

Mikroprismatiske vejtavlefolier

Projektleder: ?

Baggrund/problembeskrivelse

Sædvanligvis benyttes der glasperlebaseerede folier til vejtavler. Mikroprismatiske folier har eksisteret i en årrække og kan tænkes at få stigende anvendelse. Disse folier kan have gunstige egenskaber på nogle punkter - i særdeleshed kraftig retrorefleksion på lang afstand - men også en funktionsmæssig kompleksitet, som ikke kendes fra perlebaseerede folier.

Mikroprismatiske folier kan således have en kraftig variation af retrorefleksionen med detaljer i belynings- og observationsgeometri, hvilket nødvendiggør en mere omfattende testprocedure.

Mikroprismatiske folier har yderligere nogle diskrete refleksioner, som er relevante for vejtavler i dagslys. Den spejlende refleksion er kraftig og med en styrke, som varierer med belyningsgeometrien. Andre diskrete refleksioner er ledsaget af farvefænomener og varierer med både belynings- og observationsgeometri.

Disse diskrete refleksioner medfører nogle principielle problemer ved definition og måling af lyshed og farve i dagslys. De testmetoder for luminansfaktor og farvekoordinater, der anvendes til perlebaseerede folier, er ikke brugbare. De diskrete refleksioner medfører desuden at vejtavler kan blive ulæselige i visse situationer med solskin.

Forholdene har været studeret i en TG under CEN/TC 226 WG3 og siden af en nordisk/engelsk arbejdsgruppe. Resultatet er indarbejdet i danske leveringsbetingelser for vejtavler. Der pågår et lignende arbejde med en engelsk standard, som endnu ikke er afsluttet.

Der vil fortsat være diskussion af nogle spørgsmål, som ikke er endeligt afklarede:

- i hvilket omfang kan man godskrive et folie at dets retrorefleksion er kraftig under visse relevante forhold, men ikke alle?
- hvordan beskrives og måles lyshed og farve i dagslys?
- hvor ofte optræder der refleksioner, som gør vejtavler ulæselige i solskin?

Der findes en aftale mellem personer fra Avery, Minolta og DELTA Lys & Optik om at afprøve metoder til måling af lyshed og farve i dagslys. Som led i aftalen er der udført en del målinger ved DELTA Lys & Optik, og ved Minolta. Målingerne ved DELTA Lys & Optik viser at der kan anvendes diffus belysning. Måleresultaterne fra Minolta er endnu ikke behandlede.

Projektbeskrivelse

Delprojekt om måling af retrorefleksion

Glasperlebaseerede folier har den bekvemme egenskab at koefficienten for retrorefleksion R_A kun afhænger af lysets indfaldsvinkel på foliets plan og af vinklen mellem belynings- og observationsretningen. De to vinkler kaldes henholdsvis indfaldsvinklen β og observationsvinklen α . Indfaldsvinklen til en vejtavle i en given situation afhænger af afstanden til vejtavlen og af vejtavlens eventuelle drejning i forhold til kørselsretningen. Observationsvinklen afhænger af det pågældende køretøjs geometri og afstanden til vejtavlen.

Til en éntydig beskrivelse af de geometriske forhold ved retrorefleksion kræves der yderligere to vinkler, i alt fire. R_A værdien af et mikroprismatisk folie afhænger i princippet af alle fire vinkler, hvorfor testproceduren er mere omfattende.

Det ovennævnte arbejde har medført at der for en given kombination af α og β udføres måling for tre værdier af en 'rotationsvinkel' ε , henholdsvis -45° , 0° og 45° og for én eller flere kombinationer af indfaldsvinklens komponenter β_1 og β_2 . Rotationsvinklen angiver hældningen af det plan, som indeholder belynings- og observationsretningerne, og har derfor sammenhæng med en billygtes position på køretøjet i forhold til føreren. Kombinationerne af indfaldsvinklens komponenter svarer til tavlens position i forhold til køretøjet, for eksempel til venstre, lige op og til højre.

