



MÖRKERTRAFIK

RAPPORT NR 1

1977



BLÄNDNING FRÅN BELYSNINGS- ANLÄGGNINGAR VID SIDAN AV VÄGEN

LYSTEKNISK LABORATORIUM - DANMARK

VEJDIREKTORATET - DANMARK

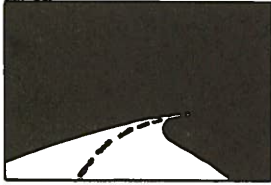
ELEKTRISITETS-FORSYNINGENS FORSKNINGSinSTITUTT - NORGE

VEGDIREKTORATET - NORGE

STATENS VÄG - OCH TRAFIKINSTITUT - SVERIGE

STATENS VÄGVERK - SVERIGE

UPPSALA UNIVERSITET - SVERIGE



MÖRKERTRAFIK

RAPPORT NR 1

1977



BLÄNDNING FRÅN BELYSNINGS- ANLÄGGNINGAR VID SIDAN AV VÄGEN

LYSTEKNISK LABORATORIUM - DANMARK

VEJDIREKTORATET - DANMARK

ELEKTRISITETSFORSYNINGENS FORSKNINGSinSTITUTT - NORGE

VEGDIREKTORATET - NORGE

STATENS VÄG- OCH TRAFIKINSTITUT - SVERIGE

STATENS VÄGVERK - SVERIGE

UPPSALA UNIVERSITET - SVERIGE

FÖRORD

Belysningsanläggningar vid sidan av vägen kan under mörker vara trafikfarliga genom sin bländande och distraherande inverkan på trafikanterna.

Denna utredning har utförts för att ge underlag för riktlinjer för begränsning av synnedsettande bländning.

Utredningen har utförts inom det nordiska forsknings- och utvecklingssamarbetet rörande synbetingelser vid mörkertrafik. I samarbetet deltar:

- Lysteknisk Laboratorium (LTL) - Danmark
- Vejdirektoratet (VD - DK) - Danmark
- Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitut (EFI)-Norge
- Vegdirektoratet (VD - N) - Norge
- Statens väg- och trafikinstitut (VTI) - Sverige
- Statens vägverk (VV) - Sverige
- Trafikforskningsgruppen, Psykologiska institutionen, Uppsala universitet (TUU) - Sverige

Arbetet samordnas av en koordineringsgrupp som för närvarande består av: civilingenjör Erik Frederiksen (LTL), akademiingenjör Carl Steen Berggreen (VD - DK), laboratorieingenjör Hans-Henrik Bjørset (EFI), underdirektör Torkild Thurmann-Moe (VD - N), 1:e forskningsingenjör Erland Persson och forskningschef Kåre Rumar (VTI), avdelningsdirektör Karl-Olov Hedman (VV) samt filosofie doktor Gabriel Helmers (TUU).

Rapporten har utarbetats av Erik Frederiksen och Bjarne Nielsen (LTL), Hans-Henrik Bjørset och Rolf Holmöy (EFI) samt Gabriel Helmers (TUU). Rapporten har redigerats av Karl-Olov Hedman (VV).

Koordineringsgruppen har granskat och godkänt rapportens innehåll och överlämnar den härmed till ansvariga myndigheter som underlag för eventuella riktlinjer och till övriga intressenter.

<u>INNEHÅLL</u>	Sida
SAMMANFATTNING	IV
SUMMARY	V
1. INLEDNING	1
Av Erik Frederiksen och Bjarne Nielsen, LTL	
2. SYNEDSÄTTANDE BLÄNDNING	3
Av Erik Frederiksen och Bjarne Nielsen, LTL	
2.1 Bländningens teori	3
2.2 Bländningens inverkan på siktsträckan	6
3. GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR	9
Av Erik Frederiksen och Bjarne Nielsen, LTL	
4. BERÄKNING AV BLÄNDNING	11
Av Hans-Henrik Björset och Rolf Holmöy, EFI	
4.1 Definition av synriktning	11
4.2 Beräkningsförutsättningar	15
4.3 Bestämning av ljusstyrkan, känd ljusfördelning	18
4.4 Bestämning av ljusstyrkan, okänd ljusfördelning	23
4.5 Uppdelning av armaturytor	25
4.6 ADB-program för beräkning av ströljusluminans	27
4.7 Exempel på användning av ADB-programmet	31
4.8 Kommentarer till exemplet	39
5. METOD FÖR KONTROLL AV BLÄNDNING	41
Av Hans-Henrik Björset och Rolf Holmöy, EFI samt Gabriel Helmers, TUU (avsnitt 5.6)	
5.1 Allmänt	41
5.2 Rutnät som grafiskt hjälpmedel	41
5.3 Användarbeskrivning för rutnätet	45
5.4 Exempel på användning av rutnätet	47
5.5 Kommentarer till exemplet	49
5.6 Förenklad metod för uppmätning av bländning	50

INNEHÅLL (forts)

	Sida
6. EXEMPEL PÅ BLÄNDNING FRÅN SIDOANLÄGGNINGAR Av Gabriel Helmers, TUU	55
6.1 Urval	55
6.2 Metodik	55
6.3 Resultat	55
7. FÖRSLAG TILL RIKTLINJER Av Erik Frederiksen och Bjarne Nielsen, LTL	63
7.1 Tillåten bländning	63
7.2 Förslag till riktlinjer	66
7.3 Praktiska anvisningar	66
REFERENSER	70
BILAGOR	71
Bilaga 1: Listning av ADB-programmet för beräkning av ströljusluminanser m m	
Bilaga 2: Listning av ADB-procedur för beräkning av M-värden	
Bilaga 3: Ljusfördelningstabell (för exemplet)	

SAMMANFATTNING

Titel: Bländning från belysningsanläggningar vid sidan av vägen.

Utgivare: Nordiska forskningssamarbetet rörande synbetingelser vid mörkertrafik. Rapport nr 1, 1977.
(Rapporten kan erhållas från Statens vägverk,
Fack, S-102 20 STOCKHOLM)

Det finns i de nordiska länderna inga regler för begränsning av de visuella störningar (bl a bländning) som belysningsanläggningar vid sidan av vägen (t ex bensinstationer och idrottsplatser) kan medföra för trafikanter vid mörkertrafik.

Bristen på rekommendationer innebär problem både för myndigheter som är ansvariga för trafiksäkerheten och för ägare till belysningsanläggningar.

I denna rapport redovisas en utredning inom ämnet som utförts inom det nordiska forskningssamarbetet rörande synbetingelser vid mörkertrafik.

Inledningsvis beskrivs grunderna för synnedsättande bländning. Därefter anges metoder för beräkning och kontroll av bländning. Ett ADB-program för bländningsberäkning och en förenklad metod för fältmässig mätning beskrivs.

Rapporten innehåller exempel på ljusmätningar och beräknad bländning från befintliga belysningsanläggningar på ett antal bensinstationer.

Rekommendationer för begränsning av synnedsättande bländning från belysningsanläggningar vid sidan av vägen anges. Det förslås att på obelyst väg får ströjlusluminansen inte överskrida $0,05 \text{ cd/m}^2$ och på belysta vägar får motsvarande beräknade bländningsgrad inte överskrida 0,12.

Obehagsbländning och risken för visuell missledning behandlas ej.

SUMMARY

Title: Glare from lighting installations along roads.
Publisher: Nordic Research Group on Visual Conditions
in Night-time Traffic. Report no 1, 1977.
(The report can be obtained from Statens väg-
verk, Fack, S-102 20 STOCKHOLM; Sweden

There are no restrictions in the Nordic countries concerning the negative visual effects (e g glare) that lighting installations along roads (e g petrol stations and sports grounds) may have on drivers in night driving.

The lack of recommendations causes problems both for authorities responsible for traffic safety and for owners of lighting installations.

In this report a study of the problem area is described. The study has been carried out by the Nordic Research Group on Visual Conditions in Night-time Traffic.

First the fundamentals of disability glare are described. Methods for calculation and control of glare are given. A computer program and a simplified method for field measurements are described.

The report contains some examples of lighting conditions and calculated glare levels from existing lighting installations on a number of petrol stations.

Recommendations for the restriction of disability glare from lighting installations along roads are given. It is suggested that on unlighted roads the equivalent veiling luminance from the lighting installations may not exceed $0,05 \text{ cd/m}^2$ and on lighted roads the corresponding calculated level of glare may not exceed 0,12.

Discomfort glare and the risk of visual misguidance are not dealt with.

Af Erik Frederiksen og Bjarne Nielsen, LTL

Belysningen på tank- og servicestationer langs veje samt på diverse arbejdspladser, byggepladser, sportspladser og lignende planlægges først og fremmest med det formål at give en god arbejdsbelysning samt for reklameskiltene vedkommende (f.eks. på tankstationer) for at tiltrække sig trafikanternes opmærksomhed.

Sådanne belysningsanlæg vil ofte kunne virke generende både på trafikanter og på beboere i omegnen, og da der i de skandinaviske lande ikke findes faste regler for, hvorledes og hvormeget generne fra belysningsanlæg uden for veje skal begrænses, er der hos bygherrer en vis usikkerhed med hensyn til, hvorledes en rimelig udformning af anlæggene er, og det er på den anden side meget vanskeligt for myndighederne at gribe ind overfor belysningsanlæg, selvom disse af mange opfattes som stærkt generende.

Den generende virkning, som sådanne belysningsanlæg kan have på trafikanter, består dels i en blænding og dels i en distraherende virkning eller eventuelt direkte visuel vildledning.

Blændingen kan deles op i en synsnedsættende blænding og i en ubehagsblænding. Den synsnedsættende blænding medfører forringede synsbetingelser for trafikanterne og udgør et potentielt ulykkesfremkaldende moment. Den bør derfor tages alvorligt. Ubehagsblændingen medfører derimod ingen direkte trafikal risiko. Den fremkalder en ubehagsfølelse hos trafikanterne, men da den er ret kortvarig, bør man næppe tillægge ubehagsblændingen for stor betydning. Den bør naturligvis holdes så lille som muligt, hvor dette kan gøres.

Ved egentlig arbejdsbelysning kan man f.eks. udmærket anvende helt afskærmende armaturer, uden at arbejdsbelysningens kvalitet forringes. For reklameskiltene vedkommende gælder det imidlertid, at deres formål er at påkalde sig trafikanternes opmærksomhed. En for rigoristisk begrænsning af ubehagsblendingen vil kunne medføre, at skiltene i øjnefaldende virkning formindskes.

Denne rapport beskæftiger sig derfor ikke med ubehagsblending, men behandler alene den synsnedsettende blanding.

En distraktion af trafikanterne eller en falsk visuel føring vil hovedsagelig opstå, hvis belysningsanlæggene er placeret på steder, hvor oversigtsforholdene i forvejen er vanskelige, f.eks. ved bakketoppe, hvor der samtidig er sving, forgreninger af vejen eller vejkryds.

Det anses ikke for muligt at give generelle retningslinier for disse forhold, og hvert enkelt tilfælde må vurderes særskilt. Denne rapport vil ikke behandle disse problemer.

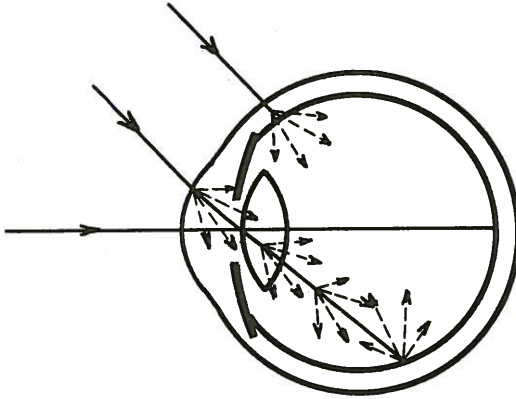
Endnu mere komplicerede bliver problemerne, hvis man skal behandle belysningsanlæggenes generende virkning på omegnens beboere. Her er det ikke relevant at tale om hverken synsnedsettende blanding, ubehagsblending eller falsk visuel føring. Problemerne er nærmest af psykologisk og æstetisk art, og forskellen i folks opfattelse af, hvad der er generende, og hvad der er acceptabelt eller måske kønt at se på, er stor.

Beboernes problemer vil ikke blive behandlet i denne rapport.

Af Erik Frederiksen og Bjarne Nielsen, LTL

2.1 Blændingens teori

En lyskilde i synsfeltet vil påvirke ikke alene det punkt på nethinden, som lyskildens billede falder på, men også andre dele af nethinden. Dette skyldes hovedsagelig, at lysstrålerne brydes og spredes i øjets hornhinde, linse og glaslegeme samt tilbagekastes fra nethinden, se figur 2.1, og således fordeles over et større område af nethinden.



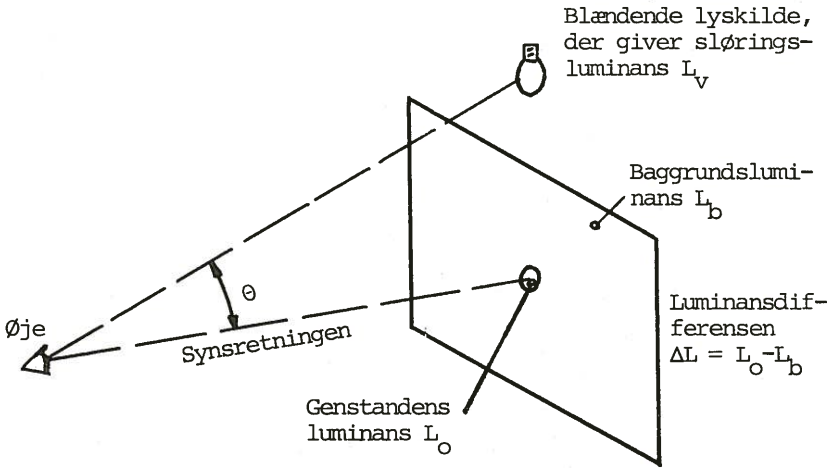
Figur 2.1 Lysstråler, der rammer øjet vil til en vis grad spredes i de forskellige dele af øjet og derved kaste et slør over nethinden.

Light rays entering the eye are to a certain extent scattered in the different parts of the eye, and a veil is formed on the retina.

Dette fører til, at øjets kontrastfølsomhed formindskes. Den almindelige måde at udtrykke dette på er demonstreret i figur 2.2. Øjet er rettet mod en genstand (i dette tilfælde en cirkulær plet) med luminansen L_o . Genstandens baggrund har den jævne luminans L_b , og luminansdifferensen mellem genstanden og baggrunden er $\Delta L = L_o - L_b$. Det er denne luminansdifferens, som gør det muligt at se genstanden.

Forsøg har vist, at hvis der indføres en blændende

lyskilde i synsfeltet, vil øjets kontrastfølsomhed ændres på nøjagtig samme måde, som hvis der lægges et slør med luminansen L_v over hele synsfeltet. Her ved vil luminansdifferensen mellem genstand og baggrund naturligvis ikke ændres, men baggrundsluminansen hæves til $L_b + L_v$.



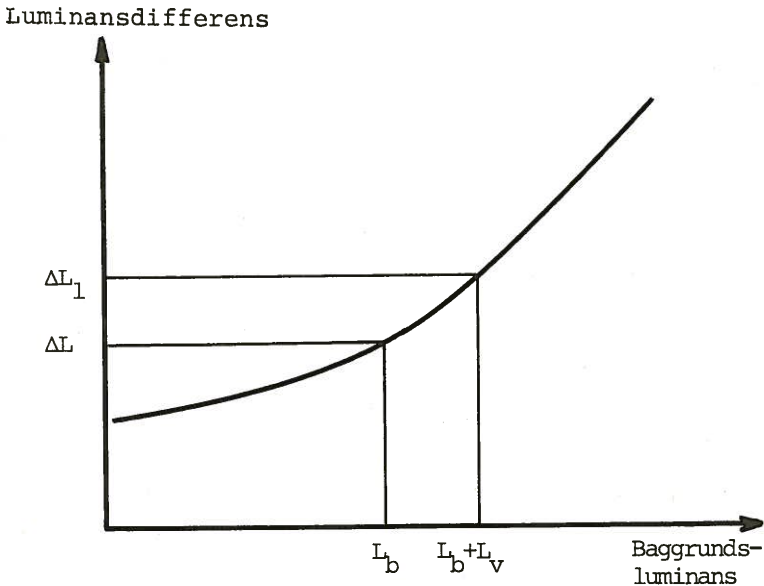
Figur 2.2 En blændende lyskilde i synsfeltet ændrer kontrastfølsomheden på samme måde som en luminans med størrelsen L_v , som er jævnt fordelt over hele synsfeltet.

A glaring light source in the field of vision changes the contrast sensitivity in the same way as a luminance of the magnitude L_v , evenly distributed over the visual field.

Virksomheden på øjets kontrastfølsomhed kan ses på figur 2.3. Kurven viser den luminansdifferens, som er nødvendig, for at en given genstand kan ses ved forskellige baggrundsluminanser. Ved baggrundsluminansen L_b må genstanden altså have en luminans, der er ΔL højere end L_b for at kunne ses. Dette svarer til, at pletten i figur 2.2 netop kan skelnes.

Er der nu en blændende lyskilde i synsfeltet, således som vist på figur 2.2, vil dette svare til, at baggrundsluminansen hæves til $L_b + L_v$. Den luminansdifferens

rens, som nu ville være nødvendig, for at genstanden skal kunne ses, er ΔL_1 , men da den faktiske luminansdifferens stadig er ΔL , vil blandingen altså medføre, at man ikke længere kan se genstanden eller med andre ord, at øjets kontrastfølsomhed er formindsket.



Figur 2.3 Kurve, der viser øjets kontrastfølsomhed. Hvis baggrundsluminansen er L_b , må genstanden have en luminans, der er $\Delta L + L_b$ for at kunne ses. Hvis en blændende lyskilde fremkalder sløringsluminansen L_v , svarer dette til, at baggrundsluminansen er hævet til $L_b + L_v$. For at den samme genstand nu skal kunne ses, kræves en højere luminansdifferens end uden blanding, hvilket altså vil sige, at øjets kontrastfølsomhed er formindsket.

Curve showing the contrast sensitivity of the eye. If the background luminance is L_b , the object must have the luminance $\Delta L + L_b$ to be visible. A glare source with the veiling luminance L_v equivalates an increase of the background to $L_b + L_v$. If the object should be visible in this case a greater luminance difference is required, corresponding to a reduced contrast sensitivity of the eye.

