

Závislosť koeficientu retroreflexie na uhle pozorovania a osvetľovania u retroreflexných fólií

Konferenciu ZSLS – Novinky v oblasti skúšobníctva
22.05.2013-23.05.2013

Ing. Lenka Moravčíková, Ing. Ján Gergišák



Výskumný ústav dopravný, a.s.
Centrum výskumu v doprave
ITMS Kód projektu: 26220220135

Skúšobné laboratórium náterových látok a dopravného značenia

Akreditované SNAS podľa EN ISO/IEC 17 025:2005

Číslo osvedčenia S-073

Vedúca skúšobného laboratória:

Ing. Margita JERGUŠOVÁ

tel.: 00421/41/5686 409, fax: 00421/41/5652 883

e-mail: jergusova @ vud.sk

Skúša a hodnotí:

- ▣ náterové látky a náterové systémy na koróziu ochranu kovov,
- ▣ odolnosť náterov voči čistiacim prostriedkom a odstraňovačom grafiti,
- ▣ materiály na vodorovné dopravné značky a vodorovné dopravné značky
- ▣ zvislé dopravné značky a dopravné zariadenia podľa vyhlášky č. 9/2009 Z. z.,
- ▣ tabuľky s evidenčným číslom vozidiel,
- ▣ bezpečnostné značky a pomôcky používané v doprave,
- ▣ materiály podľa EHK č. 27, EHK č. 69, EHK č. 70, EHK 104.

Skúšobné laboratórium náterových látok a dopravného značenia

Vykonáva:

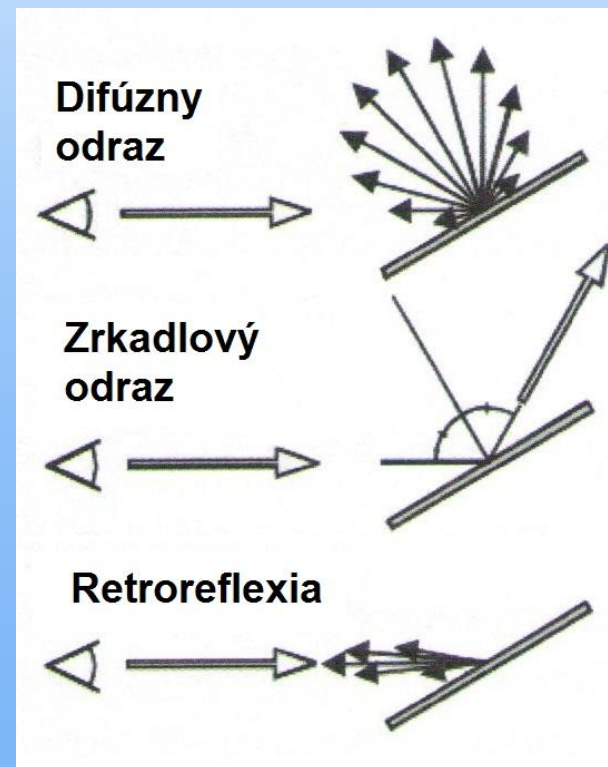
- ▣ skúšky náterových látok v tekutom stave,
- ▣ skúšky suchého náterového filmu,
- ▣ laboratórne skúšky odolnosti materiálov: v mraze (do - 50°C), v suchom teple (do + 250°C), vo vlhkom teple, cyklickými skúškami,
- ▣ urýchlené korózne skúšky materiálov a výrobkov:
 - ▣ v kondenzačnej komore,
 - ▣ v soľnej komore,
- ▣ skúšky fólií a retroreflexných materiálov,
- ▣ skúšky materiálov a výrobkov v prírodných a umelých poveternostných podmienkach,
- ▣ skúšobné laboratórium je poverené na výkon činnosti technickej služby podľa zákona č. 725/2004 Z. z. a je oprávnené vystavovať protokoly pre udelenie homologizácie podľa predpisov EHK č. 27, 69, 70 a 104.

Skúšobné laboratórium náterových látok a dopravného značenia

- Goniofotometrické laboratórium-vybavenie:
 - Goniofotometer GO-H 800
 - RETRO 2000 (meranie retroreflexných vlastností)
 - Kolorimeter C 1210 (meranie kolorimetrických vlastností retroeflexných materiálov)
 - Retro COLOR (meranie kolorimetrických vlastností reflektorov)
 - Jasomer: L 1009 (meranie jasu (L))
 - Luxmeter: PCKET LUX 2 (meranie osvetlenia (E))

Retroreflexia

- Reflexia („Reflection“ – odraz) je schopnosť látky odrážať svetlo. Poznáme tieto typy odrazu:
 - difúzny odraz,
 - zrkadlový odraz,
 - retroreflexia (spätný odraz).
- Retroreflexia je určitým druhom reflexie, kde sa využíva jav, keď lúče svetla dopadajúce na povrch materiálu sú odrazené naspäť k zdroju svetla.
- Retroreflexia sa okrem iných odvetví využíva v doprave pri zvislých dopravných značkách (ZDZ) a pri vodorovnom dopravnom značení (VDZ). Svetlo zo svetlometov automobilov dopadajúce na povrch prednej strany dopravnej značky je presmerované naspäť k svetlometom automobilu, čo spôsobí zviditeľnenie značky pre vodiča.