NB: CIE rapport 54.2 indfører i alt fire koordinatsystemer til beskrivelse af de geometriske forhold ved retrorefleksion. De ovennævnte vinkler hører til 'laboratoriesystemet'. I nogle publikationer benyttes vinkler fra et andet koordinatsystem.

I henhold til det ovennævnte arbejde benyttes den af de målte R_A værdier, som er lavest, som måleværdi for den givne kombination af α og β . Denne fremgangsmåde benyttes i de danske vejregler.

I det ovennævnte udkast til en engelsk standard benyttes dog en anden fremgangsmåde, som måske er acceptabel. Der foretages først en midling over R_A værdierne for de tre værdier af rotationsvinklen, hvorefter den laveste af middelværdierne benyttes som måleværdi for den givne kombination af α og β .

I delprojektet belyses konsekvenserne af de to fremgangsmåder ved beregninger med programmet ERGO, og på grundlag heraf anbefales én af de to ovennævnte fremgangsmåder. Beregningerne bør omfatte et antal køretøjer, et antal tavlepositioner og et antal folietyper.

Delprojekt om måling af lyshed og farve i dagslys

Når et mikroprismatisk folie belyses omtrent vinkelret på forsiden, spejles cirka 4% af lyset i forsiden. Resten af lyset trænger ind i foliet og fører til flere slags refleksioner, sådan som det beskrives herunder for et hvidt folie.

En stor del af lyset retroreflekteres, hvilket kræver at det spejles i alle tre flader i et prisme og trænger tilbage gennem forsiden. Den øvrige del af lyset gennemgår komplicerede strålegange.

Nogle strålegange fører til refleksion i retningen for spejling. Det gælder lys, som er på vej til at blive retroreflekteret, men spejles på indersiden af forsiden i stedet for at trænge igennem, for at undergå yderligere spejling i tre prismeflader. En del af det lys, som trænger igennem forsiden, spejles i kun to prismeflader, hvorefter det spejles på indersiden af forsiden for at blive spejlet i to prismeflader, og trænge tilbage gennem forsiden. Den samlede virkning af disse strålegange er en ret kraftig spejling, som kan udgøre f.eks. 15% af det indfaldende lys i tillæg til det lys, der spejles direkte i forsiden.

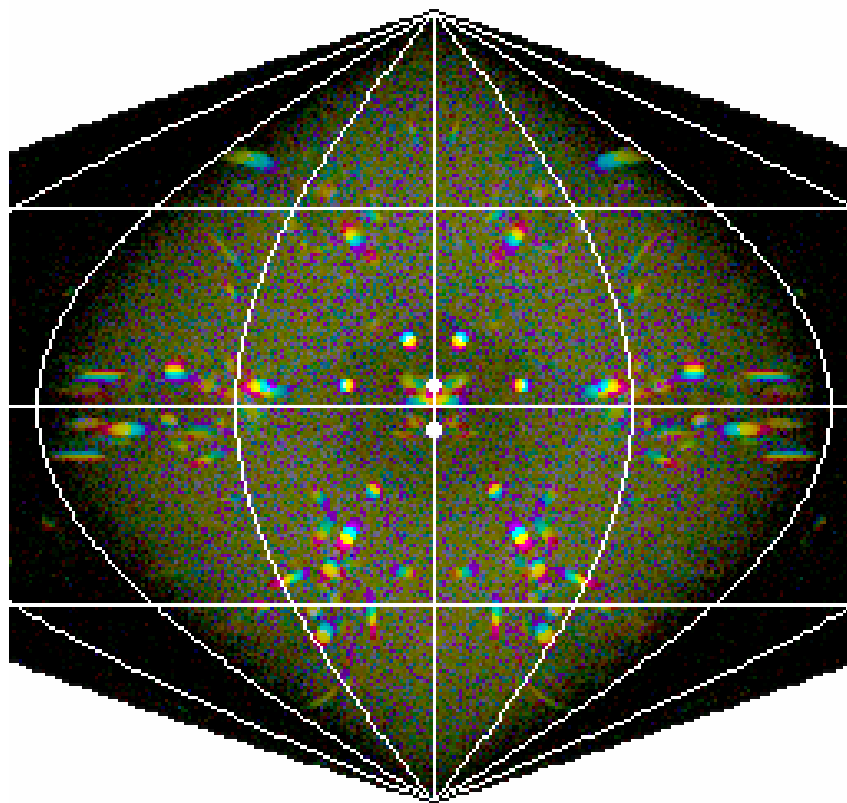
Et hvidt mikroprismatisk folie har derfor en kraftig spejlende refleksion, hvilket man nemt kan overbevise sig om ved at se efter spejlinger i en prøve af et sådant folie. Et glasperlebaseret folie har derimod en svagere spejlende refleksion, som stort set begrænses til den direkte spejling i forsiden.

