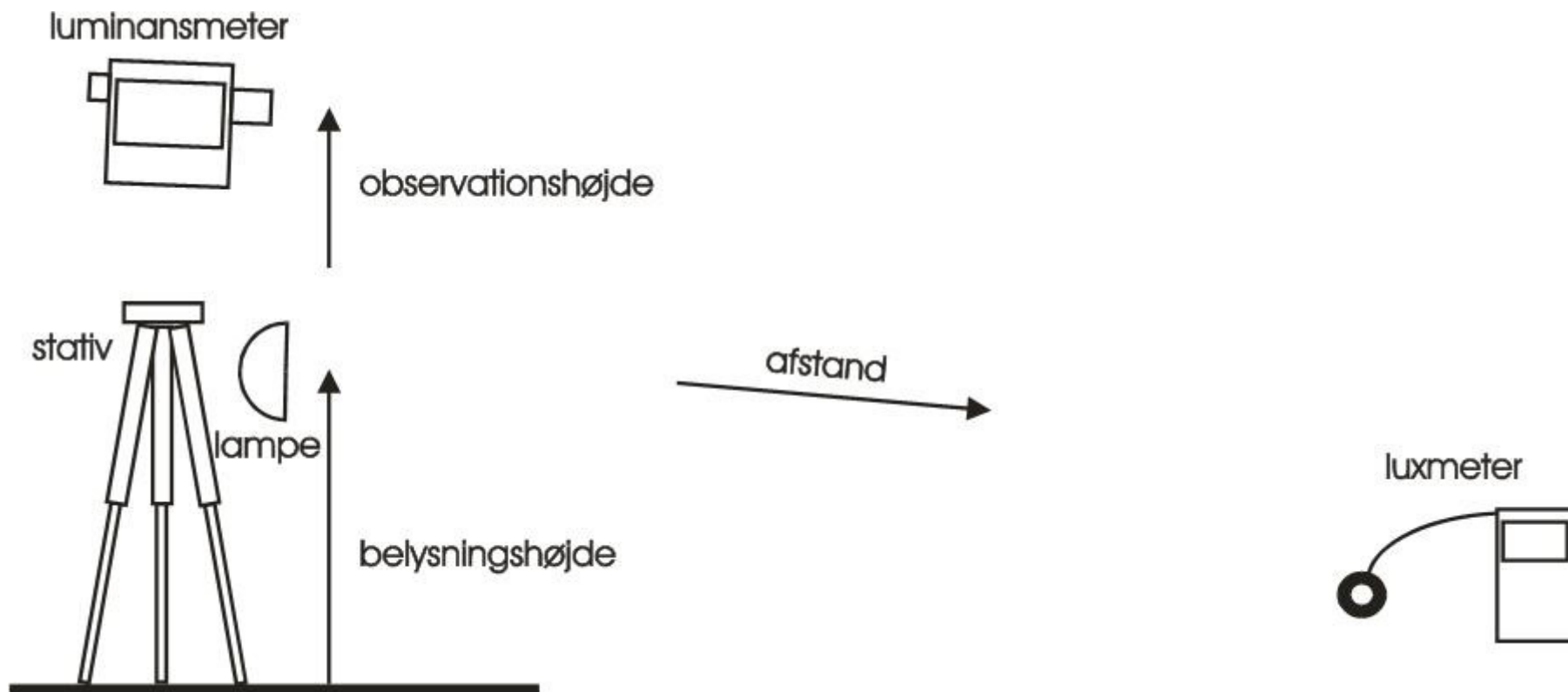
Koefficient for retroreflekteret luminans  $R_L = 1000 \times L/E$   
( $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ )



***Hvordan afhænger  $R_L$  af målevinklerne for vejbelægninger (NMF projekt) ?***



# Opstilling til måling

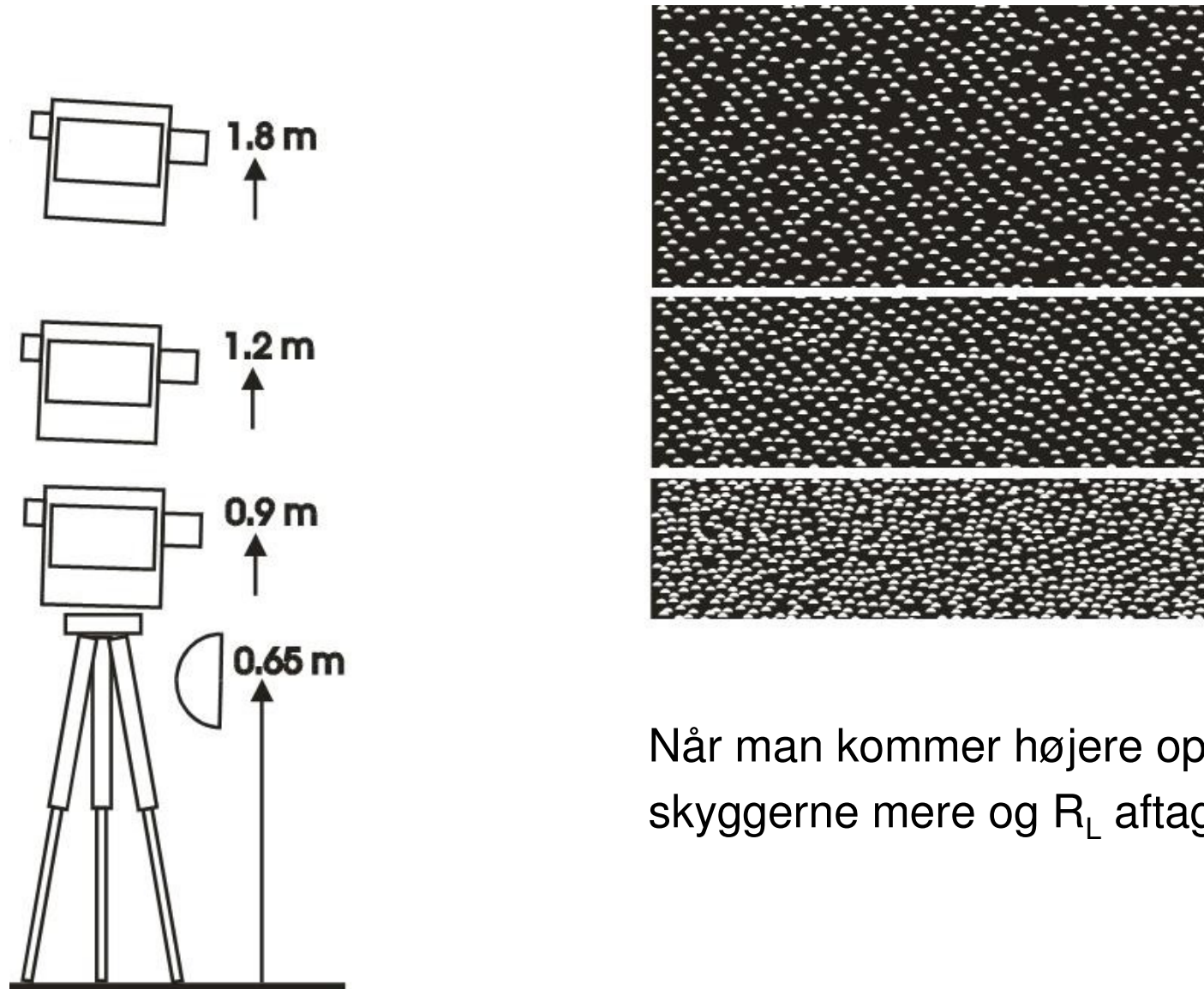


## ***Resultat for vejbelægninger***

$R_L$  er:

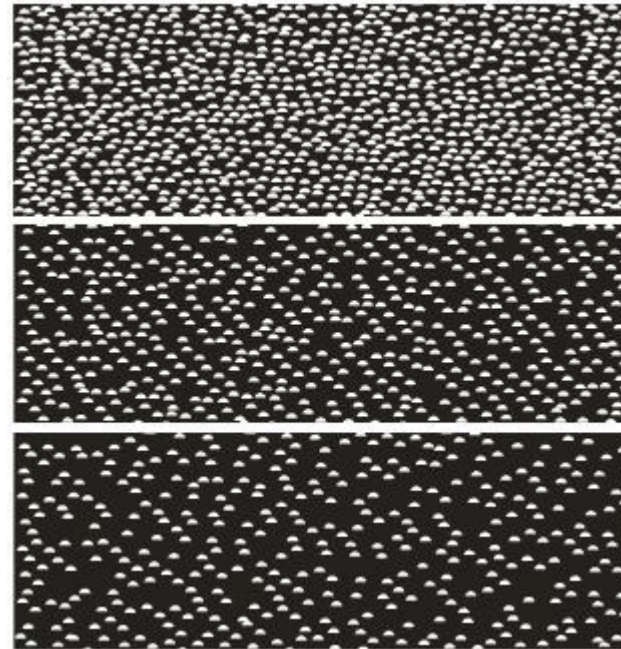
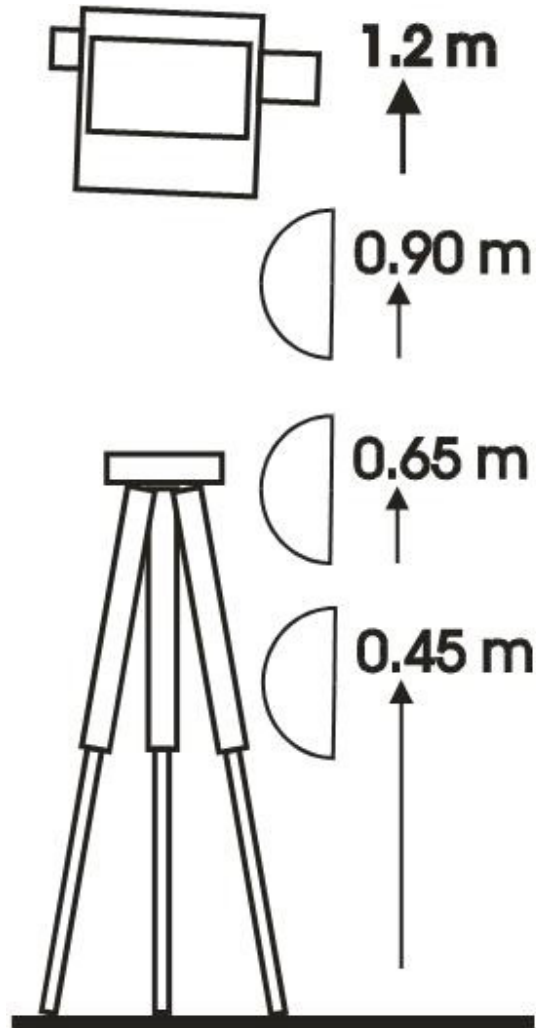
- A. omvendt proportional med observationshøjden
- B. omtrent proportional med belysningshøjden
- C. omtrent uafhængig af afstanden, når blot den er mindst 30 m
- D. (aftager lidt med sideafstanden mellem lygte og luminansmeter)

## Forklaring på A ( $R_L$ aftager med observationshøjden)



Når man kommer højere op, fylder skyggerne mere og  $R_L$  aftager.

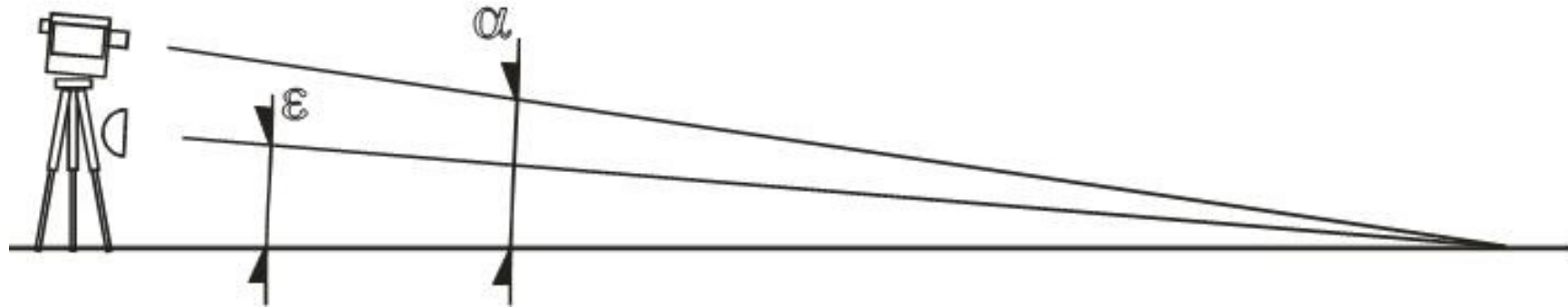
## Forklaring på B ( $R_L$ vokser med lygtehøjden)



Når lygten kommer højere op, lyser den mere af teksten op og  $R_L$  vokser



## ***Forklaring på C (kun lille indflydelse af afstanden)***



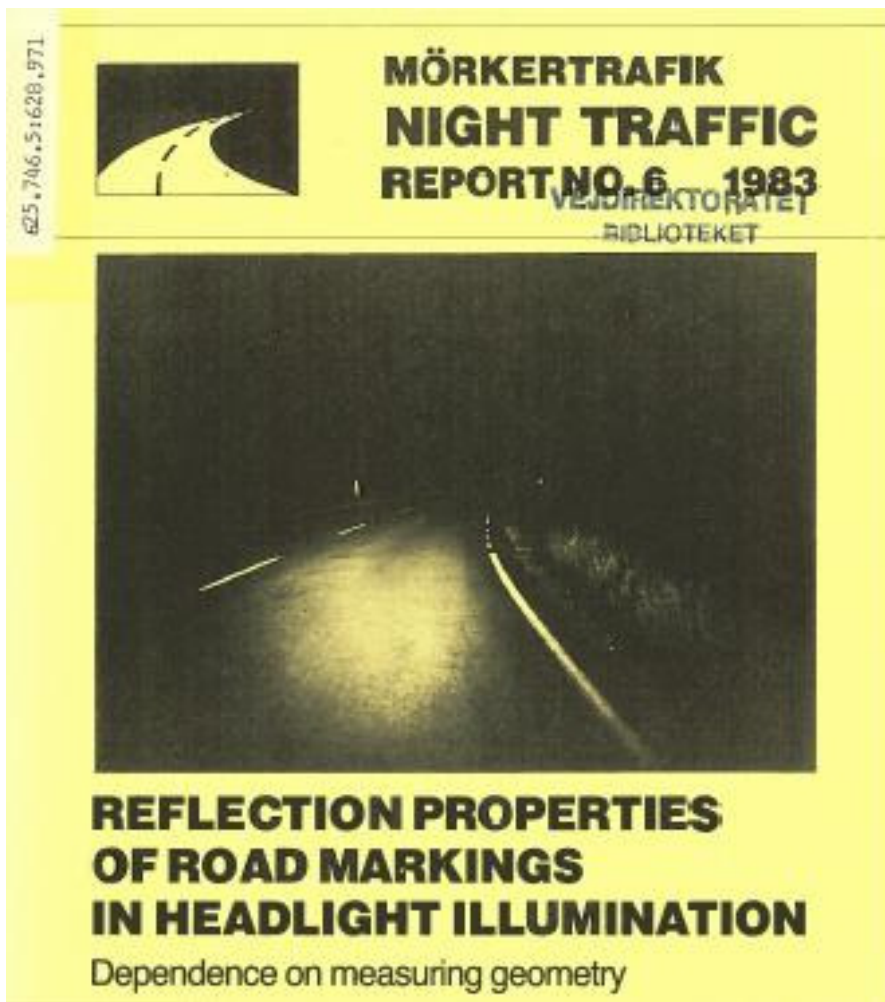
Overflader er kaotiske, når vinklerne er små

## ***Formel for $R_L$ for en vejbelægning***

$$\mathbf{R_L = 318 \times \rho \times G \times T}$$

- hvor 318 ( $1000/\pi$ ) skyldes definition og enhed  
 $\rho$  er materialets reflektans på en skala fra 0 til 1  
 $G$  er forholdet mellem belysnings- og  
observationshøjde  
og  $T$  er en teksturfaktor på en skala fra 0 til 1

***Hvordan afhænger  $R_L$  af målevinklerne for vejstriber (NMF projekt) ?***



## *Udlægning*



*Glasperler*



*Afmærkning til prøveoptagning*



## ***Resultat for vejstriber uden glasperler***

Resultatet er det samme som for vejbelægninger, og den samme simple formel for  $R_L$  gælder fortsat

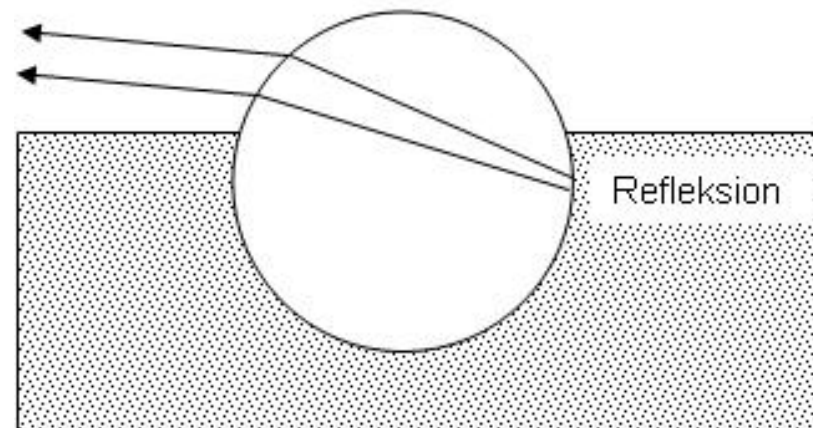
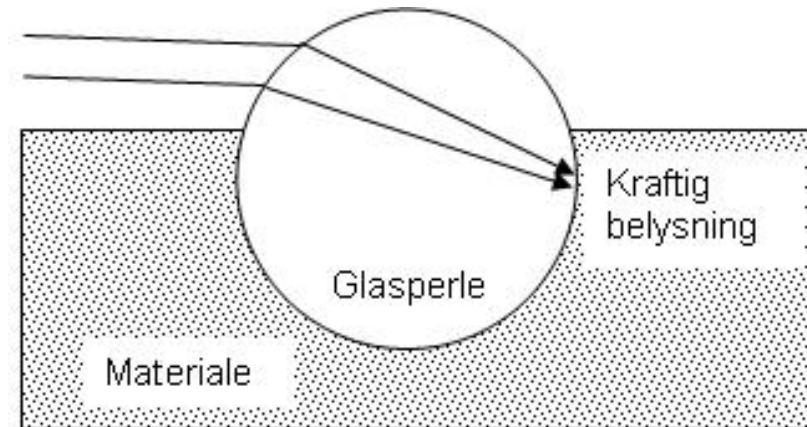
Den eneste forskel er at materialet til vejstriber har en højere reflektans end stenmaterialet til vejbelægninger, hvorved  $R_L$  bliver højere