Der har været gennemført et meget stort antal undersøgelser af, hvorledes størrelsen af sløringsluminansen L_v afhænger af den blændende lyskildes lysstyrke og placering i synsfeltet. Her benyttes en formel, som er angivet af Holladay, og som anbefales af CIE's komite for vejbelysning til anvendelse ved beregning af blændingen fra vejbelysningsanlæg.

Formlen er:

$$L_v = 10 \cdot \frac{E}{\theta^2}$$

hvor L_v = sløringsluminansen (cd/m^2)
 E = belyningsstyrken fra den blændende lyskilde på øjet i et plan vinkelret på synsretningen til genstanden (lux)
 θ = vinklen mellem synsretningen til genstanden og retningen til den blændende lyskilde (grader)

Andre formler har været foreslået (1), men forskellige undersøgelser (2, 3 og 4) tyder på, at den viste formel er den bedst egnede under de betingelser, der gælder ved vejbelysning og ved belyningsanlæg tæt ved vejen.

Hvis der er flere lyskilder i synsfeltet, bliver den totale sløringsluminans lig med summen af de enkelte lyskilders sløringsluminans.

2.2 Blændingens virkning på synsafstanden

Ved hjælp af de metoder, som er beskrevet i (1), er det undersøgt, hvorledes blænding fra et belyningsanlæg påvirker den afstand, hvori en genstand på vejen kan ses, på en i øvrigt ubelyst vej.

Betingelserne for beregningerne var følgende:

- Vej : Lige, plan, tosporet.
- Observatør : Anbragt midt i højre kørespor, med øjepunkt 1,2 m over kørebanen.

- Bilforlygter : Halogen H4, asymmetrisk nærlys.
- Genstand : Kvadratisk, plan, 0,2 m x 0,2 m med reflektanser:
 "sort" genstand $\rho = 0,015$
 "mørk" genstand $\rho = 0,05$
 "grå" genstand $\rho = 0,20$
- Vejbelægning : Retrorefleksioner for vejbelægning ($\text{cd/m}^2/\text{lux}$):
 "lys vej" RR = 0,02
 "mørk vej" RR = 0,005
 "mørk, våd vej" RR = 0,002
- Genstands placering : 0,1 m fra højre kørebane kant.

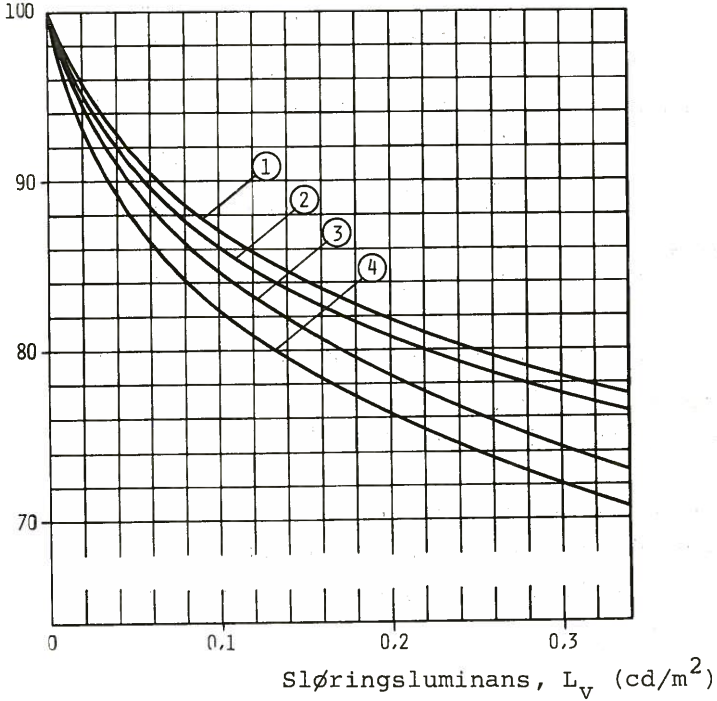
Med de viste værdier for genstandes reflektanser og vejbelægnings retrorefleksion er de fleste af de i praksis forekommende tilfælde dækket.

Resultaterne af beregningerne er vist i figur 2.4. For overskuelighedens skyld er dog ikke alle kombinationer af reflektanser og retrorefleksioner medtaget.

Kurverne viser den relative nedgang i synsafstand som funktion af sløringsluminansen L_v i forhold til synsafstanden S_0 uden blænding. Synsafstande uden blænding er forskellige for de forskellige situationer, og det ses, at de situationer, som har den korteste synsafstand uden blænding, nemlig sort genstand på mørk vej, også har den største nedgang i synsafstanden, når der indtræder blænding.

Konklusionerne af kurverne vil i øvrigt blive givet i kapitel 7.

Relativ synsafstand, RS (%)



Figur 2.4. Kurverne viser, hvorledes den relative synsafstand RS til en genstand på 0,2 m x 0,2 m formindskes på grund af blænding, her angivet ved sløringsluminansen L_v . Hvor stor den relative nedgang i synsafstanden er, afhænger først og fremmest af, hvor mørk vejbelægningen er.

Relationship between equivalent veiling luminance L_v and relative sight distance RS for different combinations of object and road surface reflectance.

- 1 = mørk genstand/lys vej, synsafstand uden blænding $S_o = 74$ m.
dark object/light road, sight distance without glare $S_o = 74$ m.
- 2 = grå genstand/lys vej, $S_o = 102$ m
grey object/light road, $S_o = 102$ m
- 3 = sort genstand/mørk vej, $S_o = 58$ m
black object/dark road, $S_o = 58$ m
- 4 = sort genstand/mørk, våd vej, $S_o = 62$ m
black object/dark, wet road, $S_o = 62$ m

Af Erik Frederiksen og Bjarne Nielsen, LTL

Blændingen fra et belysningsanlæg vil afhænge af, hvorledes anlægget er placeret i forhold til vejen og af vejens forløb. I kurver og i nærheden af bakketoppe vil blændende armaturer i belysningsanlæg uden for vejen f.eks. kunne befinde sig meget nær synsretningen til genstande på vejen og derfor give stor blænding. I sådanne tilfælde vil blændingens størrelse være stærkt afhængig af, hvor langt fra anlægget observatøren befinder sig, og hvor på vejen den genstand, som skal observeres, er. I almindelighed vil blændingen stige, når observatøren nærmer sig belysningsanlægget, indtil den når et maksimum, hvorefter den aftager. I særligt vanskelige tilfælde kan dette maksimum befinde sig på ret stor afstand fra belysningsanlægget.

På lige vejstrækninger er forholdene som regel noget mindre kritiske, men også her vil blændingsforløbet typisk være således, at det stiger, når et maksimum, hvorefter det aftager igen.

For at kunne behandle blændingsproblemerne på en éntydig måde, er det derfor nødvendigt at gøre en række antagelser for de ovennævnte forhold, og det anbefales at benytte følgende vedtægter ved måling og beregning af blænding fra belysningsanlæg uden for en vej:

- Observatørens afstand fra belysningsanlægget
Observatøren anbringes normalt 100 m før det første armatur (lyskilde) i belysningsanlægget. Hvis der på grund af særlig vejgeometri er grund til at vente, at sløringsluminansen er større ved en anden afstand, vælges denne i stedet.
- Observatørens placering
Observatørpunktet anbringes midt i højre kørespor med en øjenhøjde på 1,2 m over kørebanen.
- Synsretning
Synsretningen er normalt mod et punkt i højre

kørebane kant 100 m foran observatøren (d.v.s. ud for den første lyskilde i belysningsanlægget). Denne regel fraviges kun, hvis vejgeometrien er sådan, at den ikke kan følges. Disse forhold er nærmere diskuteret i kapitel 4.

4. BEREGNING AV BLENDING

Av Hans-Henrik Bjørset og Rolf Holmøy, EFI

4.1 Definisjon av synsretning

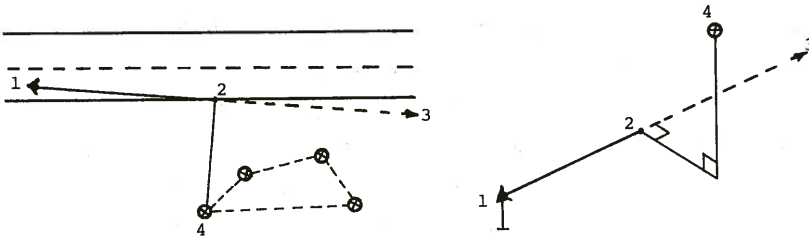
I det foregående er det vist at sløringsluminansen og med den blendingen er avhengig bl.a. av synsretningen. For at det skal være et entydig beregningsgrunnlag forutsettes det derfor at synsretningen fastlegges etter bestemte regler. Synsretningen er generelt definert ved linjen trukket fra et observatørpunkt gjennom et observasjonspunkt. Observatørpunktet forutsettes i samtlige tilfeller å ligge 1,2 m over midtlinjen i det høyre kjørefeltet. Fastsettelse av observasjonspunktet for ulike situasjoner er vist i det etterfølgende. Avstanden mellom observatørpunkt og observasjonspunkt skal normalt være 100 m. Imidlertid kan de geometriske forhold ved vegen og sidelysanlegget være slike at sløringsluminansen blir større for andre avstander enn 100 m. Da skal en alltid velge den avstand som gir ugunstigste blendingsforhold.

Ved rett, plan vegstrekning går synsretningen fra observatørpunktet 1,2 m over midtlinjen i det høyre kjørefeltet gjennom observasjonspunktet som er skjæringspunktet mellom høyre kjørebane kant og normalen til synsretningen fra projeksjonen ned i horisontalplanet gjennom observasjonspunktet av den nærmeste armatur (= blendende lyskildens) midtpunkt, se figur 4.1.

Når vegen går i horisontalkurve, må en skille mellom høyrekurve og venstrekurve.

Ved høyrekurve går synsretningen fra observatørpunktet 1,2 m over midtlinjen i det høyre kjørefeltet som tangent til den høyre kjørebane kanten. Observasjonspunktet er skjæringspunktet mellom synsretningen og normalen til synsretningen fra projeksjonen

ned i horisontalplanet gjennom observasjonspunktet av den nærmeste armaturs midtpunkt, se figur 4.2.



Figur 4.1 Synsretning ved rett vegstrekning
Line of sight on straight road

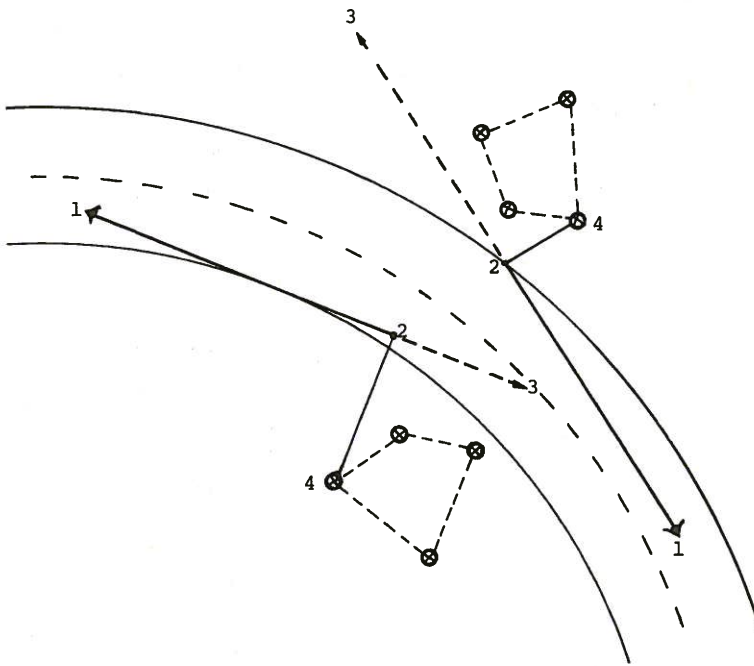
- 1 = observatørpunktet - The observer point
- 2 = observasjonspunktet -
The observation point
- 1-3 = synsretningen - The line of sight
- 4 = nærmest liggende lyskilde -
The nearest luminaire
- ⊗ = lyskilder i sidelysanlegget -
Luminaires

Hvis kurveradius er så stor at tangeringspunktet ligger i en avstand på mer enn 100m, skal observasjonspunktet ligge på kjørebanelikanten, som ved rett, plan vegstrekning og som ved venstrekurve.

Ved venstrekurve går synsretningen fra observatørpunktet 1,2m over midtlinjen i det høyre kjørefeltet til observasjonspunktet som er skjæringspunktet mellom høyre kjørebanelikant og normalen til synsretningen fra projeksjonen ned i horisontalplanet gjennom observasjonspunktet av den nærmeste armaturs midtpunkt, se figur 4.2.

Når vegen går i vertikalkurve må en skille mellom bakketopp (høybrekk) og dump (lavbrekk).

Ved bakketopp går synsretningen som tangent til vegen fra observatørpunktet 1,2m over midtlinjen i



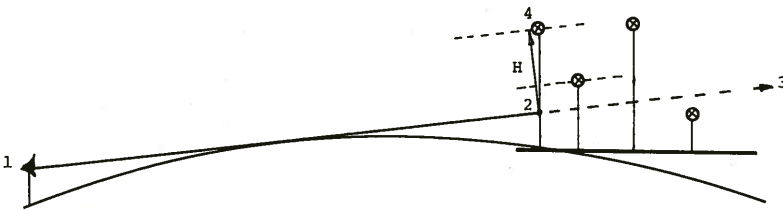
Figur 4.2 Synsretning ved horisontalkurve
The line of sight on horizontally curved road

- 1 = observatørpunktet -
The observer point
- 2 = observasjonspunktet -
The observation point
- 1-3 = synsretningen - The line of sight
- 4 = nærmest liggende lyskilde -
The nearest luminaire
- ⊗ = lyskilder i sidelysanlegget -
Luminaires

det høyre kjørefeltet, til skjæringspunktet (= observasjonspunktet) med en vertikal linje fra et punkt på høyre kjørebane kant. Dette siste punktet bestemmes som skjæringspunktet mellom kjørebane kanten og normalen på synsretningens projeksjon i

horisontalplanet gjennom punktet på kjørebane-
kanten, fra projeksjonen av den nærmeste armaturs midtpunkt
ned i horisontalplanet gjennom punktet på kjørebane-
kanten, se figur 4.3.

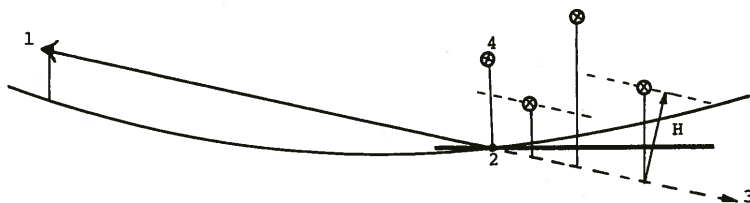
Hvis vertikalradius er så stor at tangeringspunktet
ligger i en avstand på mer enn 100m, skal observa-
sjonspunktet ligge på kjørebane-
kanten, som ved rett,
plan vegstrekning, venstrekurve eller dump.



Figur 4.3 Synsretning ved bakketopp.
The line of sight on road with crest
curve

- 1 = observatørpunktet -
The observer point
- 2 = observasjonspunktet -
The observation point
- 1-3 = synsretningen - The line of sight
- 4 = nærmest liggende lyskilde -
The nearest luminaire
- ⊗ = lyskilder i sidelysanlegget -
Luminaires

Ved dump går synsretningen fra observatørpunktet
1,2m over midtlinjen i det høyre kjørefeltet, gjennom
observasjonspunktet, som er skjæringspunktet mellom
høyre kjørebane-
kant og normalen til synsretningen fra
projeksjonen av den nærmeste armaturs midtpunkt ned
i horisontalplanet gjennom observasjonspunktet,
se figur 4.4.



Figur 4.4 Synsretning ved dump.

The line of sight on road with sag-curve

- 1 = observatørpunktet -
The observer point
- 2 = observasjonspunktet -
The observation point
- 1-3 = synsretningen -
The line of sight
- 4 = nærmest liggende lyskilde -
The nearest luminaire
- ⊗ = lyskilder i sidelysanlegget -
Luminaires

Det kan tenkes tilfeller der sidelysanlegget samtidig ligger både i horisontal- og vertikalkurve. Da må synsretningen bestemmes ut fra en kombinasjon av definisjonene. Det antas forøvrig at de aller fleste praktiske situasjoner vil kunne dekket av de fire hoveddefinisjonene foran og av kombinasjoner av disse.

4.2 Beregningsgrunnlag

I kapittel 2 er det vist at blendingen fra sidelysanlegg gir reduksjon i synsavstanden, og at det er sammenheng mellom sløringsluminansen som blindingen forårsaker, og den synsavstand som en oppnår. Videre er det vist at sløringsluminansen kan beregnes etter formelen:

$$L_v = 10 \cdot \frac{E}{\theta^2} \quad (4.1)$$

- hvor L_v = sløringsluminansen (cd/m^2)
 E = belysningsstyrken fra den blendende lyskilden på øyet i et plan vinkelrett på synsretningen mot synsobjektet (observasjonspunktet) (lux)
 θ = vinkelen mellom synsretningen til synsobjektet (observasjonspunktet) og retningen til den blendende lyskilden (grader)

For nå i praksis å kunne beregne sløringsluminansen som et sidelysanlegg gir, må en kjenne de geometriske forholdene for vegen og sidelysanlegget og de geometriske størrelsene for hver enkelt lysarmatur, plasseringen og stillingen av armaturene, avstanden fra observatørpunktet og monteringshøyden for hver enkelt armatur. Lysende skilt og liknende er her og i det etterfølgende også å oppfatte som armaturer.

Videre må en ha lystekniske data for armaturene, d.v.s. opplysninger om bestykning og lysfordeling, eventuelt om luminanser. Hvis dette ikke kan skaffes, må en ut fra skjønn velge verdier og så angi sine forutsetninger.