Nogle strålegange fører til refleksion efter transmission mellem to prizmer. Én af disse strålegange angår lys, som trænger igennem forsiden, spejles i kun to prismeflader, hvorefter det spejles på indersiden af forsiden, rammer og trænger igennem en prismeflade, trænger ind i et naboprisme, spejles i to flader i dette prisme og trænger tilbage gennem forsiden. Refleksionen sker ind i en bestemt retning, men med brydning af lysets farver i en regnbue som i et Newton prisme. Der er flere strålegange af denne type, som fører til dannelse af regnbuer i et antal retninger, hvoraf de kraftigste ligger ved ca. 45° .

Yderligere er der lidt lys, som trænger igennem prizmerne til et bagvedliggende hvidt lag. Det meste af dette lys vil reflekteres tilbage gennem prizmerne og føre til en omtrent diffus refleksion.

Der findes yderligere, komplicerede strålegange. Figur 1 illustrerer den komplekse lysfordeling med farvede stråler, hvoraf de kraftigste findes i et omtrent hexagonalt mønster ved cirka 45° . Figuren er fremstillet ved EDB simulering.

Figur 1: Lysfordeling fra et hvidt prismatisk folie i belysning ved 5° indfaldsvinkel vist i sinusprojektion. Den kraftige hvide prik under centrum svarer til retrorefleksion, den ligeledes kraftige prik over centrum svarer til spejlende refleksion, de farvede pletter svarer til komplicerede strålegange, hvoraf langt de kraftigste findes i et omtrent hexagonalt mønster, og baggrunden svarer til diffus refleksion.



For et farvet folie findes de samme strålegange, men der sker naturligvis en farvning af det lys, som trænger ind i foliet ved absorption af en del af lyset. Således vil spejling omfatte en ufarvet spejling fra forsiden, og en svækket, farvet spejling ved de ovennævnte strålegange. Transmission mellem prismer fører til regnbuer, der mangler nogle af farverne, f.eks. vil et gult folie kun vise regnbuer med gult, orange og rødt lys - blåt og grønt lys absorberes.

Det er strålegange med transmission mellem prismerne, som gør vejtaavler med mikroprismatiske folier ulæselige ved visse positioner af solen i forhold til tavlerne. Positionerne afhænger både af foliets type og af betragtningsretningen.

Det er også disse strålegange, som forstyrrer målingen af luminansfaktor og farvekoordinater ved brug af den $45^\circ/0^\circ$ geometri, som benyttes til perlebaserede folier. Det er nemmest at forestille sig at belysningen sker ved 0° og at man ved måling under 45° kan komme til at måle en kraftig luminans med én af regnbuens farver. Strålegangen er reelt omvendt, men virkningen er den samme.