## ***Resultat for vejstriber med glasperler***

Samme resultat som for vejbelægninger

En glasperle samler lyset på et kraftigt belyst område og virker som en lup til betragtning af området

- Glasperler forstærker refleksionen fra materialet
- Glasperler er dårlige linser, så det reflekterede lys spredes i et stort vinkelområde
- Resultatet er en moderat forstærkning uden ændring af variationen





## ***Formel for glasperlernes bidrag til $R_L$***

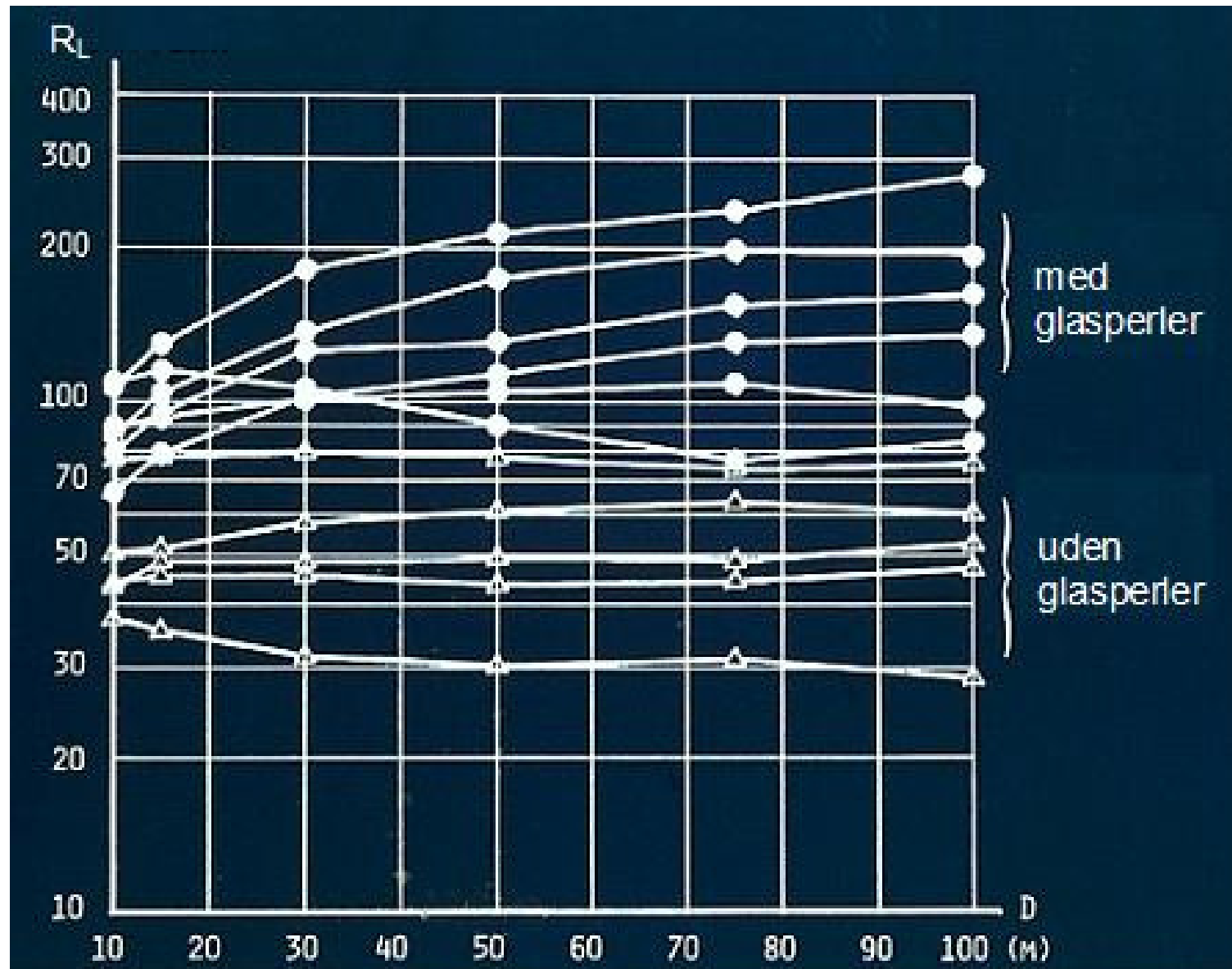
$$\mathbf{R_L = 318 \times \rho \times G \times A \times B}$$

hvor 318,  $\rho$  og G har samme betydning som for overfladens bidrag

A er en forstærkningsfaktor med en værdi på cirka 7

og B er den brøkdel af lyset, der rammer glasperlerne

## Diagram for vejstriber med og uden glasperler



*Det er tilstrækkeligt at måle ved én geometri*



*Tilskuere på prøvestrækningen*



*Det er tilstrækkeligt at måle ved én geometri*



## ***Det er tilstrækkeligt at måle ved én geometri***


Fra cirka 1985 blev der brugt en 50 m geometri i de nordiske lande




I cirka 1995 blev CEN's 30 m geometri indført CEN (EN 1436)



# Den samme geometri blev indført i ASTM



EN 1436:1997 D  
EN 1436:1997 E  
EN 1436:1997 F



**EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION**  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

**Ratifizierter Text der Europäischen Norm**  
**Ratified text of the European Standard**  
**Texte ratifié de la Norme Européenne**

ICS: 93.080.20

**Deskriptoren:** Straßenausstattung, Straßenmarkierung, Reflexion, Retroflexion, Markierungs-Glasperlen, Heißplastikmassen, Kaltplastikmassen  
**Descriptors:** roads, signalling, marking, characteristics, reflection, sunlight, road lighting, motor vehicle head lamps, life: durability, colours, adhesion, quality classes  
**Descripteurs:** route, signalisation, marquage, caractéristique, réflexion, lumière du jour, éclairage des voies publiques, projecteur de véhicule, durée de vie, couleur, adhérence, classe de qualité

**Straßenmarkierungsmaterialien - Anforderungen an Markierungen auf Straßen**

**Anmerkung:**

Der Text der Europäischen Norm wird bis zur nationalen Implementierung zwecks Einsichtnahme zur Verfügung gestellt.

CEN weist auf die folgenden Einschränkungen hin, die mit der Anwendung und dem Verweis auf dieses Dokument verbunden sind (siehe Rückseite).

Interessenten können die nationalen Veröffentlichungen dieser Europäischen Norm von den CEN-Mitgliedern, den nationalen Normungsorganisationen von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik, und dem Vereinigten Königreich beziehen.

**Road marking materials - Road marking performance for road users**

**Notice:**

The text of the European Standard is made available in order to facilitate access to information, pending its national implementation.

CEN draws attention to the limitations which are attached to the use of and reference to this document (see reverse page).

Interested parties can have access to the national publications of this European Standard from the CEN members who are the national standards organizations of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

**Produits de marquage routier - Performances des marques appliquées sur la route**

**Avertissement:**

Le texte de la Norme Européenne est mis à disposition afin de faciliter l'accès à l'information, en attendant sa mise en application nationale.


Le CEN attire l'attention sur les limitations liées à l'emploi de ce document ainsi qu'aux références qui peuvent y être faites (voir au verso).

Les parties intéressées peuvent se procurer les publications nationales de cette Norme Européenne auprès des membres du CEN, qui sont les institutions nationales de normalisation d'Allemagne, d'Autriche, de Belgique, du Danemark, d'Espagne, de Finlande, de France, de Grèce, d'Irlande, d'Islande, d'Italie, du Luxembourg, de Norvège, des Pays-Bas, du Portugal, de la République Tchèque, du Royaume-Uni, de Suède, et de Suisse.

**CEN**  
**DS ARKIV-EKSEMPLAR**

© 1997 CEN - All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members. Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres nationaux du CEN. Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Rue de Stassart, 36 • B-1050 Bruxelles  
Tél : +32 2 550 08 11 • Fax : +32 2 550 08 19



**Designation: E 1710 - 97**

## Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation E 1710; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

### 1. Scope

1.1 This test method covers measurement of the retroreflective properties of horizontal pavement marking materials containing retroreflecting beads, such as traffic stripes and surface symbols, using a portable retroreflectometer that can be placed on the road delineation to measure the retroreflection at a prescribed geometry.