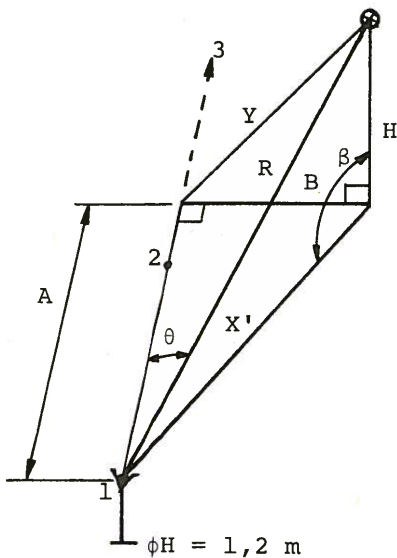
Ut fra data som nevnt her, kan en finne belysningsstyrken E og vinkelen θ og har dermed bestemt sløringsluminansen L_v for hver armatur i sidelysanlegget. Belysningsstyrken E finner en av formelen:

$$E = \frac{I}{R^2} \cdot \cos\theta \quad (4.2)$$

- hvor E = belysningsstyrken etter formel (4.1) (lux)
 I = lysstyrken fra den blendende lyskilden mot observatørens øye (cd)
 R = avstanden mellom lyskilden og observatørens øye (m)
 θ = vinkelen i samsvar med formel (4.1) (grader)

For å kunne bruke formelen må en bestemme R og θ . Det kan gjøres ved geometriske betraktninger, se figurene 4.5 og 4.6. Figur 4.5 viser forholdene når

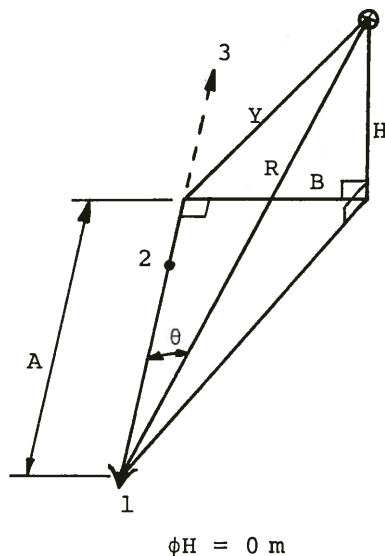
øyehøyden 1,2 m over vegbanen tas med i beregningene og figur 4.6 viser forholdene når en ikke tar med øyehøyden 1,2 m.



Figur 4.5

Geometriske forhold når $\text{ØH}=1,2$ m tas med i beregningene

The geometry when the calculation is made with $\text{ØH}=1,2$ m



Figur 4.6

Geometriske forhold når $\text{ØH}=0$ tas med i beregningene

The geometry when the calculation is made with $\text{ØH}=0$.

- 1 = observatørpunktet -
The observer point
- 2 = observasjonspunktet -
The observation point
- 1-3 = synsretningen -
The line of sight
- ⊗ = vilkårlig armatur -
A luminaire

Bokstavbetegnelsen for de ulike avstandene framgår av figurene.

Etter figur 4.5 finnes R og θ etter følgende form-
ler:

$$R = \sqrt{H^2 + X'^2 - 2HX' \cos \beta} \quad (\text{m}) \quad (4.3)$$

$$\theta = \arccos \left(\frac{A^2 + R^2 - Y^2}{2AR} \right) \quad (\text{grader}) \quad (4.4)$$

Lengdene A, B og H måles ut fra tegninger av sidelysanlegget, grunnriss og snitt. X', Y og β er hjelpestørrelser som forekommer i det utviklede EDB-programmet som det vil bli gjort rede for seinere i rapporten.

Etter figur 4.6 finner en R og θ etter følgende form-
ler:

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + H^2} \quad (\text{m}) \quad (4.5)$$

$$\theta = \arccos \frac{A}{R} \quad (\text{grader}) \quad (4.6)$$

Det neste trinn i beregningene er så å bestemme hvilken størrelse for I som skal settes inn i formelen ved beregningen av E.

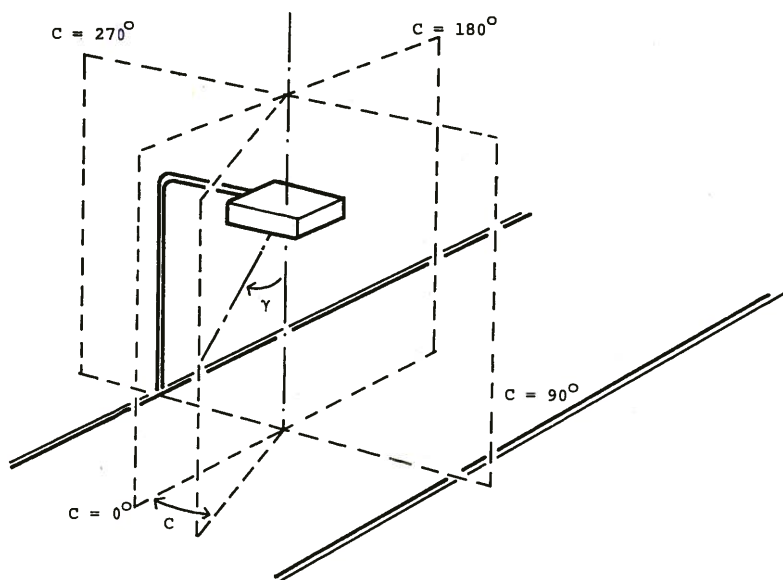
Ved sidelysanlegg vil en ha med to situasjoner å gjøre: Det er brukt lysarmaturer hvor:

- 1) Lysfordelingen er kjent.
- 2) Lysfordelingen er ukjent, f.eks. reklame- og opplysningskilt.

Ved noen anlegg, som for eksempel bensinstasjoner, vil en nok oftest finne kombinasjon av 1) og 2). For begge situasjoner under 1) og 2) må en bestemme lysstyrken I mot observatørpunktet for hver armatur i sidelysanlegget. I de to etterfølgende avsnitt er det gjort rede for hvordan dette gjøres.

4.3 Bestemmelse av lysstyrken, lysfordelingen er kjent Ved den vanlige laboratoriemåling av en armatures

lysfordeling tenker en seg at det legges et større eller mindre antall vertikalplan gjennom armaturen, såkalte C-plan. Se figur 4.8, som bl.a. viser hvordan planet $C = 0^\circ$ skal legges ifølge CIE's anbefaling for veglysmarturer. Et vilkårlig C-plan angis med den vinkel det danner med $C = 0^\circ$. I hvert C-plan måles lysstyrken i en rekke punkter som angis med vinkelen γ (grader) mellom vertikalen og retningen til punktet.



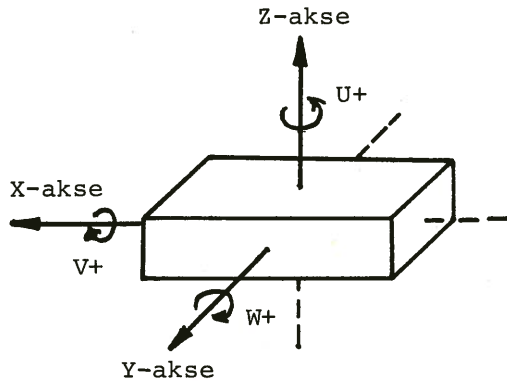
Figur 4.7 Lysfordelingen for en armatur som funksjon av C-plan og γ -vinkel, $I=f(C,\gamma)$
The light distribution for a luminaire $I=f(C,\gamma)$

Lysstyrken i retning mot et vilkårlig punkt i rommet utenfor armaturen, vil således være angitt ved vinkelkoordinatene C og γ .

I vårt praktiske tilfelle er det observatørpunktet som en for de enkelte lysarmaturer skal finne koordi-

natene C og γ for. I lysfordelingstabellene for de aktuelle armaturene vil en ved hjelp av de tilhørende C - og γ -koordinatene finne lysstyrken for hver armatur i retning mot observatørpunktet. Normalt angis lysfordelingen for en lysflux på 1000 lumen fra armaturens lyskilder. Ved de aktuelle verdiene for lampe-lysflux, må derfor tabellverdiene for lysstyrke korrigeres proporsjonalt i forhold til 1000 lm.

Bestemmende for en armaturs C - og γ -koordinater med hensyn til observatørpunktet er foruten avstand og monterings høyde også den stilling armaturen er montert i, karakterisert ved vinklene U , V og W , se figur 4.8.

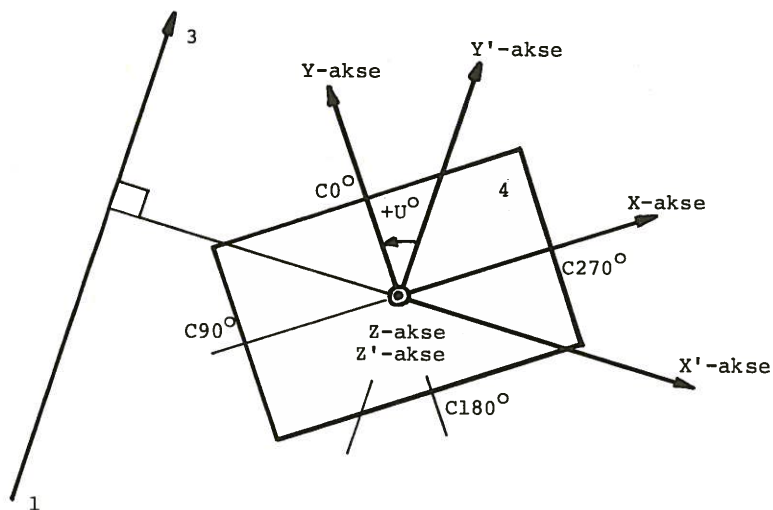


Figur 4.8 Vinkler og akser for karakterisering av en armaturs stilling.

Angles and axes to characterize how a luminaire is situated.

Dreiningvinkelen U , dreining om Z -aksen, helningsvinkelen V , dreining om X -aksen og kippingvinkelen W , dreining om Y -aksen, i et X - Y - Z koordinatsystem fastlagt for armaturen slik at positiv Y -akse ligger i C 270° -planet, se figur 4.9a. Vinklene U , V og W måles ut fra aksene i X' - Y' - Z' koordinatsystemet fastlagt i forhold til synsretningen slik at X' -aksen ligger horisontalt og vinkelrett på et vertikallplan gjennom synsretningen og Y' -aksen horisontalt i et vertikall-

plan parallelt med et vertikalkplan gjennom synsretningen, se figur 4.9a.



Figur 4.9a Armaturen sett ovenfra, innover langs sammenfallende Z- og Z'-akser. Vinkelen U° måles mellom Y'- og Y-aksene.

The luminaire seen from above. The angle U° is measured between the Y'- and Y-axis.

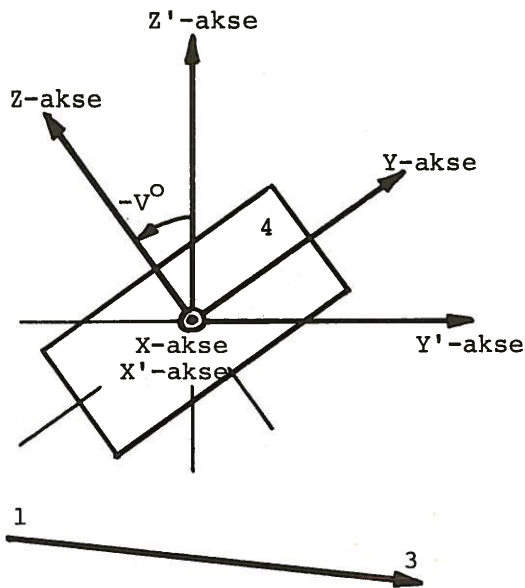
1-3 = synsretningen -
The line of sight

4 = armatur -
A luminaire

Hver av vinklene U , V og W bestemmes uavhengig av hverandre med henholdsvis sammenfallende Z-Z'-akser, X-X'-akser og Y-Y'-akser.

Dreinvinkelen U (grader) måles mellom Y' og Y-aksene, positiv dreieretning mot urviseren sett i papirets plan, se figur 4.9a.

Helningsvinkelen V (grader) måles mellom Z' - og Z -aksene, positiv dreieretning med urviseren sett i papirets plan, se figur 4.9b.



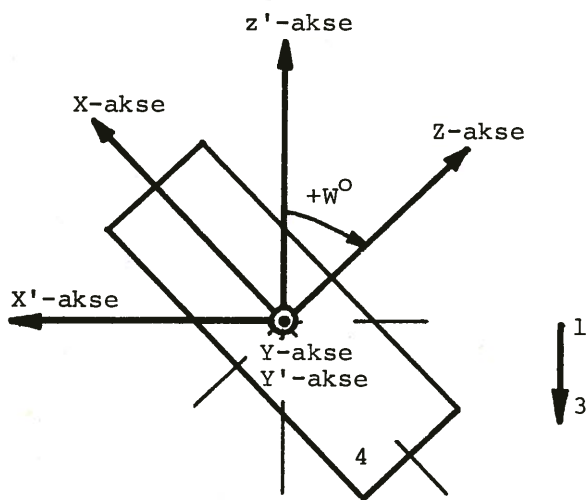
Figur 4.9b Armaturen sett innover langs sammenfallende X- og X'-akser. Vinkelen V° måles mellom Z' - og Z -aksene.

The luminaire seen along the X-axis (= X'-axis). The angle V° is measured between the Z' - and Z -axes.

1-3 = synsretningen - The line of sight

4 = armatur - A luminaire.

Kipningsvinkelen W (grader) måles mellom Z' og Z -aksene, positiv dreieretning med urviseren sett i papirets plan, se figur 4.9c.



Figur 4.9c Armaturen sett innover langs sammenfallende Y- og Y'-akser. Vinkelen W^0 måles mellom Z'- og Z-aksene.

The luminaire seen along the Y-axis (= Y'-axis). The angle W^0 is measured between the Z'- and Z-axes.

1-3 = synsretningen - The line of sight

4 = armatur - A luminaire

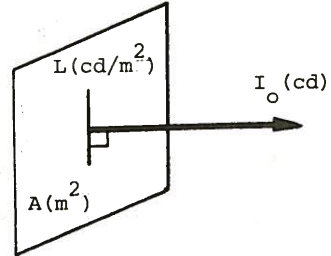
Det å bestemme C og γ ut fra alle disse parametrene er et ganske omfattende arbeide. Det legges derfor inn i en EDB-rutine som det blir gjort rede for i avsnitt 4.6.

- 4.4 Bestemmelse av lysstyrken, lysfordeling er ukjent.
 Under denne kategorien vil en f.eks. finne reklame- og opplysningsskilt og andre relativt store lysende plastflater. For slike lysarmaturer må en ofte basere seg på at en kjenner eller kan bestemme luminans-

ene, eller den lysflux som flaten sender ut.

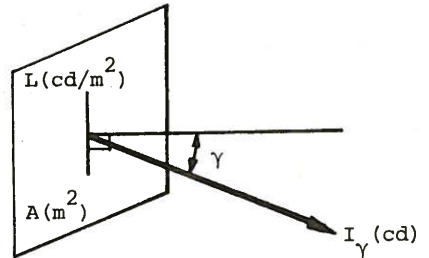
Har en et lysende areal A (m^2) som har en jevn eller midlere luminans L (cd/m^2), vil lysstyrken vinkelrett på flaten A være:

$$I_O = L \cdot A \text{ (cd)} \quad (4.7)$$



I en annen vilkårlig retning, som f.eks. danner vinkelen γ med normalen, vil flatens tilsynelatende areal være $A \cdot \cos\gamma$. Hvis flaten i denne retningen har en jevn eller midlere luminans L_γ , blir lysstyrken i retningen:

$$I_\gamma = L_\gamma \cdot A \cdot \cos\gamma \text{ (cd)} \quad (4.8)$$



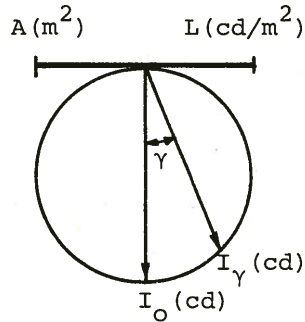
Armaturtyper som dette vil en ofte kunne anta har tilnærmet diffus utstråling. Da har flaten den samme luminansen uansett retning og $L_\gamma = L$.

Av likningene (4.7) og (4.8) får en da:

$$I_\gamma = L \cdot A \cdot \cos\gamma = I_O \cdot \cos\gamma \text{ (cd)} \quad (4.9)$$

Lysfordelingen fra en slik lysende flate er således en cosinuskurve.

Sammenhengen mellom utsendt lysflux ϕ fra flaten og lysstyrken I_o er da:



$$\phi = \pi \cdot I_o \quad (lm) \quad (4.10)$$

Det gir:

$$I_o = \frac{1}{\pi} \cdot \phi \quad (cd) \quad (4.11)$$

som viser at vi også kan finne I_o når vi kan bestemme lysfluxen ϕ som flaten sender ut.

4.5 Oppdeling av armaturflater

For å unngå for store feil i beregningene av sløringsluminansene, må armaturer som har relativt store lysende flater, tenkes delt opp, når de ligger nær synsretningen. Ved $\theta < 3^\circ$ må en slik oppdeling gjøres og hver del behandles som en armatur for seg. En finner da sløringsluminansen som summen av sløringsluminansene fra hver av delene. Riktigst blir det å dele opp i så stor grad at hver del blir tilstrekkelig liten. For imidlertid også å kunne behandle dette i en relativt enkel EDB-rutine, må en begrense oppdelingen selv om de enkelte deler i noen tilfeller blir store.

Store flater hvor $\theta > 3^\circ$ er det ikke nødvendig å dele opp fordi feilen i alle fall blir liten.

Kravet til enkel EDB-rutine fører med seg at alle armaturer i et sidelysanlegg uansett størrelse, tenkes oppdelt for $\theta < 3^\circ$.

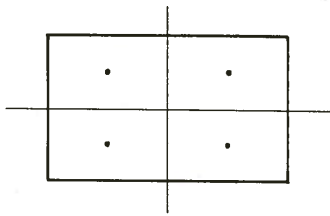
I det etterfølgende vises oppdelingen for fire antatte hovedtyper:

Type 1: Rektangulære og kvadratiske lysarmaturer deles i fire, som vist i figur 4.10 a.

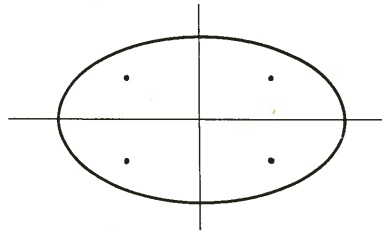
Type 2: Ellipseformede og sirkulære lysarmaturer deles i fire, som vist i figur 4.10 b.