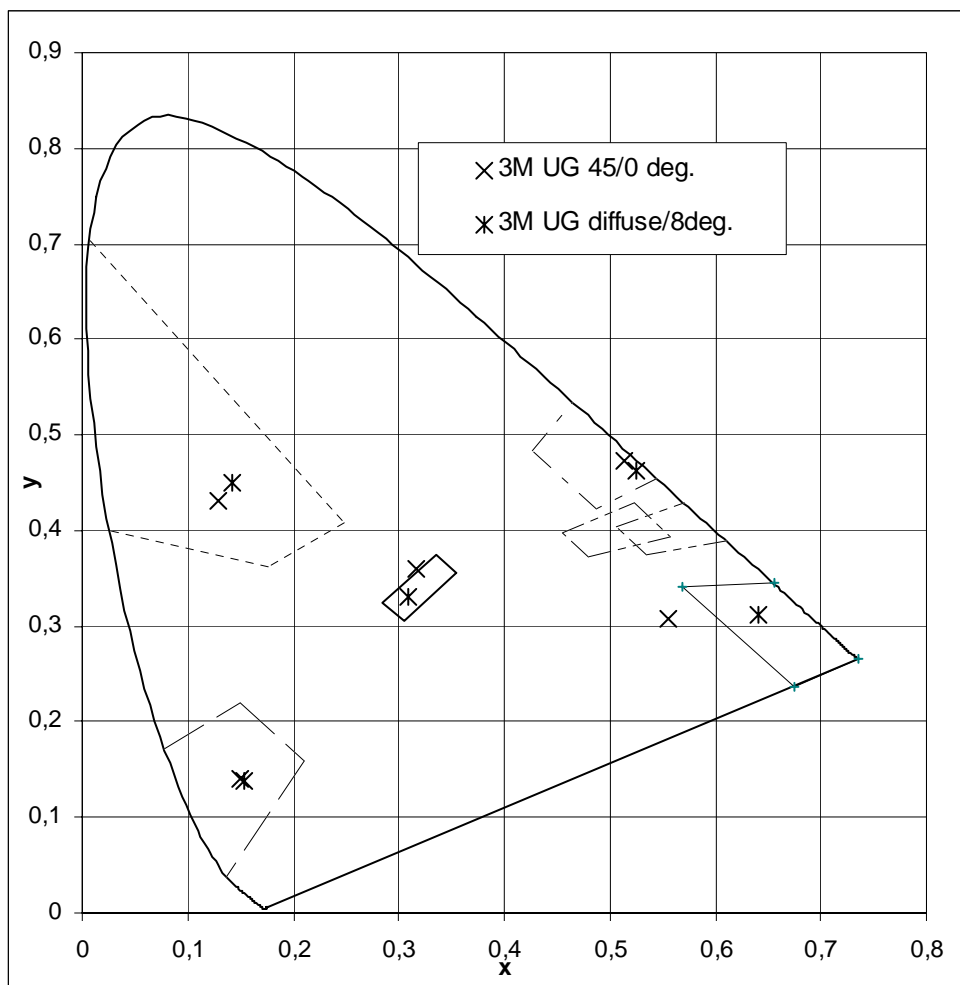
Geometrien $45^\circ/0^\circ$ er reelt uanvendelig ved test af mikroprismatiske folier, medmindre der sker yderligere fastlæggelse af geometrien.

I USA har det med 3M som ophavsmand været forsøgt at fastlægge at belysningen skal ske i alle retninger imellem to kegler, der omslutter 45° , f.eks. 40° og 50° . Forsøget er opgivet, og metoden er i øvrigt meget vanskelig at realisere i praksis.

I forbindelse med ETA Request No. 01.06/04 foreslår Avery Dennison at der udføres 8 målinger med indbyrdes 45° rotation af emnet, hvorefter der udtrækkes gennemsnit af måleværdierne. Denne metode er praktisk nok, men ikke tilstrækkelig til at undertrykke virkningen af de ovennævnte strålegange.

DELTA Lys & Optik har i to omgange afprøvet diffus belysning, sidst ved geometrien diffus/ 8° i en målekugle med en åben port til både måling ved 8° og til spejlende refleksion. Figur 2 viser som eksempel resultater af farvekoordinatmålinger i både $45^\circ/0^\circ$ og diffus/ 8° geometri for 3M Urban Grade folier i forskellige farver. Koordinaterne i $45^\circ/0^\circ$ geometrien er præget af de ovennævnte strålegange, mens

koordinaterne i diffus/8° er brugbare. Også andre resultater er lovende, idet portene (50 mm i en 50 cm kugle) dog ikke synes at være helt store nok til at lade retrorefleksion fra perlebaserede folier undslippe.



Figur 2: Farvekoordinater målt i både 45°/0° og diffus/8° geometri for 3M Urban Grade folier i forskellige farver.