*NOTE 1—The restriction to bead based materials is for the purpose of ensuring a sufficiently gradual optical response function (from points of the source aperture to points of the receiver aperture) to allow generous sized instrument source and receiver apertures.*

1.2 The entrance and observation angles of the retroreflectometer affect the readings. As specified by the European Committee for Standardization (CEN), the entrance and observation angles shall be 88.76° and 1.05°, respectively.

1.3 This test method is intended to be used for field measurement of pavement markings but may be used to measure the performance of materials on sample panels before placing the marking material in the field.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

### Performance for Road Users<sup>3</sup>

### 3. Terminology

3.1 The terminology used in this test method generally agrees with that used in Terminology E 284.

3.2 *Definitions*—The delimiting phrase “in retroreflection” applies to each of the following definitions when used outside the context of this or other retroreflection test methods:

3.2.1 *coefficient of retroreflected luminance*,  $R_L$ ,  $n$ —the ratio of the luminance,  $L$ , of a projected surface to the normal illuminance,  $E_L$ , at the surface on a plane normal to the incident light, expressed in candelas per square metre per lux ( $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ ).

3.2.1.1 *Discussion*—Because of the low luminance of pavement markings, the units used commonly are millicandelas per square metre per lux ( $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ ).

3.2.2 *co-entrance angle*,  $\beta_C$ ,  $n$ —the complement of the entrance angle ( $90^\circ - \beta$ ).

3.2.3 *co-viewing angle*,  $\nu_C$ ,  $n$ —the complement of the viewing angle ( $90^\circ - \nu$ ).

3.2.4 *entrance angle*,  $\beta$ ,  $n$ —the angle between the illumination axis and the retroreflector axis.

3.2.5 *observation angle*,  $\alpha$ ,  $n$ —the angle between the illumination axis and the observation axis.

3.2.6 *portable retroreflectometer*,  $n$ —a hand-held instrument that can be used in the field or laboratory for measurement of retroreflectance.

3.2.6.1 *Discussion*—In this test method, “portable retroreflectometer” refers to a hand-held instrument that can be placed over roadway delineation to measure the coefficient of retroreflected luminance with a prescribed geometry.

3.2.7 *presentation angle*,  $\gamma$ ,  $n$ —the angle between the observation half-plane and the half-plane that originates on the illumination axis and that contains the retroreflector axis.

3.2.8 *instrument standard*,  $n$ —working standard used to standardize the portable retroreflectometer.

3.2.9 *retroreflection*,  $n$ —a reflection in which the reflected rays are returned preferentially in directions close to the opposite of the direction of the incident rays, this property


### 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*  
D 4061 Test Method for Retroreflectance of Horizontal Coatings<sup>2</sup>  
E 284 Terminology of Appearance<sup>2</sup>  
E 809 Practice for Measuring Photometric Characteristics of Retroreflectors<sup>2</sup>  
2.2 *Other Standard:*  
CEN EN 1436 Road Marking Materials—Road Marking

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee E-12 on Appearance and is the direct responsibility of Subcommittee E12.10 on Retroreflection.  
Current edition approved Dec. 10, 1997. Published September 1998. Originally published as E 1710 - 95. Last previous edition E 1710 - 95a.  
<sup>2</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 06.01.

<sup>3</sup> Available from European Committee for Standardization, Central Secretariat (CEN), rue de Stassart 36, B1050 Brussels, Belgium.

## *Hvor høje $R_L$ værdier kan vi få ?*



Hvid mur: maksimum 318 ( $1000/\pi$ )

Korte profiler: cirka det halve (pga skygger)

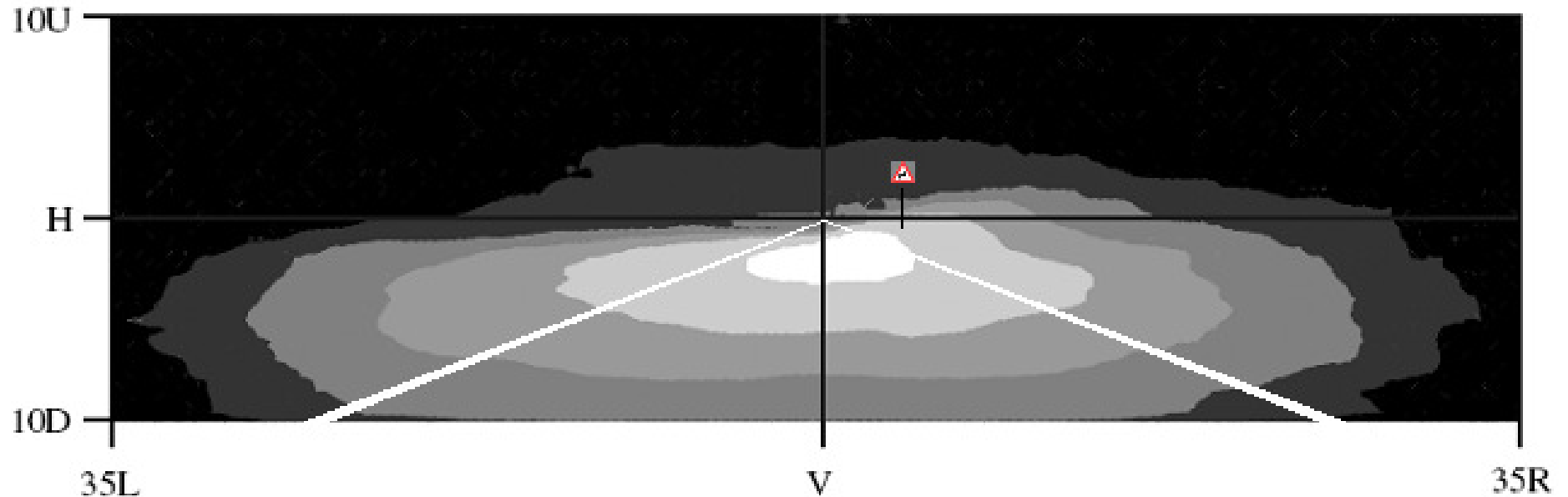
Skarpkantede lyse sten cirka 100

Vejbelægninger, 10 til 30

Vejstriber med virksomme glasperler, op til 400



## *Sammenligning med retroreflekterende vejtavler*



Retroreflekterende vejtavler får meget lavere belysning end vejstriber, men har til gengæld en 100 til 1000 gange kraftigere retrorefleksion inden for en smal retroreflekteret stråle

# *En prøvestrækning*



## *En prøvestrækning i regnvej*

Kun profilerede vejstriber står tilbage

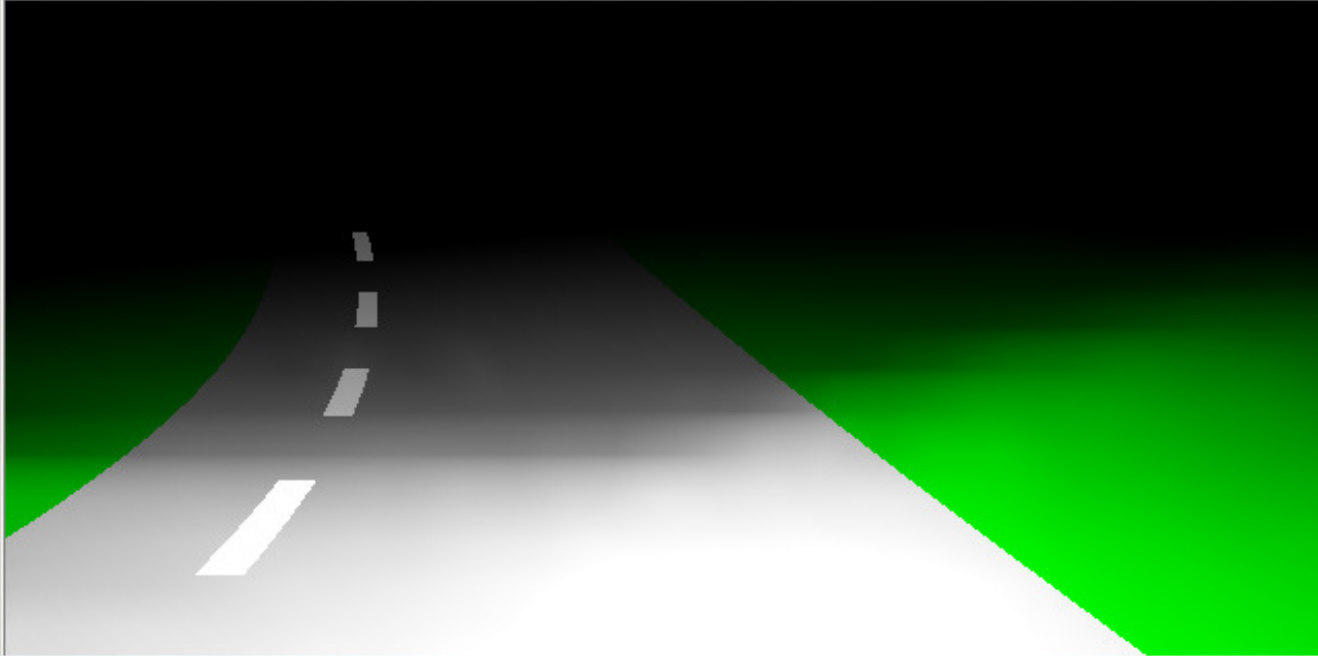




*Våd tilstand*

# Hvor høje værdier har vi brug for (COST 331)?

**Visibility distance of longitudinal road markings**



**Update**

Luminance: 0.02 cd/m<sup>2</sup>

**Headlamp(s)**  
 Low-beam  
 EU car 50th percentile

Light output  
 See UMTRI-2000-36 for EU cars.  
 Note: Set Intensity factor for depreciation.