Type 3: Langstrakte lysarmaturer deles i fem, som vist i figur 4.10 c.

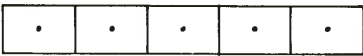
Type 4: Halvt ellipseformet og halvsirkelformede lysarmaturer deles i tre, som vist i figur 4.10 d.



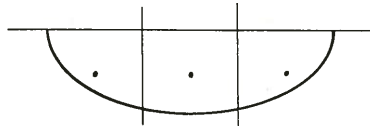
a. Type 1



b. Type 2



c. Type 3



d. Type 4

Figur 4.10 Oppdeling av fire typiske lys-skilt
Dividing of four typical lighting signs

4.6 EDB-program for beregning av sløringsluminansen.1 Generelt

Av framstillingen foran har en sløringsluminansen:

$$L_v = f(E, \theta) \quad (4.12)$$

og belyningsstyrken på øyet:

$$E = f(I, R, \theta) \quad (4.13)$$

Videre har en:

$$R = f(A, B, H) \quad (4.14)$$

$$\theta = f(A, B, H) \quad (4.15)$$

Med hensyn til størrelsene R , θ , A , B og H vises til figurene 4.5 og 4.6.

For en lysarmatur i et sidelysanlegg er det enkelt å finne størrelsene A , B og H ut fra foreliggende tegninger med grunnriss og vertikalsnitt. Disse størrelsene er inngangsdata i det EDB-program som er utviklet, og gir R og θ . Når en så gjør den forenklingen å sette $I=1000$ cd for hver enkelt lysarmatur, gir programmet belyningsstyrken E og endelig som data ut: Sløringsluminansen L_v pr. 1000 cd for de enkelte lysarmaturene. Denne verdien må en multiplisere med lyskildens virkelige lysstyrke i retning mot observatørpunktet, dividert med 1000, for å få fram den virkelige sløringsluminansen.

For lettvint å finne den virkelige lysstyrken, må en, når det gjelder lysarmaturen med kjent lysfordeling, ha de aktuelle C - og γ -koordinatene. I EDB-programmet mates derfor inn for hver lyskilde også dreiningsvinkel U , helningsvinkel V og kipningsvinkel W . Programmet gir så ut riktige verdier for C og γ med hensyn på observatørpunktet.

Når det gjelder armaturer hvor vi har måttet anta en cosinus-lysfordeling, vil det teoretisk si at lysfordelingen har samme halvsirkelform og størrelse i alle C-plan. Den virkelige lysstyrken blir:

$$I = I_0 \cdot \cos\gamma \quad (4.16)$$

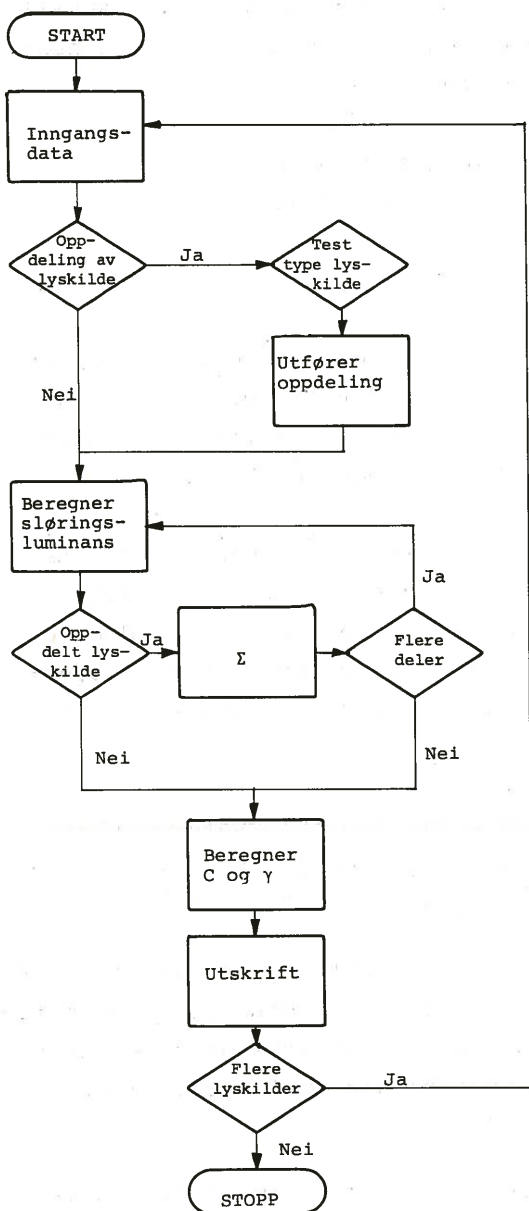
hvor I_0 bestemmes slik som vist fram i avsnitt 4.4. Vi har derfor ikke noen direkte nytte av utskriftsdata for C-plan i disse tilfellene, men finner altså den virkelige lysstyrken med hjelp av utregnet γ -vinkel.

For alle lysarmaturer uansett størrelse mater en også inn opplysninger om type 1, 2, 3 eller 4, jfr. avsnitt 4.5. Programmet sørger da for oppdeling i overensstemmelse med forutsetningene.

Observatørens øyehøyde $\emptyset H = 1,2$ m nyttes, som vi har sett foran, til fastsettelse av synsretningen. Ved rett vegstrekning og plankurver skal en da også ha med $\emptyset H = 1,2$ m i EDB-beregningene. Imidlertid blir feilen liten om en forenkler situasjonen og setter $\emptyset H = 0$.

Ved bakketopp og dump nyttes $\emptyset H = 1,2$ m ved fastsettelse av synsretningen, mens en setter $\emptyset H = 0$ i EDB-beregningene, jfr. figurene 4.3 og 4.4.

Flytskjema for EDB-programmet er vist i figur 4.11. EDB-programmet er gitt i tillegg 1.



Figur 4.11 Flytskjema for EDB-programmet
Flow-chart for the computer program.

.2 Inngangsdata

Innlesing av inngangsdata til EDB-programmet skjer ved hjelp av en rekke kort. Det første angir antall armaturer i sidelysanlegget og om det skal tas hensyn til observatørens øyehøyde.

For $\emptyset H = 1,2$ m innleses tallet 1.

For $\emptyset H = 0$ innleses tallet 2.

Innlesing i Format (2 I 10).

På neste kort innleses avstanden fra observatørpunktet til observasjonspunktet. Normalt er denne valgt lik 100 m, men fravikes i enkelte tilfeller som det foran er gjort rede for. Format (F 10.2).

Videre får hver armatur i sidelysanlegget ett datakort med ni verdier. Innlesing i Format (6F 8.2, I8, 2F 8.2). De tre første verdiene angir lyskildens plassering i forhold til observatørpunktet og synsretningen, mens de øvrige gjelder armaturens stilling og geometriske form:

Verdi 1 Avstand A (m) fra observatørpunktet målt langs synsretningen, jfr. figurene 4.5 og 4.6.

Verdi 2 Avstand B (m) målt i et horisontalplan, vinkelrett mot synsretningen fra vertikalprojeksjonen av armaturens midtpunkt ned i horisontalplanet, jfr. figurene 4.5 og 4.6.

Verdi 3 Lyskildens avstand H (m) over synsretningen, jfr. figurene 4.5 og 4.6. For bakketopp og dump vises forøvrig til figurene 4.3 og 4.4

Armaturenes stilling angis ved:

Verdi 4 $U^{(o)}$, dreiningsvinkelen om Z-aksen,
jfr. figurene 4.8 og 4.9 posi-
tiv dreieretning mot urviseren.

Verdi 5 $V^{(o)}$, helningsvinkelen om X-aksen,
jfr. figur 4.8, positiv dreie-
retning med urviseren.

Verdi 6 $W^{(o)}$, kipningsvinkelen om Y-aksen,
jfr. figur 4.8, positiv dreie-
retning med urviseren.

Armaturens geometriske form beskrives ved:

Verdi 7 angir typenummer for armaturen etter
dens form, jfr. avsnitt 4.5.

Verdi 8 angir tilsynelatende høyde/bredde
på armaturen, sett fra observatør-
punktet.

Verdi 9 angir tilsynelatende lengde på arma-
turen, sett fra observatørpunktet.

.3 Utgangsdata

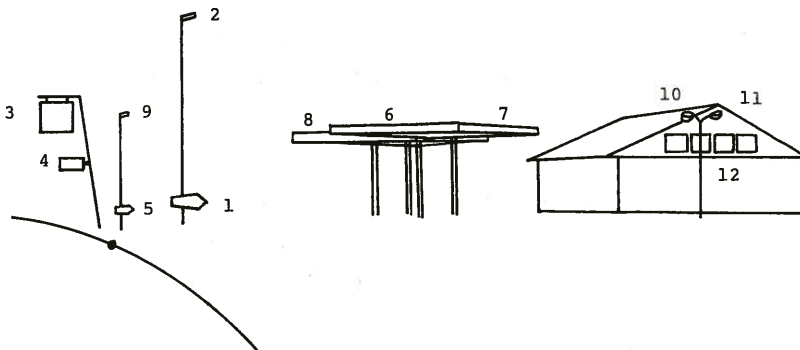
Programmet beregner for hver lyskilde sløringslumi-
nansen pr. 1000 cd lysstyrke og vinklene C og γ i
grader. Eksempel på utskrift er vist i tabell 4.2.

4.7 Eksempel på bruken av EDB-programmet

Som eksempel er nyttet en bensinstasjon ved E6 syd
for Trondheim. Stasjonen ligger på østsiden av den
ubelyste vegen i en kurve, for nordgående trafikk
er det venstrekurve, se figur 4.12. En slik belig-
genhet er ugunstig når det gjelder blendingen. For å
gi bedre oversikt har en nummerert de forskjellige
armaturene på stasjonsområdet, se figur 4.13.



Figur 4.12 Bensinstasjon ved E6 syd for Trondheim
Petrol station along E6 south of
Trondheim



Figur 4.13 Nummerering av armaturene på bensinstasjonen
Numbering the luminaires of the petrol station

Det er foran i avsnitt 4.6 omtalt hvilke data som skal mates inn i programmet. Inngangsdata er samlet i tabell 4.1. Størrelsene A, B og H (m) for hver armatur er bestemt ut fra tegninger og/eller utførte

målinger på stedet og er regnet til et midtpunkt i det lysende arealet sett fra observatørpunktet.

Videre er vinklene U, V og W (grader) bestemt ut fra den fastlagte rutinen, for hver armatur på grunnlag av tegninger, beskrivelser og/eller observasjoner.

For hver armatur angis hvilken av de fire typene med hensyn til form den tilhører, og endelig angis i de to siste kolonnene i tabellen høyde/bredde og lengde for det lysende areal sett fra observatørpunktet. Ved ikke firkantede armaturer, f.eks. ellipseformet skilt, går en ut fra største lengde og største bredde. Disse tre siste kolonnene i tabell 4.1 har bare med den eventuelle oppdelingen av armaturene å gjøre, så for armaturer som ligger slik i synsfeltet at en er sikker på at vinkelen θ mellom synsretningen og retningen til armaturen, eller deler av armaturen, er større enn 3° kan en sette null i disse kolonnene.

Tabell 4.1 Inngangsdata til EDB-programmet for bensinstasjonen i eksemplet.

Input data in the computer program, example the petrol station.

Arma- tur nr.	Armatur betegnelse	Avstand til armatur			Armaturens			Lysende areal		
		langs syns- retn. A (m)	normalt syns- retning B (m)	Vert. over syns- retning H (m)	dreii- nings- vinkel U (°)	hel- nings- vinkel V (°)	kip- nings- vinkel W (°)	form- type (nr)	høyde/ bredde (m)	lengde (m)
1	Innpil	100	3,2	1,8	90	90	0	3	0,5	1,3
2	Mast 400W Hg-lampe	100	3,5	10	275	0	-15	4	0,1	0,3
3	Shell reklameskilt	135	- 2,0	5,5	90	90	0	1	1,5	1,5
4	Skilt: Åpen/lukket	135	- 1,0	3,5	90	90	0	1	0,5	1
5	Innpil	185	0,5	2	90	90	0	3	0,5	1,3
6	Lyskasse, taket over pumpene	125	13	5,5	45	90	0	3	0,5	5,5
7	Do.	135	16	5,5	135	90	0	3	0,5	4
8	Do.	145	13	5,5	45	90	0	3	0,5	3
9	Mast 400W Hg-lampe	185	1,0	10	225	0	-15	4	0,1	0,3
10	Mast 250W Hg-lampe	100	26	5	45	0	-15	4	0,1	0,3
11	Do.	100	27	5	225	0	-15	4	0,1	0,3
12	Veggskilt	130	27	4	90	90	0	3	1	4

EDB-programmet gir som resultat etter inngangsdata-ene for bensinstasjonen i eksemplet, utskrift vist i tabell 4.2.

Tabell 4.2 EDB-programmets utskrift for bensinstasjonen i eksemplet

Output data of the computer program for the petrol station in the example

```

*****
          * SLØRINGS- * GAMMA * C *
          * LUMINANS *
*****
LYSKILDE NR.  1 * .23039 * 2.10 * 60.64 *
LYSKILDE NR.  2 * .02689 * 85.26 * 355.63 *
LYSKILDE NR.  3 * .08881 * 2.48 * 19.98 *
LYSKILDE NR.  4 * .22976 * 1.54 * 15.95 *
LYSKILDE NR.  5 * .32508 * .94 * 9.46 *
LYSKILDE NR.  6 * .01513 * 50.98 * 273.23 *
LYSKILDE NR.  7 * .01050 * 36.30 * 86.26 *
LYSKILDE NR.  8 * .01517 * 50.16 * 272.82 *
LYSKILDE NR.  9 * .03009 * 76.36 * 43.73 *
LYSKILDE NR. 10 * .00411 * 100.15 * 239.08 *
LYSKILDE NR. 11 * .00380 * 74.29 * 58.86 *
LYSKILDE NR. 12 * .00394 * 11.86 * 81.57 *

```

Utskriften gir for hver armatur sløringsluminansen pr. 1000 cd og vinkelkoordinatene C- og γ . Disse siste skal en så bruke for å bestemme den virkelige lysstyrken, som igjen nyttes ved endelig fastsettelse av den virkelige sløringsluminansen.

For mastearmatuarene har en antatt en lysfordeling som gjeldende for begge armaturstørrelsene siden en ikke vet nøyaktig hvordan lysfordelingene egentlig er. Den antatte lysfordelingen er gjengitt i tillegg 3. Når en for de enkelte mastearmatuarene i EDB-utskriften har C- og γ -koordinatene, finner en direkte eller ved interpolering lysstyrken pr. 1000 lm.

For lysskiltene har en antatt lysutstråling etter annen cosinuslov og da har en, som vist tidligere:

$$I = I_0 \cdot \cos\gamma \quad (\text{cd}) \quad (4.16)$$

Av likningene (4.10) og (4.16) får en:

$$I = \frac{1}{\pi} \cdot \phi_0 \cdot \eta_a \cdot \cos \gamma \quad (4.17)$$

hvor I = virkelig lysstyrke (cd)
 ϕ_0 = lampens lysflux (lm)
 η_a = armatur-virkningsfaktor

I eksemplet har en etter skjønn antatt verdien for η_a .

For de enkelte armaturer kan en ut fra dette gjøre følgende oppstilling:

Armatur nr. 1, Innpil

Bestyking: 1x40W lysrør, med antatt 3000 lm.
 Det er antatt at lysfluxen fordeler seg likt på skillets to sider og at armaturvirkningsfaktoren $\eta_a = 0,25$.

EDB-utskriften, tabell 4.2 gir: $\gamma = 2,10^\circ$.
 Virkelig lysstyrke blir da:

$$I = \frac{3000 \cdot 0,25}{2\pi} \cdot \cos 2,10 = 119,3 \text{ cd.}$$

EDB-utskriften gir: $L'_V = 0,23 \text{ cd/m}^2$ pr. 1000 cd.
 Virkelig sløringsluminans:

$$L_{V1} = 0,23 \frac{119,3}{1000} = 0,027 \text{ cd/m}^2.$$

Armatur nr. 2, Mast

Bestyking: 400W Hg-lampe, med antatt 23000 lm.
 EDB-utskriften gir: $C=355,63^\circ$, $\gamma=85,26^\circ$ og
 $L'_V=0,02689 \text{ cd/m}^2$ pr. 1000 cd.

Av lysfordelingen, tillegg 3, finner en for
 $C = -4,37^\circ$ ($: 360^\circ - 4,37^\circ = 355,63^\circ$) og $\gamma=85,20^\circ$
 $I' = 11,5 \text{ cd}$ pr. 1000 lm

Virkelig lysstyrke: $I = \frac{11,5 \cdot 23000}{1000} = 264,5 \text{ cd}$
 Virkelig sløringsluminans:

$$L_{V2} = 0,02689 \cdot \frac{264,5}{1000} = 0,007 \text{ cd/m}^2$$

Armatur nr. 3, Shell reklameskilt

Bestyking: 4x40W lysrør, med antatt 12000 lm.
 Det er antatt at lysfluxen fordeler seg likt på skiltets to sider og at armaturvirkningsfaktoren $\eta_a = 0,2$

EDB-utskriften gir:
 $\gamma = 2,48^\circ$ og $L'_V = 0,08881 \text{ cd/m}^2$ pr. 1000 cd

Virkelig lysstyrke:

$$I = \frac{12000 \cdot 0,2}{2\pi} \cdot \cos 2,48 = 381,6 \text{ cd}$$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v3} = 0,089 \frac{381,6}{1000} = 0,034 \text{ cd/m}^2$$

Armatnr. 4, Åpen/lukket-skilt

Bestykning: 2x40W lysrør, med antatt 6000 lm.

Det er antatt at lysfluxen fordeler seg likt på skiltets to sider og at armaturvirkningsfaktoren $\eta_a = 0,20$

EDB-utskriften gir:

$$\gamma = 1,54^\circ \text{ og } L'_v = 0,226 \text{ cd/m}^2 \text{ pr. 1000 cd}$$

Virkelig lysstyrke:

$$I = \frac{6000 \cdot 0,2}{2\pi} \cdot \cos 1,54 = 190,9 \text{ cd}$$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v4} = 0,226 \cdot \frac{190,9}{1000} = 0,043 \text{ cd/m}^2$$

Armatnr. 5, Innpil

Bestykning: 1x40W lysrør, med antatt 3000 lm

Det er antatt at lysfluxen fordeler seg likt på skiltets to sider og at armaturvirkningsfaktoren $\eta_a = 0,25$.