Obr. č. 1. Typy reflexie
zdroj: Technical note - RS 101, DELTA, Rev.: 07.10.2004

Koeficient retroreflexie R_A

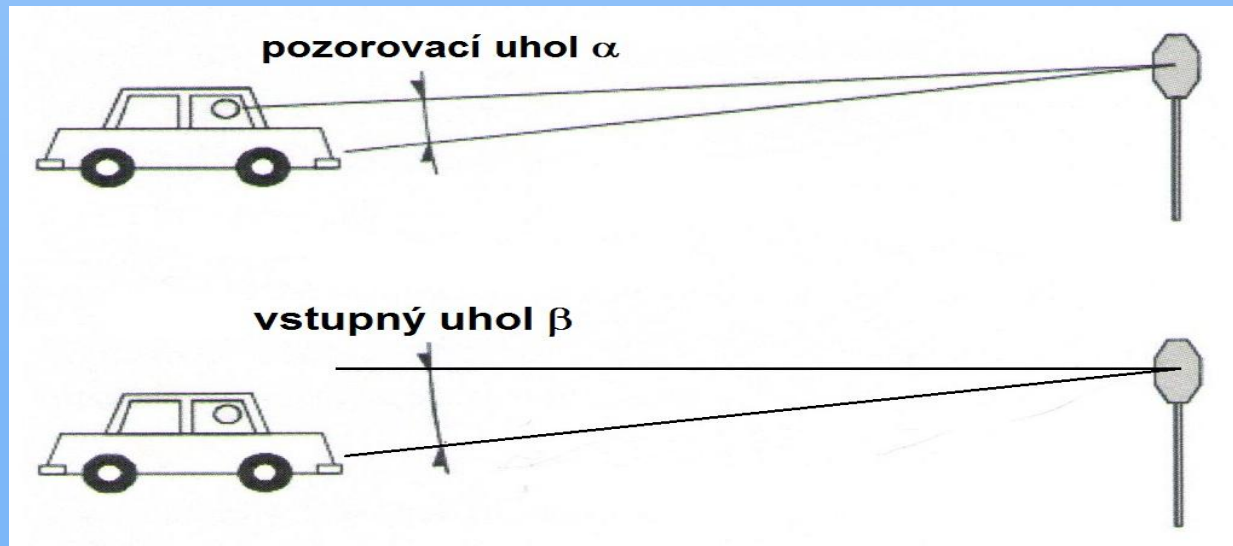
- Retroreflexia ZDZ je vyjadrená koeficientom retroreflexie (vratného odrazu) a stanovuje viditeľnosť retroreflexných ZDZ v noci.
- Koeficient retroreflexie R_A je pomer jasů L [cd.m^{-2}] retroreflexného materiálu v smere pozorovania k osvetleniu E [lx] retroreflexného materiálu v rovine kolmej na smer zdroja svetla.
- Koeficient retroreflexie R_A je vzťahnutý na jednotku plochy a jeho jednotkou je [$\text{cd.lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$].



Obr. č. 2. Zvislé dopravné značky za zníženej viditeľnosti, zdroj: <http://www.minimumreflectivity.org/>

Uhly ovplyvňujúce R_A

- V prípade javu retroreflexie, je vracajúce sa svetlo označené ako kónus odrazeného svetla alebo divergentný (rozbiehavý) kónus.
- Z dôvodu pomerne úzkeho lúča svetla odrazeného naspäť k zdroju, je koeficient retroreflexie R_A z pohľadu pozorovateľa závislý od uhla pozorovania α a od vstupného (osvetľovacieho) uhla β .



Obr. č. 3. Pozorovací uhol α a vstupný uhol β .

Uhol pozorovania α

- Uhol pozorovania α je uhol medzi líniou tvorenou lúčom zdroja svetla smerujúceho k povrchu materiálu a lúčom odrazeného svetla smerujúceho k očiam pozorovateľa.
- Veľkosť uhlu pozorovania α je určená vertikálnou vzdialenosťou medzi zdrojom svetla a výškovou pozíciou očí pozorovateľa. Pozorovací uhol je zvyčajne menší než 10° , veľmi často 2° alebo menej.