**Result**  
 THE ROAD MARKING IS VISIBLE AT (VL=10): 50 m  
 (gives a preview time of 2.3 s at the speed of 80 km/h)

**Driver and vehicle**  
 Traffic:  Left  Right  
 Vehicle:  Car  Lorry  MC  
 Speed [km/h]: 80  
 Glare (Veiling luminance) [cd/m<sup>2</sup>]: 0

**Headlamp illumination**  
 Off  Low  High  
 Intensity factor: 1.00  
 Surface RL [mcd/m<sup>2</sup>/lx]: 10  
 Marking RL [mcd/m<sup>2</sup>/lx]: 100

**Diffuse illumination**  
 Off  On  
 Illuminance [lx]: 1000  
 Surface Qd [mcd/m<sup>2</sup>/lx]: 80  
 Marking Qd [mcd/m<sup>2</sup>/lx]: 130

**Curvature of road**  
 Horizontal radius [m]:  Right  Left  Straight 500  
 Vertical radius [m]:  Up  Down  Flat 500

**Marking lay-out**  
 Type:  Continuous  Broken  
 Position:  Left  Right  
 Lane width [m]: 3.5  
 Marking length [m]: 5  
 Marking width [m]: 0.2  
 Gap length [m]: 5  
 Effective marking width used in calculations: 0.100 m

**Print** **About**  
**Help** **Set-up**

## ***Hvor høje $R_L$ værdier har vi brug for ?***

En langsgående vejstribes synlighed afhænger af produktet af:

- vejstribens  $R_L$  værdi \*)
- vejstribens areal per løbende meter \*\*)

\*) egentligt skal vejstribens  $R_L$  værdi fratrækkes vejbelægningens  $R_L$  værdi

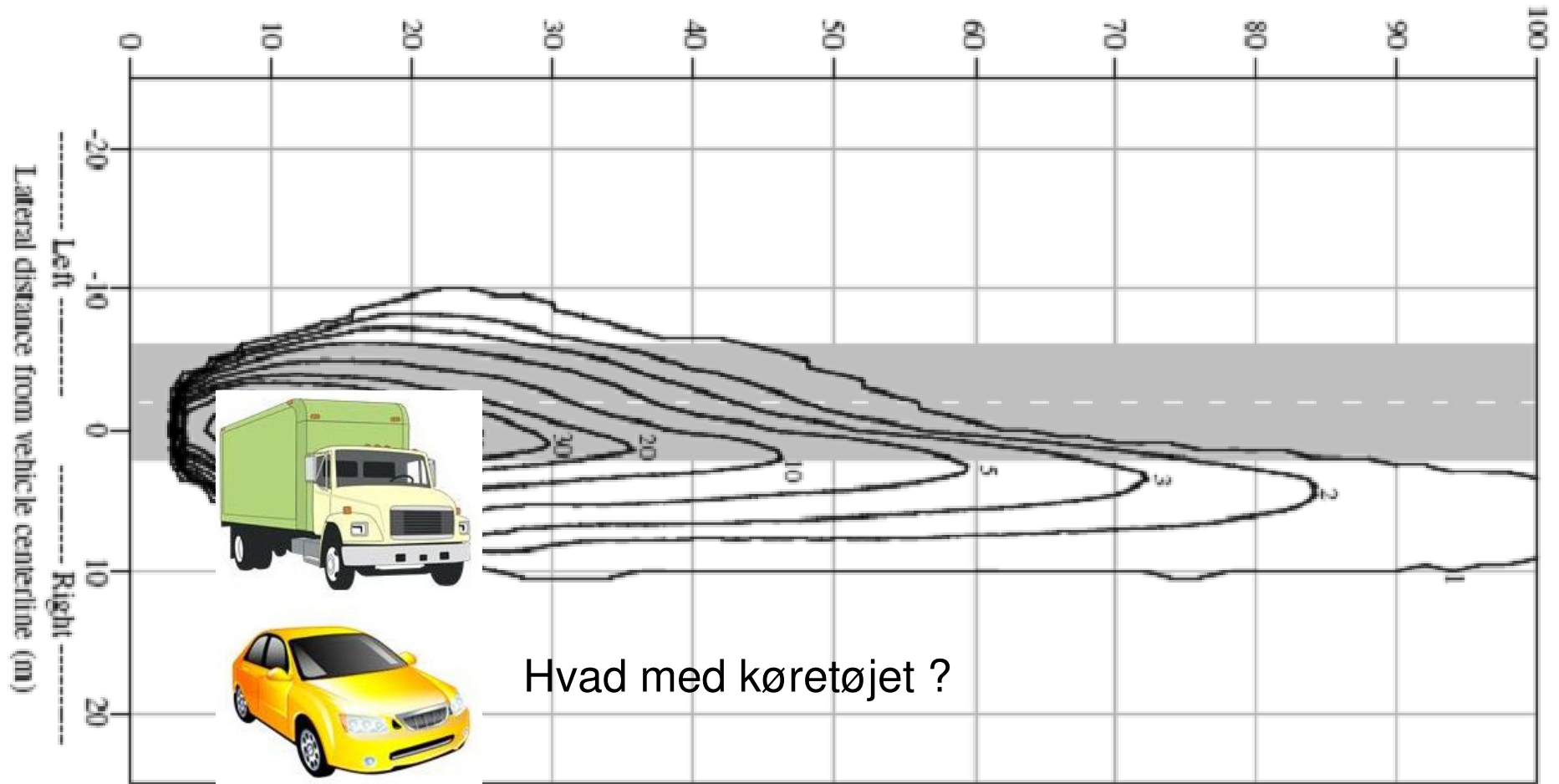
\*\*\*) for en kontinuert linje er dette stribens bredde, ellers en reduceret bredde

Billygterne og førerens alder spiller ind, mens blænding fra modkørende har en kraftigt reducerende effekt

Man kan se en vejstribe med en  $R_L$  værdi på 100 ud til nærlysgrænsen når forholdene er rimeligt gode

# Gennemsnitligt nærlys i Europa (UMTRI 2003)

Longitudinal distance from headlamps (m)



# Kravværdier og kontrol ved garantiperiodens udløb

Kravværdien for tør tilstand er normalt 100, i nogle tilfælde 150 eller 200

Fuldskalamålinger er meget vanskelige at udføre og benyttes ikke



Bærbare retroreflektometre kan bruges til kontrol, men det er tidskrævende og vanskeliggøres af trafik



Køretøjsbaserede retroreflektometre er bekvemme, men nøjagtigheden diskuteres





## ***Kravværdier og kontrol ved garantiperiodens udløb***

Den eneste mulighed for kontrol er pt. bærbare retroreflektometre og ”spandevåd”

Men der er et igangværende projekt om at beregne vådværdien på baggrund af mobil teksturmåling

## ***Projekt om vådværdi***

Udgangspunkt: VTI Notat 5 2006 "Prediktion av våta Vägmarkeringars retroreflexion från mätningar på torra vägmarkeringar"

$$R_L(\text{våt}) \cong -8 + 0,14 \times R_L(\text{tor}) + 18 \times \text{MPD} (\pm 16 \text{ enheder})$$