EDB-utskriften gir:

$$\gamma = 0,94^\circ \text{ og } L'_v = 0,325 \text{ cd/m}^2 \text{ pr. 1000 cd}$$

Virkelig lysstyrke:

$$I = \frac{3000 \cdot 0,25}{2\pi} \cdot \cos 0,94 = 119,4 \text{ cd}$$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v5} = 0,35 \cdot \frac{119,4}{1000} = 0,039 \text{ cd/m}^2$$

Armatnr. 6, Lyskasse over bensinpumpene

Bestykning: 8x65W lysrør, med antatt 8x5300 lm

Det er antatt at lysfluxen fordeler seg likt på skiltets to sider og at armaturvirkningsfaktoren $\eta_a = 0,30$

EDB-utskriften gir:

$$\gamma = 50,98^\circ \text{ og } L'_v = 0,015 \text{ cd/m}^2 \text{ pr. 1000 cd}$$

Virkelig lysstyrke:

$$I = \frac{8 \cdot 5300 \cdot 0,30}{\pi} \cdot \cos 50,98 = 2549,2 \text{ cd}$$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v6} = 0,015 \cdot \frac{2549,2}{1000} = 0,038 \text{ cd/m}^2$$

Armatnr. 7, Lyskasse over bensinpumpene

Bestykning: 5x65W lysrør, med antatt 5x5300 lm

Armaturvirkningsfaktor: antatt $\eta_a = 0,30$

EDB-utskriften gir:

$$\gamma = 38,30^\circ \text{ og } L'_v = 0,011 \text{ cd/m}^2 \text{ pr. 1000 cd}$$

Virkelig lysstyrke:

$$I = \frac{5 \cdot 5300 \cdot 0,30}{\pi} \cdot \cos 38,30 = 1985,9 \text{ cd}$$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v7} = 0,011 \cdot \frac{1985,9}{1000} = 0,022 \text{ cd/m}^2$$

Armatur nr. 8, Lyskasse over bensinpumpe

Bestykning: 4x65W lysrør, med antatt 4x5300 lm

Armaturvirkningsfaktor: antatt $\eta_a = 0,30$

EDB-utskriften gir:

$\gamma = 50,16^\circ$ og $L'_v = 0,015 \text{ cd/m}^2$ pr. 1000 cd

Virkelig lysstyrke:

$$I = \frac{4 \cdot 5300 \cdot 0,3}{\pi} \cdot \cos 50,16 = 1297,0 \text{ cd}$$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v8} = 0,015 \cdot \frac{1297,0}{1000} = 0,019 \text{ cd/m}^2$$

Armatur nr. 9, Mast

Bestykning: 400W Hg-lampe, med antatt 23000 lm

EDB-utskriften gir:

$C=43,73^\circ$, $\gamma=76,36^\circ$ og $L'_v=0,03 \text{ cd/m}^2$ pr.1000 cd

Lysfordelingstabellen gir: $I'=30 \text{ cd}$ pr.1000 lm

Virkelig lysstyrke: $I = 30 \cdot \frac{23000}{1000} = 690 \text{ cd}$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v9} = 0,03 \cdot \frac{690}{1000} = 0,021 \text{ cd/m}^2$$

Armatur nr. 10, Mast

Bestykning: 250W Hg-lampe, med antatt 13500 lm

EDB-utskriften gir: $C = 239,08^\circ$,

$\gamma = 100,15^\circ$ og $L'_v = 0,004 \text{ cd/m}^2$ pr. 1000 cd

Lysfordelingstabellen gir: $I'=0 \text{ cd}$ pr. 1000 lm

Virkelig lysstyrke: $I = 0 \text{ cd}$

Virkelig sløringsluminans: $L_{v10} = 0 \text{ cd/m}^2$

Armatur nr. 11, Mast

Bestykning: 250W Hg-lampe, med antatt 13500 lm

EDB-utskriften gir: $C = 58,86^\circ$,

$\gamma = 74,29^\circ$ og $L'_v = 0,004 \text{ cd/m}^2$ pr. 1000 cd

Lysfordelingstabellen gir: $I'=34 \text{ cd}$ pr. 1000 lm

Virkelig lysstyrke: $I = 34 \cdot \frac{13500}{1000} = 459 \text{ cd}$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v11} = 0,004 \cdot \frac{459}{1000} = 0,002 \text{ cd/m}^2$$

Armatur nr. 12, Veggskilt

Bestykning: 16x20W lysrør, med antatt 16·1200 lm

Armaturvirkningsfaktor: antatt $\eta_a = 0,30$

EDB-utskriften gir:

$\gamma = 11,86^\circ$ og $L'_v = 0,004 \text{ cd/m}^2$ pr. 1000 cd

Virkelig lysstyrke:

$$I = \frac{16 \cdot 1200 \cdot 0,30}{\pi} \cdot \cos 11,86 = 1794,3 \text{ cd}$$

Virkelig sløringsluminans:

$$L_{v12} = 0,004 \cdot \frac{1794,3}{1000} = 0,007 \text{ cd/m}^2$$

Total sløringsluminans

Total sløringsluminans blir summen av verdiene for hver enkelt lysarmatur:

Armatur nr.	1	L_{v1}	=	0,027	cd/m ²
"	"	2	L_{v2}	=	0,007 "
"	"	3	L_{v3}	=	0,034 "
"	"	4	L_{v4}	=	0,043 "
"	"	5	L_{v5}	=	0,039 "
"	"	6	L_{v6}	=	0,038 "
"	"	7	L_{v7}	=	0,022 "
"	"	8	L_{v8}	=	0,019 "
"	"	9	L_{v9}	=	0,021 "
"	"	10	L_{v10}	=	0,000 "
"	"	11	L_{v11}	=	0,002 "
"	"	12	L_{v12}	=	0,007 "
			ΣL_v	=	0,259 cd/m ²

4.8

Kommentar til eksemplet

Eksemplet må bare tas som forsøk på å vise bruken av metoden og ikke som noe endelig og nøyaktig resultat for denne bensinstasjonen. Årsakene er at det er for store usikkerheter knyttet til inngangsdataene som er brukt her. Tegninger av stasjonen var ikke tilgjengelige, så alle inngangsdata som har med de geometriske forhold å gjøre, er basert på grove observasjoner. Videre har en måttet anta armaturens lysfordelinger og virkningsfaktorer ut fra skjønn, som med lite erfaringsmateriale som grunnlag, kan gi ganske store feil. En kjenner ellers bestykningen i armaturene og har gått ut fra nominell lysfluks for disse.

Den totale sløringsluminansen en har beregnet, synes å ha høy verdi. Det var imidlertid ikke uventet å finne en relativt høy verdi for L_v , fordi stasjonen ligger blendingsmessig ugunstig til i venstrekurve.

5. METODE FOR KONTROLL AV BLENDING

Av Hans-Henrik Bjørset og Rolf Holmøy, EFI og Gabriel Helmers, TUU, (avsnitt 5.6)

5.1 Generelt

I avsnittene 5.2 og 5.3 blir det gjort rede for en metode for kontroll av blendingen karakterisert ved sløringsluminansen fra sideanlegg, hvor en måler luminansen for de enkelte armaturer i anlegget sett fra observatørpunktet, hvor en ved hjelp av en foto-størrelse i målestokk, f.eks. 1:100, finner armaturens tilsynelatende, lysende areal sett fra observatørpunktet og hvor en ved hjelp av et rutenett, som utvikles, grafisk bestemmer på samme fotografi en faktor M som er avhengig av den enkelte armaturs plassering i forhold til observatørpunktet. Ved kombinasjon av disse størrelsene finner en sløringsluminansen fra de enkelte armaturer, mens summen av disse utgjør den totale sløringsluminansen.

I avsnitt 5.6 er videre nevnt en metode for blendingskontroll, hvor en måler den belysningsstyrken hver enkelt armatur eller armaturgruppe gir på observatørens øye og måler vinkelen mellom synsretningen og retningen til de enkelte armaturer. Kombinasjonen av disse verdiene gir sløringsluminansen fra de enkelte armaturer. Metoden krever imidlertid meget spesielt utstyr.

5.2 Rutenett som grafisk hjelpemiddel

Kombineres likningene (4.1) og (4.2) får en følgende uttrykk for sløringsluminansen:

$$L_V = \frac{10 \cdot \cos\theta}{R^2 \cdot \theta^2} \cdot I \quad (5.1)$$

hvor L_V = sløringsluminansen (cd/m^2)
 θ = vinkelen mellom synsretningen og retningen til armaturen (grader)
 I = lysstyrken fra armaturen mot observa-

tørens øye (cd)

R = avstanden mellom armaturen og observatørens øye (m)

Setter en:

$$L_v = M \cdot I \cdot 10^{-3} \quad (5.2)$$

er:

$$M = \frac{\cos\theta}{R^2 \cdot \theta^2} \cdot 10^4 \quad (5.3)$$

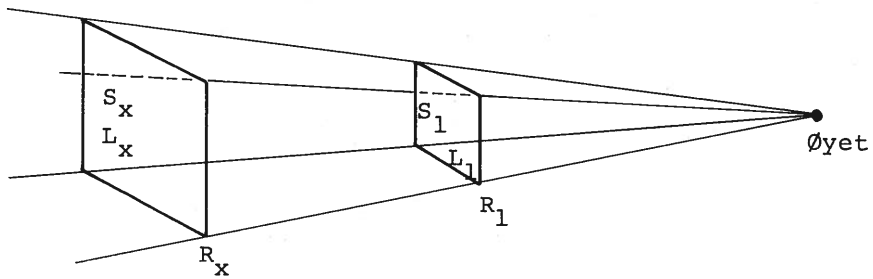
En ser at verdien M bare er avhengig av lysarmaturens plassering i forhold til observatørpunktet og at den kan regnes ut for en hver aktuell plassering i et sidelysanlegg.

En kan vise at alle armaturene i et slikt anlegg kan henføres til et tenkt vertikalplan gjennom observasjonspunktet i rett vinkel på synsretningen:

En armatur i ukjent avstand R_x fra observatørpunktet med tilsynelatende lysende areal S_x (også ukjent) er målt til å ha en midlere luminans L_x over det lysende arealet. En tenker seg nå armaturen henført til et plan i kjent avstand R_1 fra observatørpunktet på en slik måte at synsvinkelen for det tilsynelatende, lysende areal holdes konstant. Videre er forutsetningen at sløringsluminansen og dermed belyningsstyrken i observatørpunktet må være den samme for begge avstandene R_x og R_1 , se figur 5.1.

På en avstand R_1 vil tilsynelatende, lysende areal være S_1 og luminansen L_1 . En kan da sette:

$$E_x = \frac{I_x}{R_x^2} = \frac{L_x \cdot S_x}{R_x^2} \quad \text{og} \quad E_1 = \frac{I_1}{R_1^2} = \frac{L_1 \cdot S_1}{R_1^2}$$



Figur 5.1 Målt luminans L_x (cd/m^2) for ukjent lysende areal S_x (m^2) i ukjent avstand R_x (m) fra øyet, henføres, med samme romvinkel, til areal S_1 (m^2) i kjent avstand R_1 (m), d.v.s. $L_x=L_1$ (cd/m^2) og belyningsstyrken på øyet $E_x=E_1$ (lux). Dermed er sløringsluminansen $L_{vx}=L_{v1}$ (cd/m^2)

Measured luminance L_x (cd/m^2) for the unknown light emitting area S_x (m^2) on unknown distance R_x (m) from the eye, can be placed, with the same solid angle, at the area S_1 (m^2) on known distance R_1 (m), i.e. $L_x=L_1$ (cd/m^2). The illuminance on the eye is then $E_x=E_1$ (lux), hence, the veiling luminance is $L_{vx}=L_{v1}$ (cd/m^2).

Når $E_x=E_1$ får en:

$$\frac{L_x \cdot S_x}{R_x^2} = \frac{L_1 \cdot S_1}{R_1^2}$$

Nå er $\frac{S_x}{R_x^2} = \frac{S_1}{R_1^2}$ og en får da:

$$L_x = L_1$$

Det vil si at vi kan bruke den målte luminansen sammen med tilsynelatende, lysende areal S_1 ved den kjente avstanden R_1 for bestemmelse av lysstyrken I_1 som settes inn i formelen $L_v = M \cdot I \cdot 10^{-3}$. Hvis det tenkte vertikallplanet deles opp i ruter, f.eks. på

lm x lm, kan en for alle knutepunktene beregne M-verdiene med hensyn på observatørpunktet og på avstanden til planet, normalt valgt 100 m. Verdier for M, beregnet på nevnte grunnlag er gitt i tabell 5.1.

Tabell 5.1 M-verdier ved ulike høyder over synsretningen og avstander fra synsretningen. A=100 m.

M-values for different values of the height H (m) and the distance B (m). A=100 m.

Høyde over synsretningen H (m)	Avstand fra synsretningen B (m)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	0,030	0,030	0,029	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020	0,018	0,017	0,015	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009
9	0,037	0,370	0,036	0,034	0,031	0,029	0,026	0,023	0,021	0,019	0,017	0,015	0,013	0,012	0,011	0,010
8	0,047	0,047	0,045	0,042	0,038	0,034	0,030	0,027	0,024	0,021	0,018	0,016	0,014	0,013	0,012	0,010
7	0,062	0,061	0,057	0,052	0,047	0,041	0,036	0,031	0,027	0,023	0,020	0,018	0,016	0,014	0,012	0,011
6	0,084	0,082	0,076	0,067	0,058	0,050	0,042	0,036	0,030	0,026	0,022	0,019	0,017	0,015	0,013	0,011
5	0,122	0,117	0,105	0,089	0,074	0,061	0,050	0,041	0,034	0,029	0,024	0,021	0,018	0,016	0,014	0,012
4	0,190	0,179	0,152	0,122	0,095	0,074	0,058	0,047	0,038	0,031	0,026	0,022	0,019	0,016	0,014	0,012
3	0,338	0,304	0,234	0,169	0,122	0,089	0,067	0,052	0,041	0,034	0,028	0,023	0,020	0,017	0,015	0,013
2	0,761	0,609	0,381	0,234	0,152	0,105	0,076	0,057	0,046	0,036	0,029	0,024	0,020	0,017	0,015	0,013
1	3,046	1,523	0,609	0,304	0,179	0,117	0,082	0,061	0,047	0,037	0,030	0,025	0,021	0,018	0,015	0,013
0	10000,0	3,046	0,761	0,338	0,190	0,122	0,084	0,062	0,047	0,037	0,030	0,025	0,021	0,018	0,015	0,013
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
10	0,008	0,008	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	
9	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	
8	0,009	0,008	0,008	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	
7	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	
6	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	
5	0,011	0,009	0,009	0,008	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	
4	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	
3	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	
2	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	
1	0,012	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	
0	0,012	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	

Tegner en opp i passende målestokk på gjennomsiktig papir rutenettet i det tenkte vertikallplanet og fører på verdiene for M i alle knutepunktene, har en et grafisk hjelpemiddel for bestemmelse av sløringsluminansen som de forskjellige armaturene forårsaker.

EDB-rutine for beregning av M-verdier for vilkårlige verdier av avstanden mellom observatør- og observasjonspunkt er vist i tillegg 2.

5.3 Brukerbeskrivelse for rutenettet.

.1 Generelt

Det konstruerte rutenettet kan en bruke sammen med et fotografi eller en nøyaktig skisse av sidelysanlegget.

Før sidelysanlegget fotograferes må observasjonspunktet avmerkes, f.eks. ved hjelp av en lommelykt stilt på riktig sted eller ved hjelp av maling. En målestokkreferanse, f.eks. en stav på 2 m lengde, som er lett synlig, må legges horisontalt i det tenkte vertikalplanet. Et bilde tas så fra observatørpunktet slik at fotoapparatets senterlinje peker mot observasjonspunktet.

Den delen av bildet som dekker sidelysanlegget, forstørres opp til den innlagte målestokkreferansen blir f.eks. 2 cm på det ferdige bildet. Siden målestokkreferansen var 2 m blir målestokken for bildet 1:100.

Et transparent rutenett med samme målestokk legges over bildet, og en kan bestemme M-verdien for hver lysarmatur. For en armatur som ligger innenfor én rute finner en M-verdien som middelverdien av de fire knutepunksverdiene. Dersom en armatur dekker flere ruter, regner en ut M som middelverdien av knutepunksverdiene for alle de rutene som berøres.

For så å finne sløringsluminansen $L_v = M \cdot I \cdot 10^{-3}$ kan en bestemme lysstyrken I i retning mot observatørpunktet som produktet av luminansen L i samme retning og armaturens tilsynelatende, lysende areal S sett fra observatørpunktet: $I = L \cdot S$.

Armaturens tilsynelatende, lysende areal kan enten leses av ved hjelp av rutenettet, måles ut direkte på bildet eller bestemmes ut fra annen geometrisk betraktning.

Armaturens luminans i retning mot observatørpunktet kan måles ved hjelp av luminansmeter som enten har et målefelt mindre enn armaturen eller som har målefeltet større enn armaturen.

- .2 Luminansmeteret har mindre målefelt enn armaturen.
Luminansen for hver armatur måles fra observatørpunktet. Når armaturen er stor i forhold til målefeltet, tar en flere målinger jevnt fordelt over det lysende areal og finner gjennomsnittet av målingene.
- .3 Luminansmeteret har større målefelt enn armaturen.
En forutsetter at en har bare én armatur i målefeltet om gangen. Det som en da måler er middelluminansen L_2 over hele målefeltet, som omfatter armaturens lysende areal og mørke flater rundt dette. Hvis en nå kjenner måleavstanden R_2 og målevinkelen for luminansmeteret, kan en beregne målefeltets areal S_2 ved avstanden R_2 . Lysstyrken mot observatørpunktet finner en da av $I_2 = L_2 \cdot S_2$.

For imidlertid å slippe å finne avstanden R_2 og for å kunne nytte rutenettet for det tenkte vertikallplanet gjennom observasjonspunktet, tenker en seg armaturen henført til dette planet.