NB: De ovennævnte målemetoder sigter mod at undgå at inddrage spejlende refleksion, idet den ufarvede spejlende refleksion fra forsiden af foliet ville sløre farven af et folie. Desuden sigter målemetoderne mod at undgå at inddrage retrorefleksion, hvad der nok mest skyldes praktiske forhold. Målemetoderne giver derfor et udmærket udtryk for et folies farve, men sætter dets luminans i dagslys forholdsvist lavt.

Det er muligt at en diffus/0° geometri er lidt bedre, idet måleporten kan bruges til at lade både retrorefleksion og spejlende refleksion undslippe, og måske kan måleporten være lidt større.

I delprojektet analyseres måleresultater fra DELTA Lys & Optik, og fra Minolta, og på det grundlag fastlægges en målemetode, som kan anvendes til både perlebaserede og mikroprismatiske folier, og som giver omtrent samme resultat for perlebaserede folier som 45°/0° geometrien. Metoden skal kunne realiseres under laboratorieforhold, og helst også med bærbare apparater. Metoden eftervises om nødvendigt ved yderligere målinger.

Delprojekt om refleksioner i solskin

I delprojektet fastlægges ved opmåling af konkrete mikroprismatiske folier hvilke solpositioner, der fører til refleksioner. Opmålingen angår kun de positioner, som fører til de kraftigste refleksioner, og tjener kun til at fastlægge positionerne og ikke refleksionernes intensitet. Opmålingen omfatter flere karakteristiske observationsgeometrier. Opmålingen kan eventuelt understøttes eller delvist erstattes af EDB simulering.

På baggrund af opmålingen udvælges nogle eksisterende tavler, for hvilke det fastslås hvornår refleksionerne vil optræde. Der foretages fotografering og videooptagelse af nogle sådanne begivenheder.

Til sidst uddrages konklusioner for konkrete folier, hvorvidt forholdet reducerer foliernes brugbarhed, og hvorvidt der kan uddrages håndregler for at undgå tavleorienteringer som særligt ofte fører til refleksioner.

Organisation

- Arbejdsgruppe:

Projektets sluttidspunkt

Projektet gennemføres i 2002.

Projekt - Aktiviteter, udførelse og omkostninger

Aktivitet	Udførelse	Dato	Omkostning
Delprojekt om måling af retrorefleksion	arbejdsgruppen		
beregninger med ERGO			
udarbejdelse af delrapport			
i alt		2002	kr. 30.000,00
Delprojekt om måling af lyshed og farve i dagslys	arbejdsgruppen		
analyse af måleresultater			
fastlæggelse af målemetode			
eftervisning ved målinger			
udarbejdelse af delrapport			
i alt		2002	kr. 60.000,00
Delprojekt om refleksioner i solskin	arbejdsgruppen		
opmåling af kritiske solpositioner			
fotografering og videooptagelse			
opstilling af konklusioner og håndregler			
udarbejdelse af delrapport			
i alt		2002	kr. 60.000,00
Udarbejdelse af endelig rapport		2002	kr. 30.000,00
Projektet i alt		2002	kr. 180.000,00

Forventet resultat

Projektet giver baggrund for beskrivelse og måling af mikroprismatiske foliers egenskaber og kendskab til virkningen af deres diskrete refleksioner i solskin, så mikroprismatiske folier kan sammenlignes med perlebaserede folier og anvendes, hvor deres specielle egenskaber gør dem egnede. Projektet fører desuden til øget beredskab over for CIE og CEN.

Virkeliggørelse af resultatet

- Delrapporter och slutrapport på nordisk sprog i NMF-serien.
- Slutrapport på engelsk i NMF-serien.
- Artikler og foredrag
-

Projektmøder

Der holdes projektmøder i det omfang, som projektet kræver.

Opfølgning

Ændringer og tilføjelser

Afviselser

Prognose år 2002

Prognosen skal afspejle beregnede omkostninger for allerede udført arbejde pr. halvår og opgøres ved opfølgningsmøder efter behov. Beslutninger om eventuel justering af totale omkostninger for projektet sker ved årsskifte.