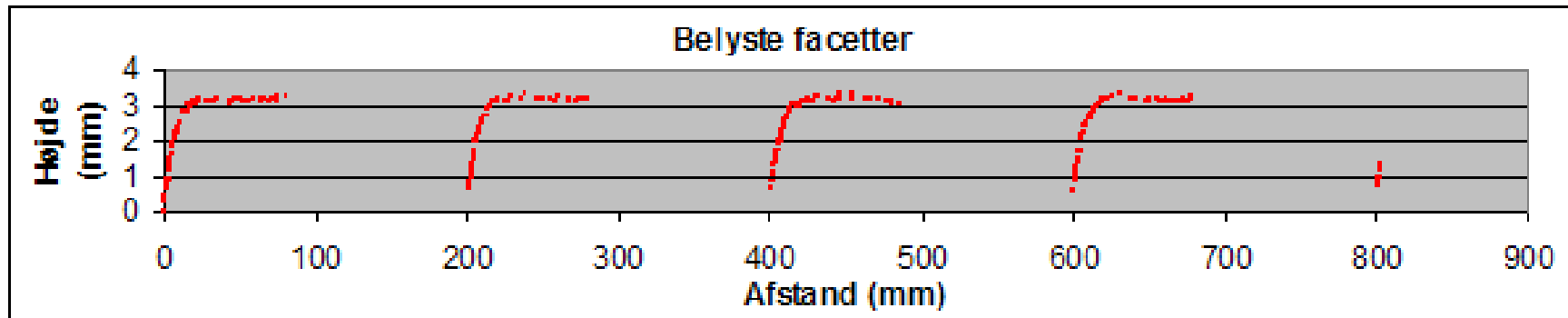
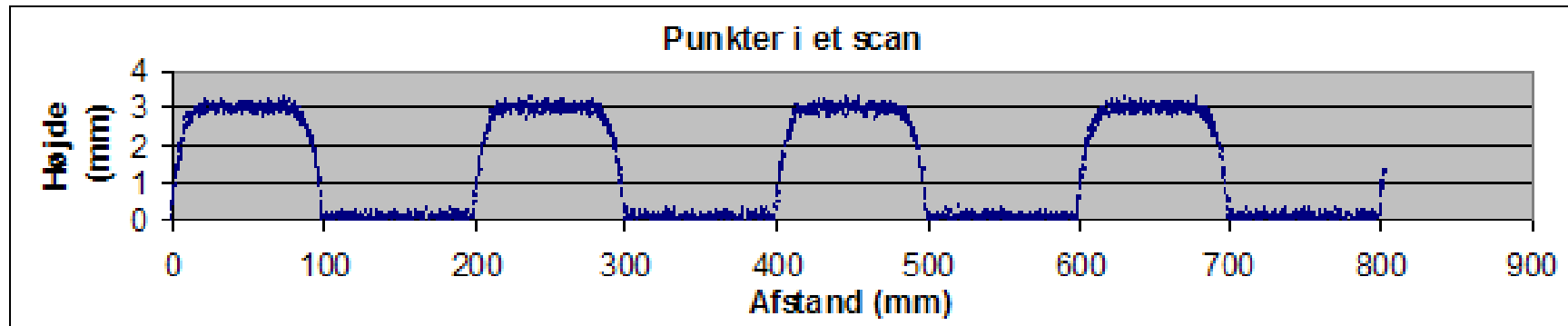
Idé: MPD (Mean Profile Depth) kan erstattes af teksturfaktoren T, som er mere direkte knyttet til profilernes bidrag til  $R_L$  så der opnås en bedre korrelation

Eksempel: En Longflex



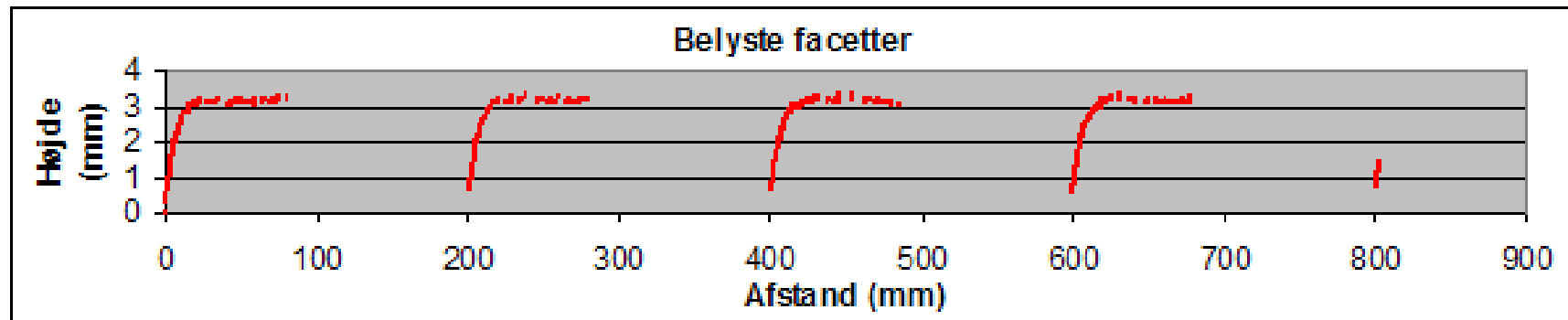
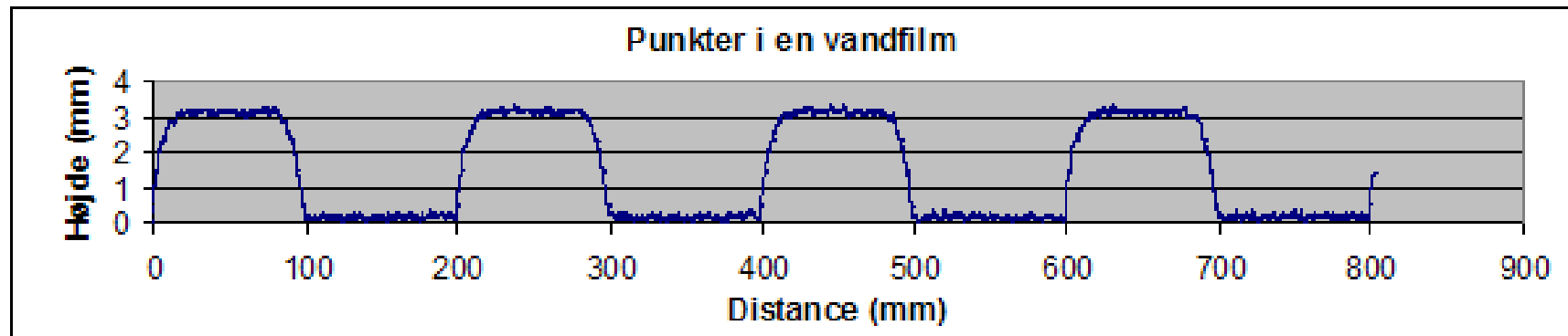
## Projekt om vådværdi

Tør tilstand: T beregnes til 0,44; overfladens  $R_L$  estimeres til 53



## Projekt om vådværdi

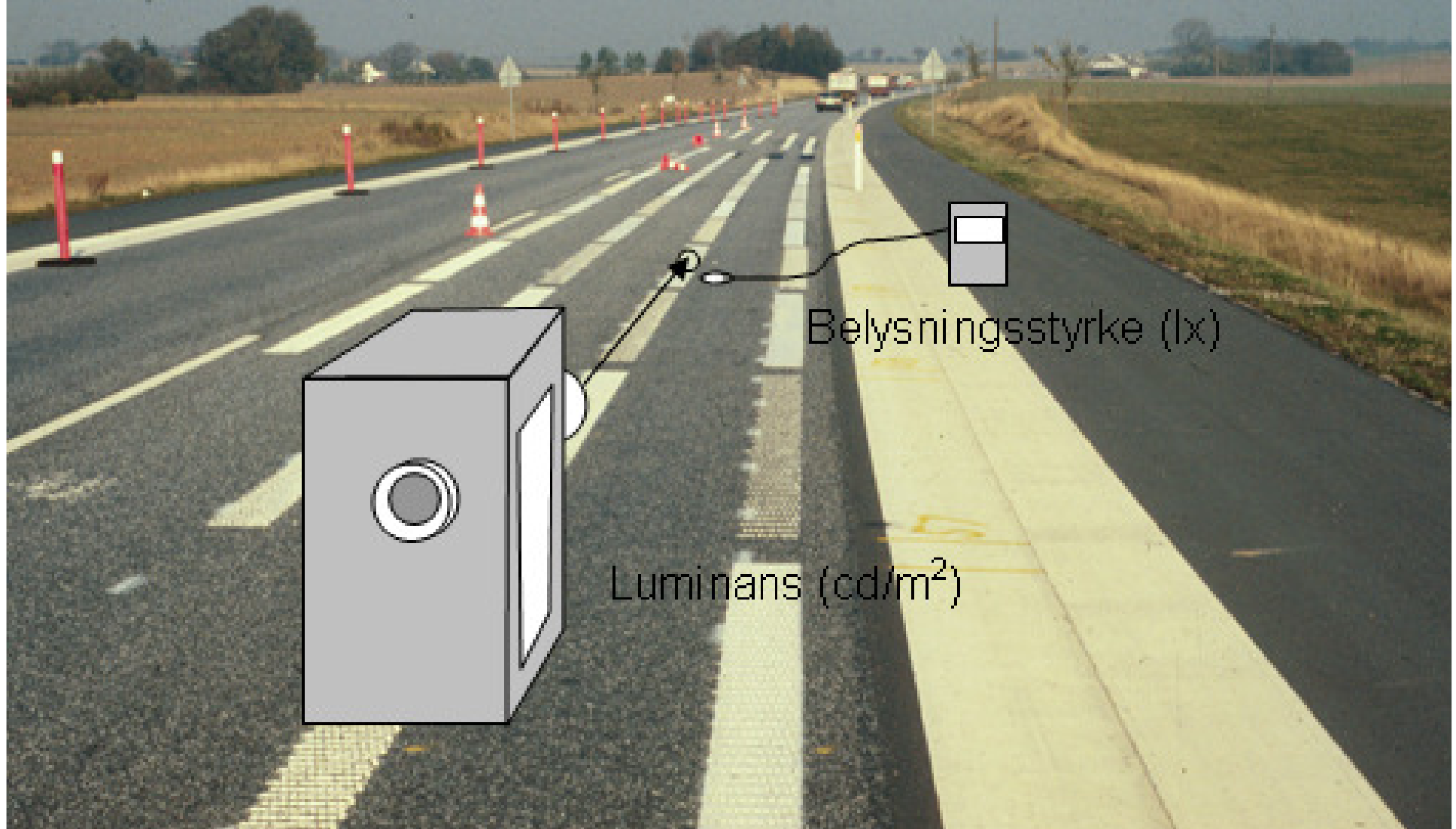
Våd tilstand: T beregnes til 0,13; overfladens  $R_L$  estimeres til 15



Vi får se

Luminans koefficient under diffus belysning  $Q_d = 1000 \times L/E$   
( $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ )

Målegeometrien er 30 m geometrien



Hvor høje Qd værdier kan vi få ?