Foran er det vist at en kan gjøre dette og så kombinere den målte luminans L_2 med det målefeltet S_1 som en har i det tenkte vertikallplanet. Den aktuelle lysstyrken blir da $I_1 = L_2 \cdot S_1$. Målefeltets størrelse bestemmes nøyaktig nok ut fra luminansmeterets målevinkel og avstanden mellom observatørpunkt og observasjonspunkt.

Når en på denne måten har bestemt lysstyrken I_1 for den aktuelle armaturen, kan en ved hjelp av rutenettet bestemme M-verdien for den samme og dermed regne ut sløringsluminansen:

$$L_v = M \cdot I_1 \cdot 10^{-3}$$

Eksempel:

Er målevinkelen 1° , tilsvarende $\pi/180$ radianer, og avstanden til vertikalplanet gjennom observasjonspunktet 100 m, får en at diameteren i målefeltet er $D = \pi/180 \cdot 100 = 1,744$ m.

Målefeltet blir da: $S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1,744^2}{4} = 2,4 \text{ m}^2$

Har en da f.eks. målt $L_2 = 215 \text{ cd/m}^2$ får en:

$I_1 = 215 \cdot 2,4 = 516 \text{ cd.}^2$

Ved hjelp av rutenettet har en f.eks. funnet at $M = 0,008 \text{ m}^{-2}$ og får da:

$L_v = 0,008 \cdot 516 \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ cd/m}^2$

5.4 Eksempel på bruken av rutenettet

Eksemplet her er den samme bensinstasjonen som i eksemplet i avsnitt 4.7, se figur 4.12 som viser fotografi av stasjonen.

Målingene ble utført i mai 1976 med et Rosenhagen luminansmeter med målefelt 6'.

På grunn av en meget lys natthimmel var det ikke mulig å utføre riktige målinger med målefelt som var større enn armaturens areal. En måtte derfor bruke lite målefelt. På armaturens lysende flater ble det målt en rekke punkter og tatt gjennomsnittet av disse, som antatt middelluminans for det lysende areal. For lysskilt med ulike farger ble middelluminansen funnet for hver av fargene og brukes i eksemplet sammen med antatt areal for hver farge. For noen av armaturene med relativt små lysende arealer dekket målefeltet såpass stor del av lysende areal at det ikke ble mer enn én eller to avlesninger. Resultatene her kan derfor være noe usikre og bør bare tas som eksempler.

Luminansene som en fant for de forskjellige armaturene er gitt i tabell 5.2. Med hensyn til nummereringen av armaturene vises det til figur 4.13.

Neste trinn er å fastsette størrelsen i m^2 av arma-

turens tilsynelatende lysende areal. Det er gjort på en forstørrelse i målestokk 1:100 av fotografiet. Arealene som er funnet på denne måten er vist i tabell 5.2.

Tabell 5.2 Målte midlere luminanser og lysende arealer sett fra observatørpunktet, M-verdier funnet ved hjelp av rutenettet og utregnede sløringsluminanser.

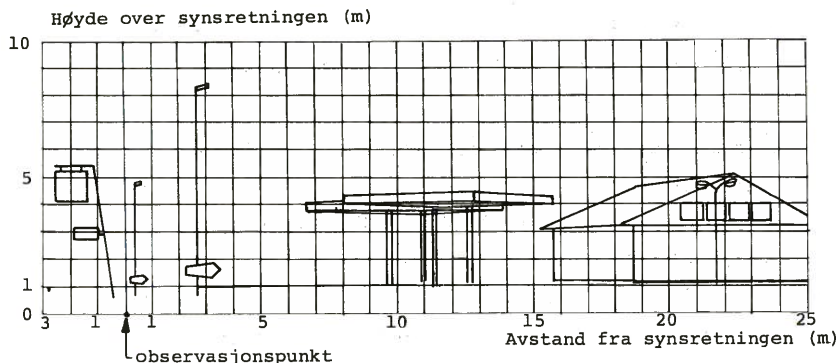
Measured luminances and light emitting areas seen from the observer point, M-values found using the grid web and calculated veiling luminances.

Armatur nr.	Armaturbetegnelse	Midl. luminans L (cd/m^2)	Tilsynelatende, lysende areal S (m^2)	M-verdier v.hj.a. rutenettet (m^{-2})	Sløringsluminansen $L_v = M \cdot I \cdot 10^{-3} = M \cdot L \cdot S \cdot 10^{-3}$ (cd/m^2)
1	Innpil (middelverdi)	400 50	(50%) 0,55 (50%)	0,310	0,039
2	Mast med 400W Hg-lampe	1000	0,03	0,038	0,011
3	Shell reklameskilt: Gul plast Rød plast	450 50	1,38 (65%) (35%)	0,110	0,043
4	Skilt: Åpen/lukket: Gul plast Rød plast	425 50	(45%) 0,48 (55%)	0,310	0,032
5	Innpil (middelverdi)	400 50	0,14 (50%) (50%)	1,485	0,047
6	Lyskasse, taket over pumpene	600	2,16	0,024	0,031
7	Do.	600	1,35	0,013	0,011
8	Do.	600	0,77	0,043	0,020
9	Mast med 400W Hg-lampe	1500	0,04	0,152	0,009
10	Mast med 250W Hg-lampe	0	-	0	0
11	Do.	3000	0,09	0,006	0,002
12	Veggskilt: Hvit plast Rød plast	600	2,15 (60%) (40%)	0,006	0,005
Sum L_v					0,250

På forstørrelsen ble så rutenettet i målestokk 1:100 lagt inn, og en kunne for hver armatur fastlegge M-verdien slik som beskrevet i avsnitt 5.2. De funne M-verdiene er gjengitt i tabell 5.2.

Plasseringen av rutenettet på fotoforstørrelsen er i prinsippet vist i figur 5.2 hvor det for reproduseringens skyld er brukt en streksskisse.

En har nå fått fram alle verdier som er nødvendige for å regne ut sløringsluminansen $L_V = M \cdot I \cdot 10^{-3} = M \cdot L \cdot S \cdot 10^{-3}$ (cd/m^2) for hver armatur. Resultatene er vist i siste kolonne i tabell 5.2 hvor også den samlede sløringsluminansen som er avgjørende, er angitt.



Figur 5.2 Plassering av rutenettet med M-verdier.
The use of the grid web and the M-values.

En kan her vise nærmere hvordan utregningen er gjort for eksempel for Shell-reklameskiltet:

På fotoforstørrelsen fant en at lysende areal sett fra observatørpunktet er $S=1,38 \text{ m}^2$, der 65% av arealet er anslått å være gul plast og 35% av arealet rød plast, med henholdsvis midlere luminans 450 cd/m^2 og 50 cd/m^2 .

Skiltet berører fire ruter med ni knutepunkter hvor summen av M-verdiene er: $\Sigma M=0,99$.

Den M-verdi en skal regne med for skiltet er derfor: $M = 0,99 : 9 = 0,11 \text{ m}^{-2}$.

Sløringsluminansen for Shell-skiltet blir da: $L_V=0,11 \cdot 1,38 (450 \cdot 0,65 + 50 \cdot 0,35) 10^{-3} = 0,047 \text{ cd/m}^2$

5.5 Kommentar til eksemplet.

Også her gjelder det at resultatet bygger på data som er usikre. Eksemplet skal derfor tjene som demonstrasjon av metoden og må ikke tas som nøyaktig resultat for bensinstasjoner.

De totale sløringsluminansene, som en er kommet fram til etter begge måtene i kapitlene 4 og 5 for den samme bensinstasjonen, er forbausende like, men det kan ikke legges for stor vekt på det. Sammenlikner en sløringsluminansene for de enkelte armaturene i begge metodene, vil en se at det tildels er store forskjeller, som nettopp må skyldes at praktiske vansker ikke gjorde det mulig å få mer nøyaktige data som grunnlag til eksemplene.

5.6 Förenklad metod för uppmätning av bländning

Metodbeskrivning

För uppmätning och beräkning av synnedsättande bländning från befintliga sidoanläggningar har en enkel och snabb fältmätningss metodik utarbetats. Denna metod bygger i likhet med övriga i detta avsnitt redovisade metoder på Holladays formel för beräkning av den kontrastreducerande ströljusluminansen i ögat, se avsnitt 2.1.

Metoden bygger också på användningen av en telefotometer (Spectra Pritchard Model 1980) med vilken belysningsstyrkan (E) från enstaka ljuskällor eller grupper av närliggande ljuskällor inom en sidoanläggning direkt kan uppmätas från vägen oberoende av avståndet till anläggningen.

Beräkningar utförda vid LTL har visat att ströljusluminansen (L_v) från simulerade sidoanläggningar vid rak, plan väg har ett flackt maximum vid ca 100 m avstånd från anläggningen. Detta överensstämmer väl med beräkningar, som gjorts i en tidigare undersökning (3). Fältmätningarna har därför valts att utföras på ett vägvstånd av 100 m framför den närmaste ljuskällan i anläggningen.

Telefotometern var fast monterad på ett stativ på framsätesspassagerarens ordinarie plats i en personbil. Mätningarna utfördes genom en väl rengjord vind-

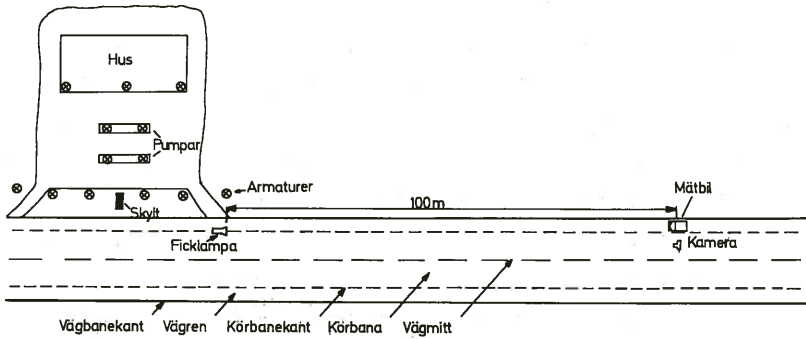
ruta på så sätt att belysningsstyrkan (E) uppmättes för varje enskild ljuskälla eller för varje grupp av i synfältet närliggande ljuskällor. Sidoanläggningen ritades av på fri hand och de olika mätytorna numererades för att senare kunna identifieras på ett foto av anläggningen. I avsikt att minimera olycksrisken var bilen under mätning parkerad på vägrenen med ett gult blinkande varningsljus riktat bakåt.

För att erhålla ett mått på vinkeln mellan synriktningen vid bilkörning och riktningen till var och en av sidoanläggningens ljuskällor (θ) har en för bilkörning sannolik fixeringspunkt måst bestämmas. Denna har antagits ligga på körfältets kantlinje 100 m framför fordonet. För att kunna mäta upp vinklarna mellan denna fixeringspunkt och de olika ljuskällorna inom varje sidoanläggning har ett foto tagits (film Kodak Plus X, 1 sek, bländ. 1.8, avst ∞) av sidoanläggningen från en punkt mitt på körfältet och på samma avstånd från anläggningen som ljusmätningen utfördes (dvs 100 m från anläggningens närmaste ljuskälla). Kameran var monterad på ett stativ och på normal ögonhöjd (1,2 m över vägbanan). Fixeringspunkten erhöles på fotot genom att placera en tänd ficklampa riktad mot kameran på körfältets kantlinje. Mätsituationen är redovisad i figur 5.3. Synvinklarna mellan sidoanläggningens olika ljuskällor och fixeringspunkten erhöles genom att bilden projicerades på en skärm varvid varje avstånd uppmättes. Genom ett kalibreringsfoto av två punkter med ett känt synvinkelavstånd kunde sedan dessa uppmätta avstånd översättas till synvinkelgrader. Efter denna procedur förligger för varje ljuskälla eller grupp av i synfältet mycket närliggande ljuskällor mätvärden för belysningsstyrkan (E lux) och vinkeln mellan fixeringspunkten och ljuskällan (ljuskällorna) (θ grader). Dessa värden sätts in i Holladays formel (redovisad i

avsnitt 2.1) varvid ströljusluminansen (L_V cd/m²) hos varje ljuskälla beräknas. Sidoanläggningens totala ströljusluminans utgöres av summan av alla i anläggningen ingående ljuskällors ströljusluminanser (ΣL_V cd/m²).

Diskussion

Den ovan beskrivna mätmetodens styrka ligger i att de ljuskällor, som mest bidrager till sidoanläggningens totala ströljusluminans (ΣL_V), lätt kan identifieras. Metoden ger därför ett bra beslutsunderlag vid förbättring av befintliga anläggningar.



Figur 5.3 Mätsituation vid fältnätningar
Measurement situation on the road

För regelbundet bruk skulle mätmetoden kunna utvecklas ytterligare. En polaroidkamera skulle kunna användas för att under själva mätningen få en fotokopia över anläggningen. På denna kopia skulle de olika mätyornas lägen direkt kunna inritas.

Vidare skulle ett "sikte" med två armar (av typ passare) kunna konstrueras, med vilket den ena armen riktas mot fixeringspunkten och den andra mot ljuskällan, varvid vinkeln mellan armarna (θ) direkt skulle kunna avläsas.

Ströljusluminansen från varje ljuskälla eller grupp av ljuskällor skulle då enkelt kunna beräknas vid själva mätningen. Detta skulle ge omedelbar information om de ljuskällor, som är mest bländande och därför mest intressanta att förbättra.

De i nästa kapitel redovisade fältmätningarna har utförts på 100 m avstånd från sidoanläggningens närmaste ljuskälla av skäl, som ovan angivits. Då vägen däremot går i (vertikal och/eller horisontal) kurva före anläggningen kan avståndet till anläggningen för den maximala ströljusluminansen förmodas variera inom ganska vida gränser. Vid sådana tillfällen bör mätningen på 100 m avståndet kompletteras med en mätning på det avstånd där synvinkeln (θ) mellan fixeringspunkten och de ljuskällor hos sidoanläggningen, som ligger närmast vägen (fixeringspunkten), bedöms ha sitt minimum.

The first part of the paper is devoted to the study of the
 properties of the function $f(x)$ defined by the equation
 $f(x) = \int_0^x f(t) dt$. It is shown that $f(x)$ is a
 constant function.

In the second part of the paper, we consider the
 problem of the existence of solutions of the differential
 equation $y' = P(x, y)$ where $P(x, y)$ is a
 continuous function. It is shown that if $P(x, y)$ is
 continuous in a region R and if $P(x, y)$ is bounded
 in R , then there exists a unique solution of the
 differential equation in R .

6 EXEMPEL PÅ BLÄNDNING FRÅN SIDOANLÄGGNINGAR

Av Gabriel Helmers, TUU

6.1 Urval

De sidoanläggningar, som har uppmätts, har utgjorts av bensinstationer, som ligger eller har legat utefter Europavägnätet inom 100 km avstånd från Uppsala. Stationerna har alla legat utanför vägbelyst område. På de aktuella vägsträckorna har med ett undantag, som gjordes av trafiksäkerhets-skäl, alla anläggningar uppmätts.

Det hade naturligtvis varit önskvärt att mätningar också utförts på sidoanläggningar av annan typ än bensinstationer. På de aktuella vägsträckorna fanns endast en sådan anläggning - ett sågverk. Någon uppmätning av denna anläggning kunde ej utföras då armaturerna var släckta på grund av att arbetet för dagen upphört vid mörkrets inbrott.

6.2 Metodik

Den metodik som använts är utförligt redovisad under avsnitt 5.6 ovan.

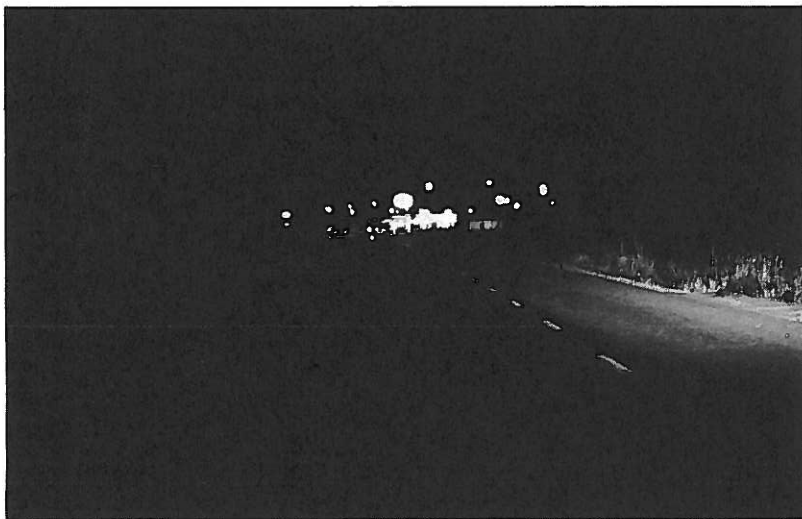
6.3 Resultat

I figurerna 6.1-6.10 nedan presenteras det foto av varje anläggning, vars negativ utgjort underlaget för beräkning av synvinkeln (θ) för varje ljuskälla i anläggningen. Den totala ströjlusluminansen (ΣL_V) från varje anläggning jämte de eller den ljuskälla i anläggningen, som ger det största tillskottet (L_V) till ΣL_V är redovisade dels i figurtexterna och dels i sammanfattande tabell 6.1.

Av figurerna och tabellen framgår att den totala ströjlusluminansen för anläggningarna till stor del bestämmas av bensinstationsskyltarna eller av armaturer på litet synvinkelavstånd från observationspunkten på vägbanan.

Tabell 6.1 Ströljusluminans från uppmätta sidoanläggningar.
Veiling luminance of some petrol stations.