Vejbelægninger: 40 - 80

Vejstriber: 80 -250

Teoretisk maksimum: 318 ( $1000/\pi$ )

# Dagslys: Tilstrækkelig kontrast fører til lange synsafstande



Modlys; Profilerede striber får lille kontrast og kan helt forsvinde





Qd er også relevant for vejbelysning





## Måling af Qd og kravværdier

Qd30 er det bedste måleapparat, men bliver ikke fremstillet længere

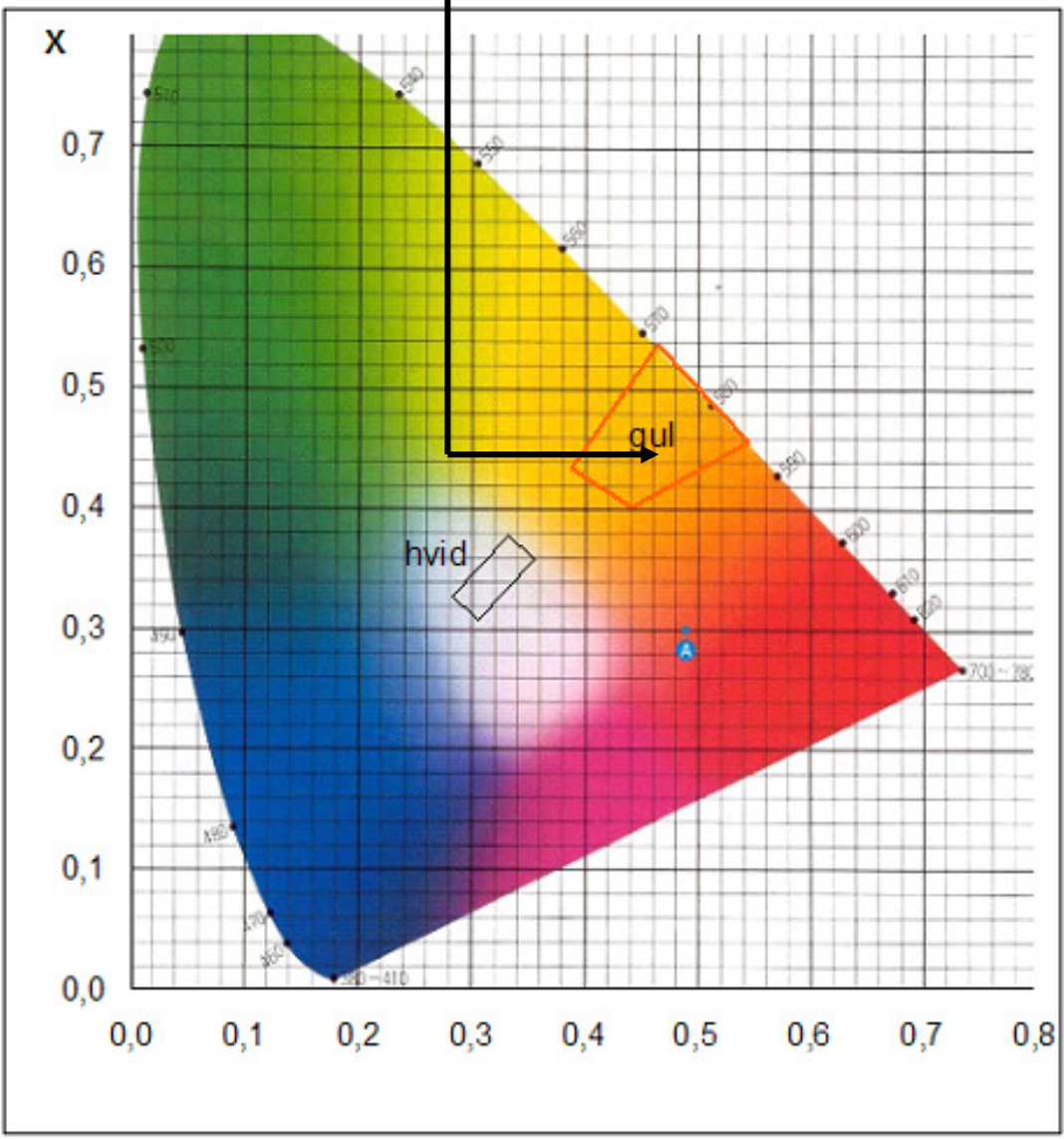
Flere retroreflektometre til måling af  $R_L$  er udstyret med en Qd funktion