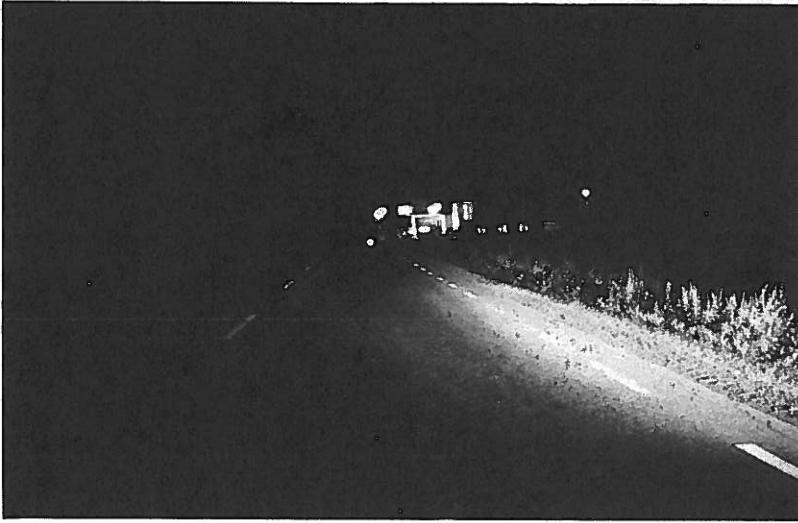
Sidoanläggning, läge	Se figur (nr)	Ljuskälla, som ger störst tillskott till den totala ströljusluminansen		Total ströljusluminans (ΣL_v) (cd/m ²)
		Typ av ljuskälla	L_v (cd/m ²)	
Esso, E4, söder bron över Dalälven	6.1	Esso-skylden	0,047	0,106
Gulf, E4, Älvkarleby	6.2	Gulf-skylden	0,021	0,027
DIN-X, E4, Tierp	6.3	2 armaturer närmast körbanan (Din-X-skylden)	0,045 (0,013)	0,071
Gulf, E4, Gryttjom	6.4	1 armatur nära körbanan 2 Gulf-skyltar: den närmaste den bortre	0,011 0,007 0,009	0,041
Gulf, E4, Svista	6.5	Gulf-skylden (på höger sida)	0,012	0,030
Gulf, E18, Skolsta	6.6	Gulf-skylden	0,003	0,005
Shell, E18, Litslena	6.7	Shell-skylden	0,015	0,023
Shell, E18, Ekolsund	6.8	Shell-skylden 5 armaturer nära körbanan ger tillsammans	0,008 0,018	0,051
Fina, gamla E4, 1 km öster Alsike kyrka	6.9	Fina-skylden	0,025	0,034
Shell, gamla E4, Vassunda	6.10	Shell-skylden	0,031	0,055



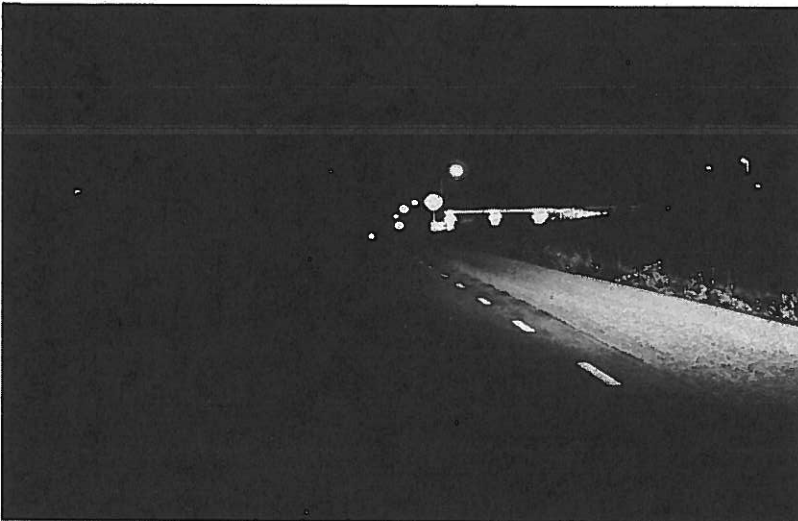
Figur 6.1 Bensinstation Esso, E4, söder bron över
Dalälven. $\Sigma L_v: 0,106 \text{ cd/m}^2$
Esso-skyltens $L_v: 0,047 \text{ cd/m}^2$



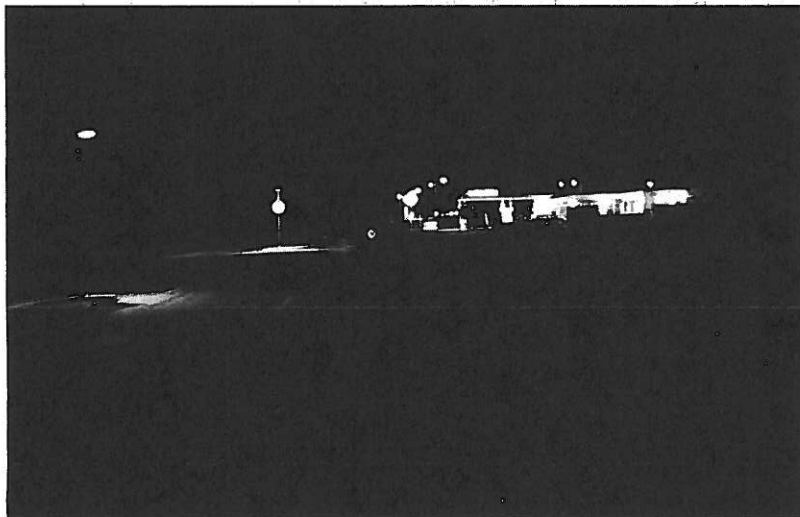
Figur 6.2 Bensinstation Gulf, E4, Älvkarleby.
 $\Sigma L_v: 0,027 \text{ cd/m}^2$
Gulf-skyltens $L_v: 0,021 \text{ cd/m}^2$



Figur 6.3 Bensinstation DIN-X, E4, Tierp
 ΣL_v : 0,071 cd/m²
 L_v för 2 armaturer närmast körbanan:
 0,045 cd/m²
 DIN-X-skyltens L_v : 0,013 cd/m²



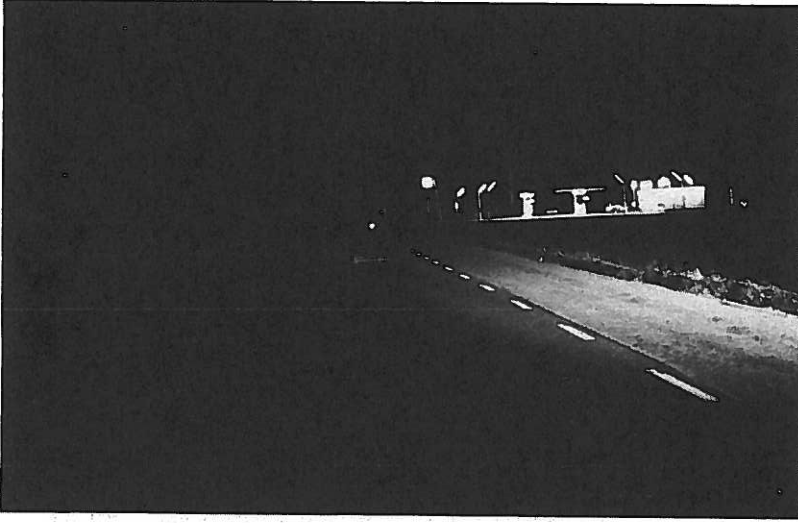
Figur 6.4 Bensinstation Gulf, E4, Gryttjom.
 ΣL_v : 0,041 cd/m²
 Gulf-skyltarnas L_v : 0,007 cd/m²
 och 0,009 cd/m²



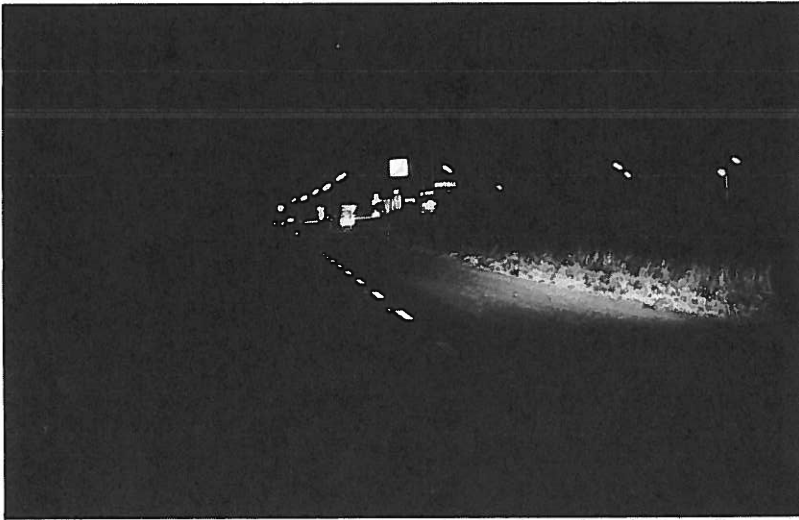
Figur 6.5 Bensinstation Gulf, E4, Svista.
 ΣL_v : 0,030 cd/m²
 Gulf-skyltens L_v : 0,012 cd/m²



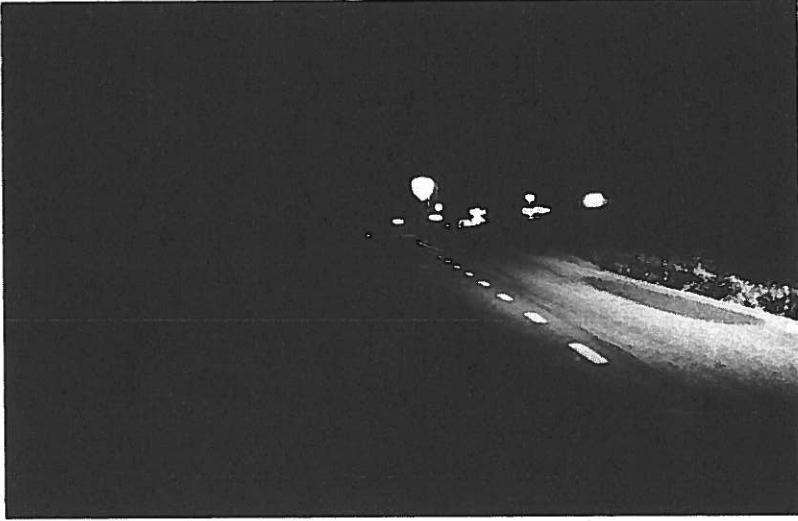
Figur 6.6 Bensinstation Gulf, E18, Skolsta
 ΣL_v : 0,005 cd/m²
 (OBS! Låg total ströjlusluminans eftersom stationens skylt och övr ljuskällor ligger på stort vinkelavstånd från fixeringspunkten.)
 Gulf-skyltens L_v : 0,003 cd/m²



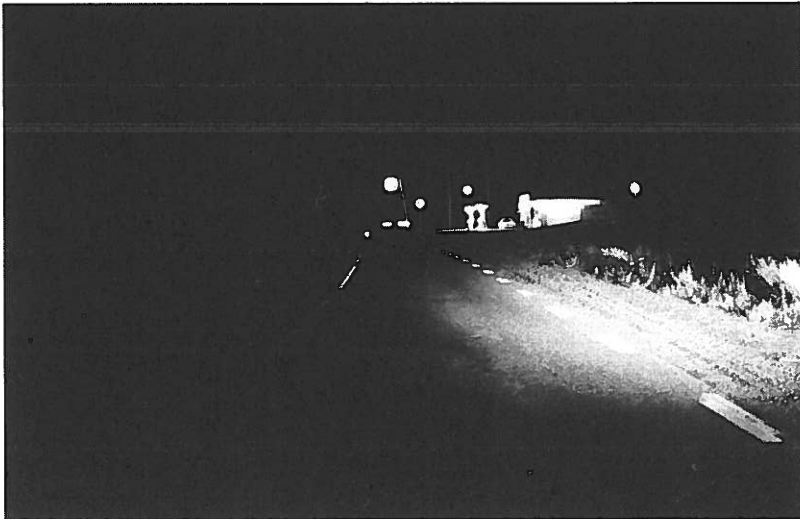
Figur 6.7 Bensinstation Shell, E18, Litslena
 $\Sigma L_v : 0,023 \text{ cd/m}^2$
 Shell-skyltens $L_v : 0,015 \text{ cd/m}^2$



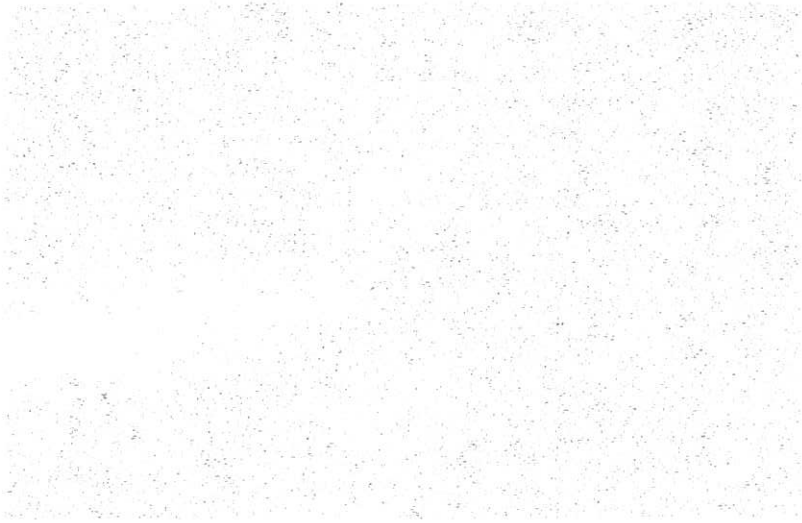
Figur 6.8 Bensinstation Shell, E18, Ekolsund
 $\Sigma L_v : 0,051 \text{ cd/m}^2$
 (Flera ljuskällor på litet vinkelavstånd från fixeringspunkten resulterar i en relativt hög total ströjlusluminans.)
 Shell-skyltens $L_v : 0,008 \text{ cd/m}^2$



Figur 6.9 Bensinstation Fina, gamla E4, 1 km öster
 Alsike kyrka.
 $\Sigma L_v : 0,034 \text{ cd/m}^2$
 Fina-skyltens $L_v : 0,025 \text{ cd/m}^2$



Figur 6.10 Bensinstation Shell, gamla E4, Vassunda.
 $\Sigma L_v : 0,055 \text{ cd/m}^2$
 Shell-skyltens $L_v : 0,031 \text{ cd/m}^2$



Af Erik Frederiksen og Bjarne Nielsen, LTL

7.1 Den tilladelige blanding

Der findes ingen magisk grænse, der angiver, at hvis blandingen ligger under denne, har den ingen generende virkning, medens den er helt uacceptabel, hvis den ligger over grænsen.

Ved udformning af anbefalinger for blændingsbegrænsning må der derfor dels ses på, at den synsnedsættende virkning skal holdes nede på et vist rimeligt niveau, medens der på den anden side ikke bør indføres urimelige restriktioner for udformningen af belysningsanlæggene.

På ubelyst vej kan man vel sige, at i de tilfælde, hvor synsafstanden uden blanding er relativt lille (f.eks. ca. 60 m på mørk vej), vil en reduktion på grund af blanding på ca. 10 % eller mere virke betænkelig.

Ifølge figur 2.4 svarer dette til en sløringsluminans på 0,035-0,05 cd/m².

På lyse veje er forholdene mindre kritiske, dels fordi synsafstanden uden blanding er større, og dels fordi virkningen af blandingen er mindre. F.eks. vil en sløringsluminans på 0,1 cd/m² reducere synsafstande for en grå genstand på en lys vej fra 102 m til 88 m, hvilket i sammenligning med forholdene på den mørke vej ikke virker urimeligt.

Såfremt man kunne regne med, at samtlige ubelyste veje var forsynet med lyse belægninger (d.v.s. med en retrorefleksion på ca. 0,02 cd/m²/lux), ville en sløringsluminans på 0,1 cd/m² kunne accepteres. Da der imidlertid må tages et betydeligt hensyn til de mørke veje, hvor synsbetingelserne er dårligere, vil sløringsluminanser på mere end 0,05 cd/m² næppe være tilladelige.

På belyste veje er forholdene noget anderledes. Her fremkaldes synligheden af genstande på vejen af det faste belysningsanlæg, og synsafstandene er i almindelighed langt større end de, der kan opnås med nærlys på ubelyst vej.

Til gengæld er trafikken mere intensiv, og da belysningsanlæggene ikke bygges bedre end nødvendigt for at sikre passende trafiksikkerhed, og da der ofte er et større antal sidebelysningsanlæg på belyst vej end på ubelyst vej, vil det være rimeligt at give en strengere begrænsning af blændingen på belyst vej end på ubelyst.

Det kan f.eks. være rimeligt at fastholde, at de synsafstande, som findes i de faste - af offentligheden bekostede - belysningsanlæg, ikke må formindskes med mere end 5 % på grund af belysningsanlæg uden for vejen.

Figur 7.1 viser sammenhængen mellem den relative synsafstand og blændingsgraden D defineret som:

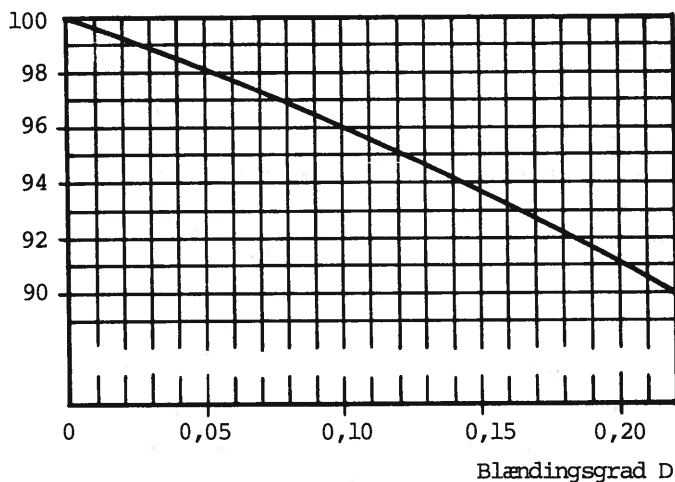
$$D = \frac{L_v}{L + L_v}$$

hvor D = blændingsgraden
 L_v = sløringsluminansen (cd/m^2)
 L = vejens middelluminans (cd/m^2)

Kurven er beregnet for en vej med en middelluminans på 1 cd/m^2 og et objekt på $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$ med en kontrast på 15 %. Vælges andre værdier end disse, fås kurver, der kan afvige ganske lidt fra den viste, der derfor kun må tages som vejledende.

Det fremgår imidlertid af kurven, at hvis man tillader en reduktion af synsafstanden på ca. 5 %, kan man acceptere en blændingsgrad på 0,12.

Relativ synsafstand
RS (%)



Figur 7.1 Sammenhængen mellem den relative synsafstand RS på belyst vej og blændingsgraden D.

Relationship between level of glare D and relative sight distance RS on lighted roads. Object: 0,2 m x 0,2 m. Average road surface luminance: 1 cd/m². Contrast: 15 %.

Tilsvarende værdier på sløringsluminansen fremgår af tabel 7.1.

Tabel 7.1 Sløringsluminans ved blændingsgraden 0,12 og forskellige værdier på vejens middelluminans.

Equivalent veiling luminance L_v for the level of glare 0,12 and different values of the average road luminance L.

Vejens middelluminans, L (cd/m ²)	Sløringsluminans, L_v (cd/m ²)
0,5	0,068
1,0	0,14
1,5	0,20
2,0	0,28

Det ses, at til trods for det stærkere krav til virkningen af blandingen på belyste veje, er de lystekniske krav til belysningsanlæggene ikke strengere, men tværtimod svagere.

7.2 Forslag til anbefalinger

På ubelyst vej bør sløringsluminansen fra samtlige lyskilder ΣL_v i et belysningsanlæg uden for vejen ikke overstige $0,05 \text{ cd/m}^2$ målt eller beregnet efter principperne beskrevet i kapitel 3, 4 og 5.

På belyst vej bør blændingsgraden D fra samtlige lyskilder i et belysningsanlæg uden for en vej ikke overstige $0,12$, defineret som ovenfor nævnt og beregnet og målt efter principperne beskrevet i kapitel 3, 4 og 5.

Ved et belysningsanlæg uden for en vej forstås f.eks. tank- og servicestationer, sportspladser og byggepladser. De armaturer, som skal regnes som hørende til et anlæg, kan være både reklameskilte, udstillingsvinduer og armaturer til udendørs og indendørs arbejdsbelysning. En eksakt afgrænsning kan i visse tilfælde være vanskelig og må foretages efter skøn.

7.3 Praktiske anvisninger

De af kapitel 5 og 6 viste eksempler på belysningsanlæg i tankstationer viser, at en betydelig del af blandingen ofte kommer fra de egentlige belysningsarmaturer.

Det må derfor anbefales at anvende armaturer, som i vandret retning er helt afskærmende.

Til et skøn over, hvilken tilladelig luminans en reklametafle på ubelyst vej kan have, kan figur 7.2 og 7.3 benyttes. Disse er tegnet under forudsætning af, at blandingen fra reklameskiltene højst bør bidrage med halvdelen af den totalt tilladelige blanding

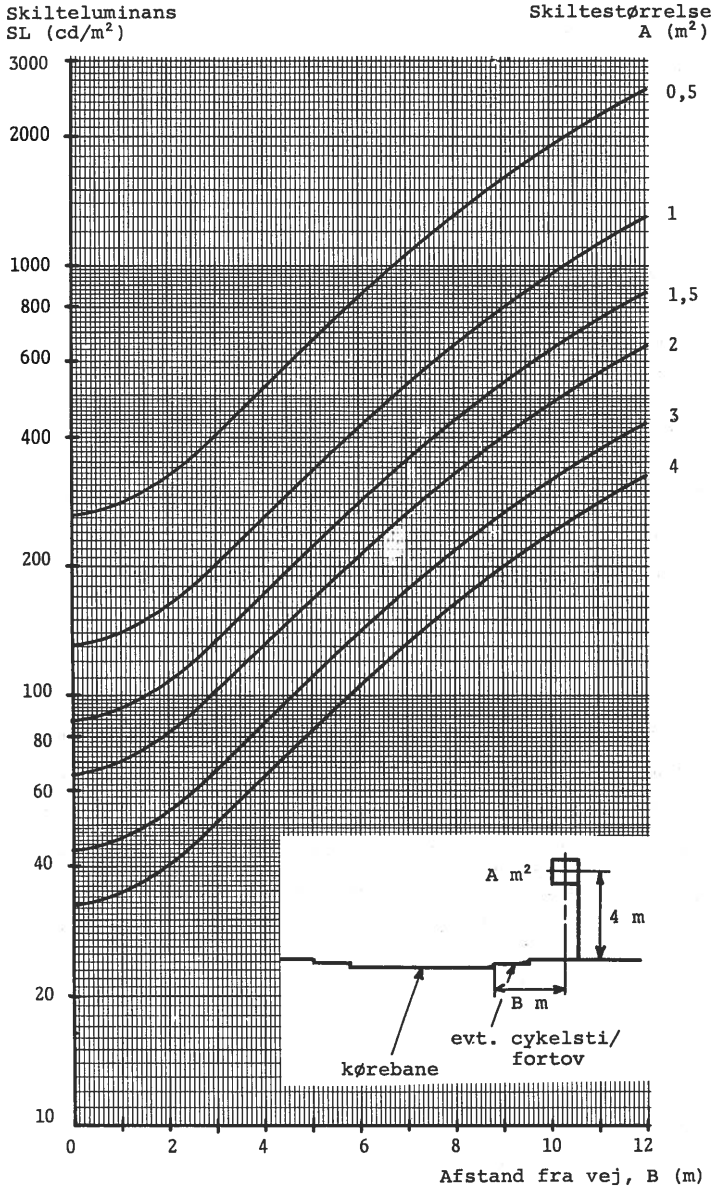
(d.v.s. $L_v = \max. 0,025 \text{ cd/m}^2$), samt at skiltene er anbragt i 4 m og 1 m højde.

Kurverne gælder kun for lige, vandrette veje. De skal kun tages som vejledende, og de kan fraviges, hvor forholdene taler for det.

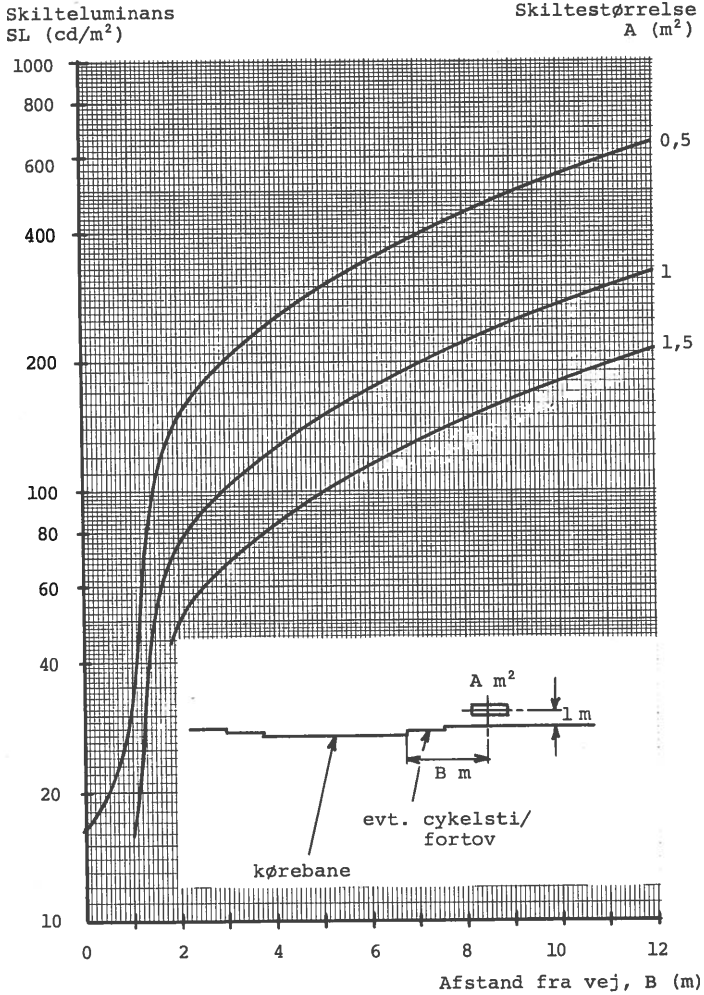
I udstillingsvinduer bør armaturer eller lyskilder ikke være direkte synlige fra vejen.

I kurver, på bakketoppe og lignende steder er forholdene vanskelige. Generelt bør man undgå at placere tankstationer sådanne steder. Hvis dette alligevel sker, må der gennemføres en omhyggelig projektering med blændingsberegninger og perspektiviske tegninger, således at der er sikkerhed for, at anlægget hverken blænder eller vil kunne give anledning til falsk visuel føring.

Ved sportspladser, byggepladser og lignende er det ikke muligt at give lignende generelle anvisninger. Ofte forekommer blanding på veje, der ligger langt fra belysningsanlægget, og det er både ved anlæggenes projektering og bygning nødvendigt at overveje blændingsproblemerne nøje og eventuelt foretage afprøvninger i praksis, inden anlæggene tages endeligt i brug.



Figur 7.2 Diagram til skøn over den tilladelige skilteluminans SL, når skiltestørrelsen A og dets afstand fra vejen B er kendt.
Diagram for the estimation of the permissible signluminance SL for different sign areas A and distances B from the carriageway.



Figur 7.3 Diagram til skøn over den tilladelige skilteluminans SL, når skiltestørrelsen A og dets afstand fra vejen B er kendt.

Diagram for the estimation of permissible sign luminance SL for different sign areas A and distances B from the carriageway.

REFERENSER

1. Frederiksen E, Jørgensen N O, Blænding på motorveje, Glare on Motorways, Rådet for trafiksikkerhedsforskning, Rapport 12, Köpenhamn, 1972
2. Helmers G, Rumar K, Undersökning av siktförsvårande bländning från sidoanläggningar, delrapport, Psykologiska institutionen, Uppsala universitet, Uppsala, 1970
3. Landerfors L-O, Lundin R G, Bländstörningar från sidoanläggningar, En modellstudie, Institutionen för Vägbyggnad, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm, 1969
4. Nielsen B, Størrelsen af eksponenten i Holladays formel til beregning af den ækvivalente sløringsluminans fra en lyskilde, Ikke offentliggjort notat fra Lysteknisk Laboratorium

BILAGOR

- Bilaga 1: Listning av ADB-programmet för beräkning av ströljusluminanser m m
- Bilaga 2: Listning av ADB-procedur för beräkning av M-värden
- Bilaga 3: Ljusfördelningstabell (för exemplet)

Tillegg 1: Listing av EDB-programmet for beregning
av sløringsluminanser o.a.

```

1*      READ(5,17) N,N1
2*      17  FORMAT(2I10)
3*      READ(5,16) AS
4*      16  FORMAT(F10,2)
5*      DIMENSION GEOM(20,3),VINK(20,3),LTYPE(20),HOYDE(20),BREDE(20)
6*      K=1
7*      99  READ(5,43)(GEOM(K,L),L=1,3),(VINK(K,M),M=1,3),LTYPE(K),HOYDE(K),
8*      1  BREDE(K)
9*      43  FORMAT(6F8,2,I8,2F8,2)
10*     K=K+1
11*     IF(K=N) 99,99,100
12*     100 DGR=57,295779
13*     P1=3,1415926
14*     ALYSST=1000,
15*     AK=10,
16*     AN=2,
17*     HB=1,2
18*     WRITE(6,42)
19*     42  FORMAT(1H1,4X,68(' '))
20*     WRITE(6,40)
21*     40  FORMAT(25X,'*',2X,'SLØRINGSLUMINANS',2X,'*',4X,'GAMMA',3X,'*',5X,
22*     1  'C',6X,'*')
23*     WRITE(6,41)
24*     41  FORMAT(5X,68(' '))
25*     DO 50 I=1,N
26*     LZ=LTYPE(I)
27*     C *****
28*     C BREGNING AV SLØRINGSLUMINANSEN PR. 1000 CANDELA
29*     C LYSSTYRKE PA LYSKILDEN
30*     C *****
31*     DO 25 J=1,3
32*     IF(J=2) 18,19,20
33*     18  A=GEOM(I,J)
34*     GO TO 25
35*     19  B =GEOM(I,J)
36*     BO=B
37*     GO TO 25
38*     20  HO=GEOM(I,J)
39*     H=HO
40*     25  CONTINUE
41*     ALS=0
42*     LT=1
43*     Z1=ATAN(HO/A)*DGR
44*     Z2=ATAN(B/A)*DGR
45*     IF(Z1,LT,2,15,AND,Z2,LT,2,15)GOTO 150
46*     GO TO 26
47*     150 CONTINUE
48*     GO TO(200,200,300,350,400,450,500),LZ
49*     200 CONTINUE
50*     HL=HOYDE(I)/4,
51*     BR=BREDE(I)/4,
52*     208 GO TO(202,203,204,205),LT
53*     202 HO=HO=HL
54*     B=BR
55*     GO TO 206

```

```

56*      203  B=B+2.*BR
57*      GO TO 206
58*      204  H0=H0+2.*HL
59*      GO TO 206
60*      205  B=B-2.*BR
61*      206  CONTINUE
62*      LT=LT+1
63*      GO TO 26
64*      207  GO TO (210,210,302,352),LZ
65*      210  ALS=ALS+(AK*E/TETA**AN)*0,25
66*      IF(LT=4) 208,208,68
67*      300  CONTINUE
68*      BR=BREDDE(1)/5.
69*      H=B-3.*BR
70*      301  CONTINUE
71*      B=B+BR
72*      LT=LT+1
73*      GO TO 26
74*      302  ALS=ALS+(AK*E/TETA**AN)*0,2
75*      IF(LT=5) 301,301,68
76*      350  CONTINUE
77*      BR=BREDDE(1)/3.
78*      B=B-2.*BR
79*      351  CONTINUE
80*      B=B+BR
81*      LT=LT+1
82*      GOTO 26
83*      352  ALS=ALS+(AK*E/TETA**AN)*1./3.
84*      IF(LT=3) 351,351,68
85*      26   IF(N1 .LT. 1,5) GOTO 27
86*      X=A**2+B **2
87*      X1=SQRT(X)
88*      R=H0**2+X
89*      R1=SQRT(R)
90*      TETA=ACOS(A/R1)*DGR
91*      E=ALYSST*(A/R1)/R
92*      GOTO 7
93*      27   X1=SQRT(B **2+A**2)
94*      AS1=X1/A*AS
95*      V1=ASIN(HB/AS1)
96*      BETA=PI/2.-V1
97*      R=SQRT(H0**2+X1**2-2.*H0*X1*COS(BETA))
98*      Y=SQRT(B **2+H0**2)
99*      V2=(A**2+R**2-Y**2)/(2.*A*R)
100*     TETA=ACOS(V2)*DGR
101*     E=ALYSST*V2/R**2
102*     7    IF(LT=1)69,69,207
103*     69   ALS=AK*E/TETA**AN
104*     68   CONTINUE
105*     C    *****
106*     C    MODELL FOR BEREGNING AV VINKLENE
107*     C    GAMMA OG C I EN LYSFORDELING
108*     C    *****
109*     DO 35 J=1,3
110*     IF(J=2) 28,29,30
111*     28   U=VINK(I,J)/DGR
112*     GO TO 35
113*     29   V=VINK(I,J)/DGR

```

```

114*      GO TO 35
115*      30 W=VINK(I,J)/DGR
116*      35 CONTINUE
117*      CU=COS(U)
118*      SU=SIN(U)
119*      CV=COS(V)
120*      SV=SIN(V)
121*      CW=COS(W)
122*      SW=SIN(W)
123*      EI1=CU*CW-SU*SV*SW
124*      EI2=SU*CW+CU*SV*SW
125*      EI3=-CV*SW
126*      EJ1=-SU*CV
127*      EJ2=CU*CV
128*      EJ3=SV
129*      EK1=EI2*EJ3-EI3*EJ2
130*      EK2=EI3*EJ1-EI1*EJ3
131*      EK3=EI1*EJ2-EI2*EJ1
132*      RI=-(EI1*A+EI2*B0+EI3*H)
133*      RJ=-(EJ1*A+EJ2*B0+EJ3*H)
134*      RK=-(EK1*A+EK2*B0+EK3*H)
135*      GAMMA=ATAN(-SQRT(RI**2+RJ**2)/RK) *DGR
136*      12 C =ATAN(RJ/RI)*DGR
137*      IF(RI) 4,1,3
138*      3 C =C +90,
139*      GOTO 5
140*      4 C =-C +90,
141*      GOTO 5
142*      1 C=(PI/2,*(RJ+ABS(RJ))/RJ)*DGR
143*      5 IF(U) 52,51,51
144*      51 IF(U .GT. 1.5*PI) GOTO 8
145*      IF(U .LT. PI/2.) GOTO 8
146*      GOTO 6
147*      52 IF(U .LT. -1.5*PI) GOTO 8
148*      IF(U .GT. -PI/2.) GOTO 8
149*      GOTO 6
150*      8 C=-C+360.
151*      6 IF(V) 701,700,700
152*      701 IF(GAMMA) 703,700,700
153*      703 GAMMA=GAMMA+180.
154*      700 IF(W) 710,711,711
155*      711 IF(GAMMA) 712,70,70
156*      712 GAMMA=GAMMA+180.
157*      710 VH=ATAN(SQRT(A**2+B0**2)/H)
158*      IF(VH+W)720,70,70
159*      720 IF(C .GT. 180.) GOTO 721
160*      C=C+180.
161*      GOTO 70
162*      721 C=C-180.
163*      70 IF(GAMMA) 71,72,72
164*      71 GAMMA=GAMMA+180.
165*      72 WRITE(6,50) I,ALS,GAMMA,C
166*      50 FORMAT(5X,'LYSKILDE NR,',1,15,3X,'*',3X,F14,5,3X,'*',F9,2,3X,'*',
167*      'F9,2,3X,'*')
168*      400 CONTINUE
169*      450 CONTINUE
170*      500 CONTINUE
171*      END

```


Tillegg 2: Listing av EDBprosedyre til beregning
av M-verdier

```
1*      B1=1.
2*      H1=1.
3*      B=0
4*      H=0
5*      A=100.
6*      50  X=SQRT(A**2+B**2)
7*          R=SQRT(X**2+H**2)
8*          CTETA=A/R
9*          TETA=ACOS(CTETA)      +57,2958
10*         V=(10.*CTETA/(R**2*TETA**2))*1000.
11*        WRITE(6,100) V,H,B
12*        100  FORMAT(F14.5,2F10.1)
13*         H=H+H1
14*         IF(H=10) 50,50,10
15*        10  H=0
16*         B=B+B1
17*         IF(B=30) 50,50,20
18*        20  CONTINUE
19*         END
```