Der findes ikke udstyr til mobil måling af Qd

Der benyttes som regel kravværdier på 100 eller 130

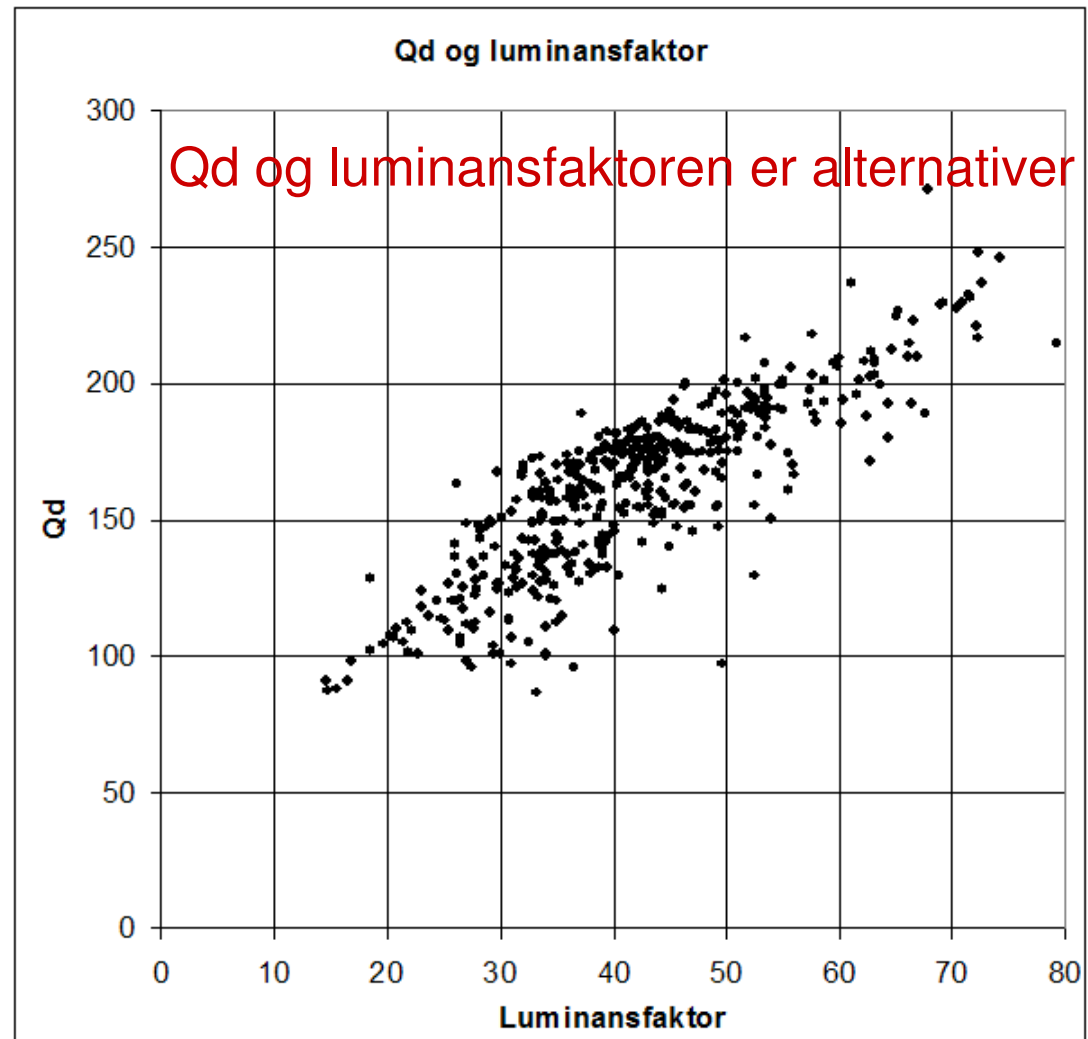
# Dagslysfarver

Farvekoordinater x,y



# Luminansfaktor

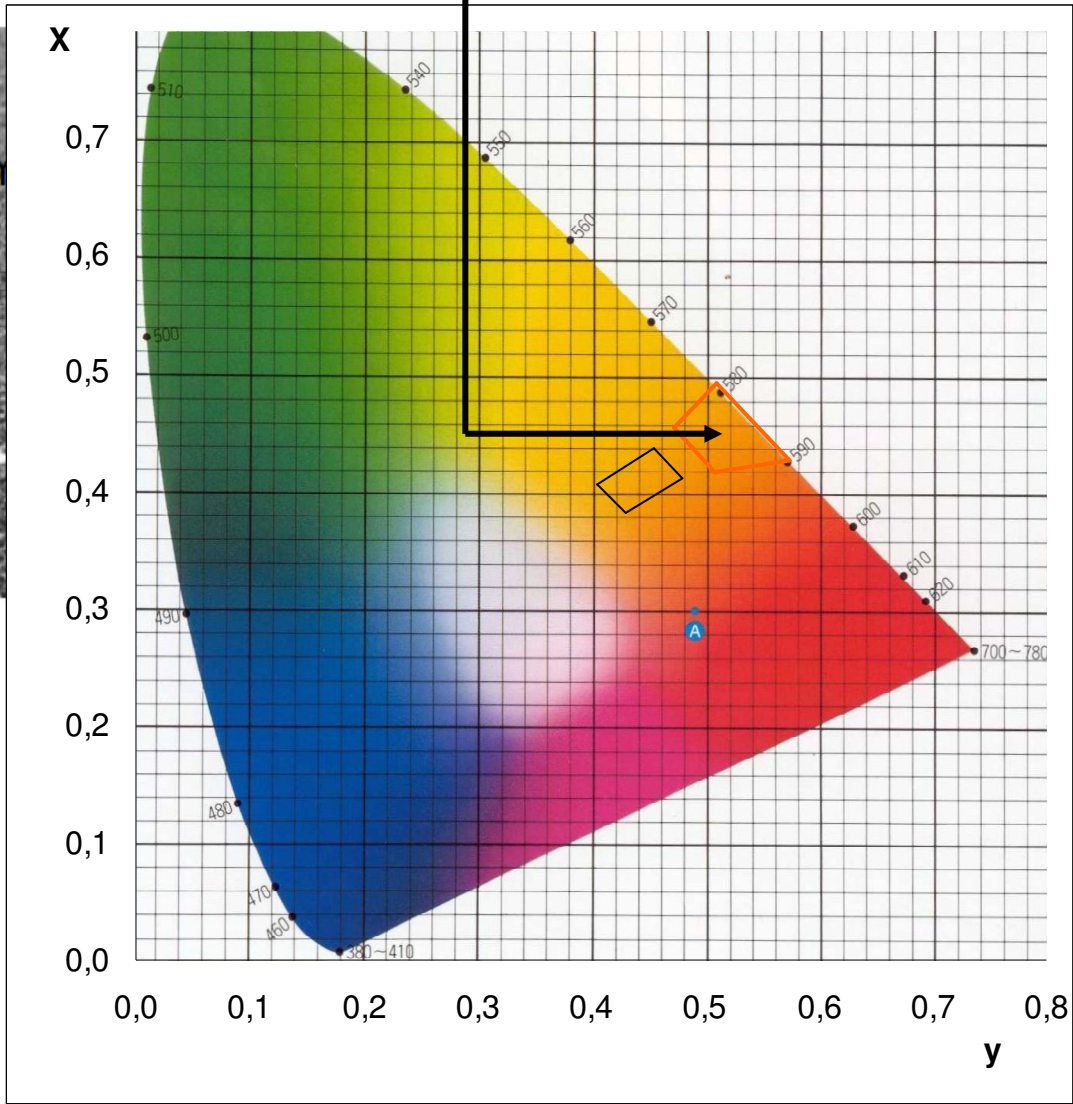
Luminansfaktor i procent



Kravværdier er typisk 30 eller 40%

# Farver i billygtebelysning

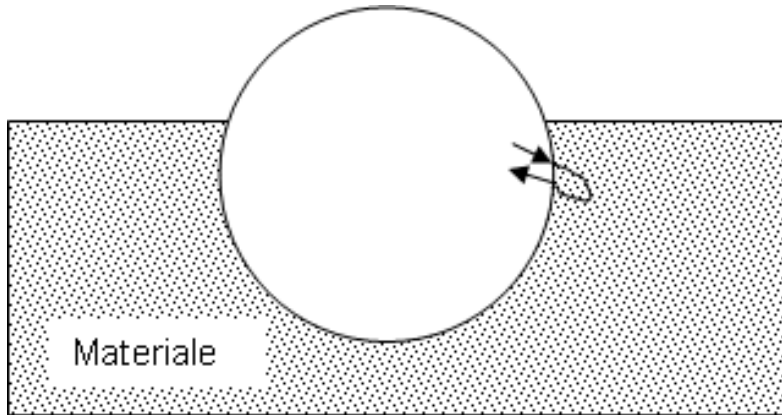
Farvekoordinater x,y



Farveboksene afhænger af belysningen

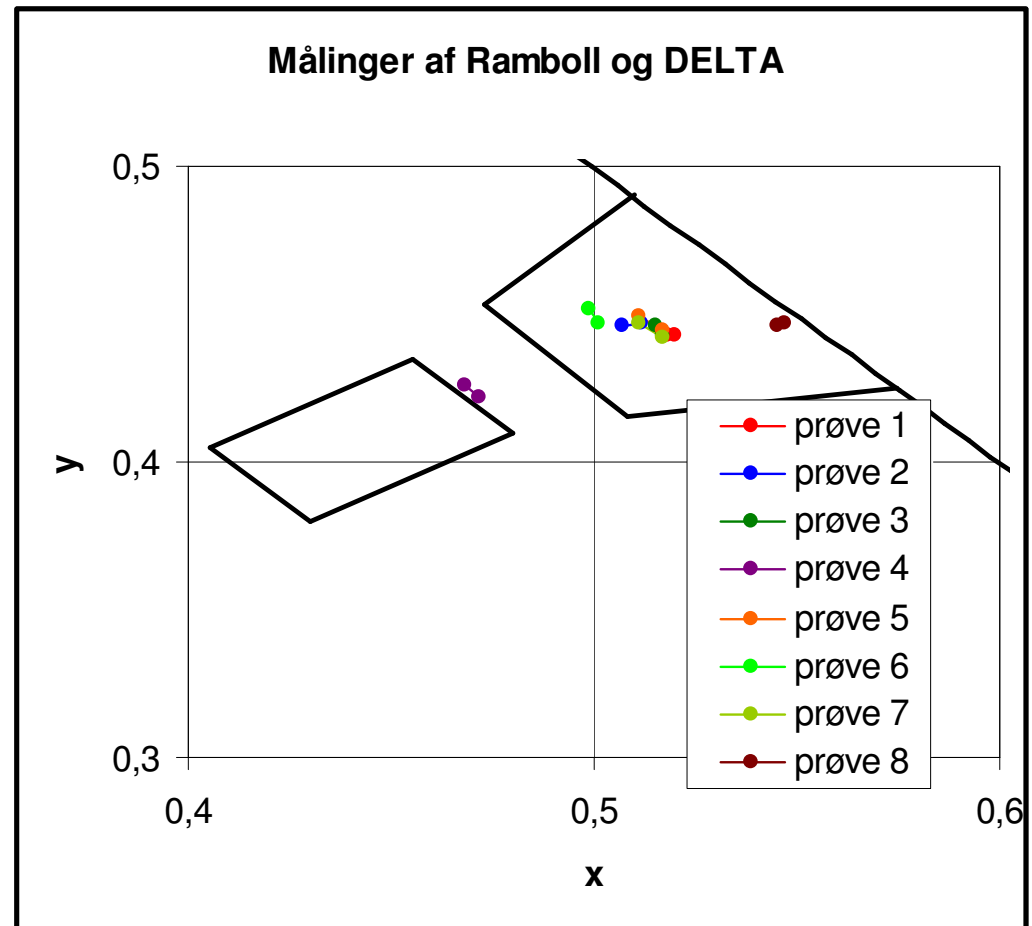
# Hvorfor indføre farver i billygtelysning ?

Fordi det er vigtigt at kunne se forskel på hvide og gule vejstriber, og fordi det ikke er givet at en gul vejstribe er gul i billygtebelysning



Lyset skal ind i materialet bag glasperlerne for at blive farvet og materialet skal være gennemfarvet gult

## Prøve 4 fejler



# Friktion

Friktion er nødvendig og pendulruhedsmåleren er det anbefalede udstyr i EN 1436

Metoden er reproducerbar, hvis der udvises omhu, men den er besværlig, kan ikke anvendes på profilerede vejstriber og relevansen kan diskuteres

Kravværdierne er typisk 50, 55, 60 eller 65



**Per Lillestøl**

**Irena Sasinkova**

# Andre friktionsmålere





**Tak for opmærksomheden**