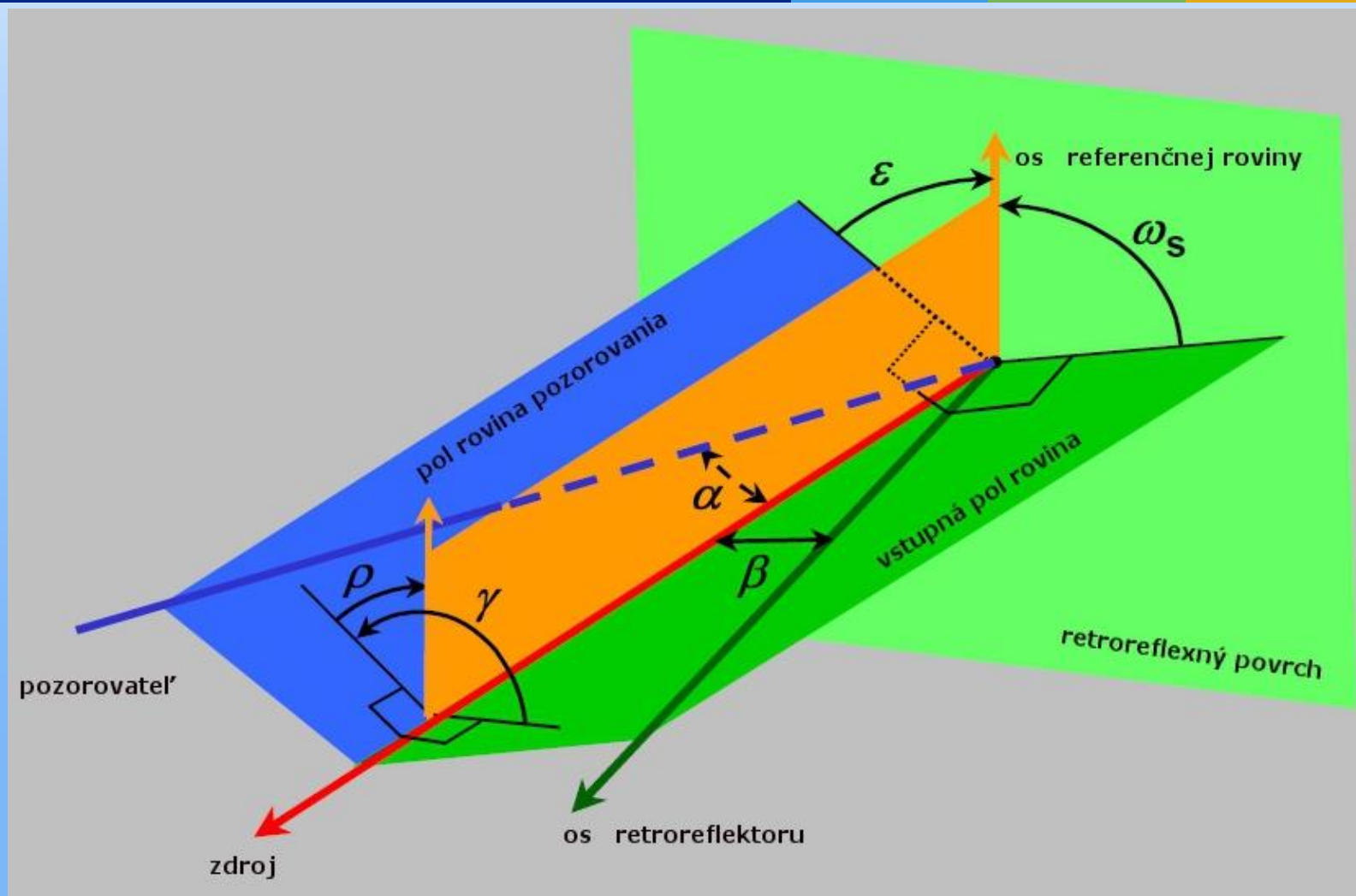
(napr. v norme EN 12899-1 je pre odmeranie R_A v tab. č. 3 a 4, $\alpha = 12' (0,2^\circ)$, $20' (0,33^\circ)$ a 2°)

Vstupný (osvetľovací) uhol β

- Vstupný uhol β je uhol medzi líniou tvorenou lúčom zdroja svetla smerujúceho k povrchu materiálu a líniou (osou) tzv. „retroreflector axis“ viažúcou sa s osvetľovaným povrchom materiálu, a ktorá je kolmá na tento materiál.
- Retroreflector axis sa môže byť natočená (nasmerovaná) v dvoch smeroch (uhloch) β_1 a β_2 .

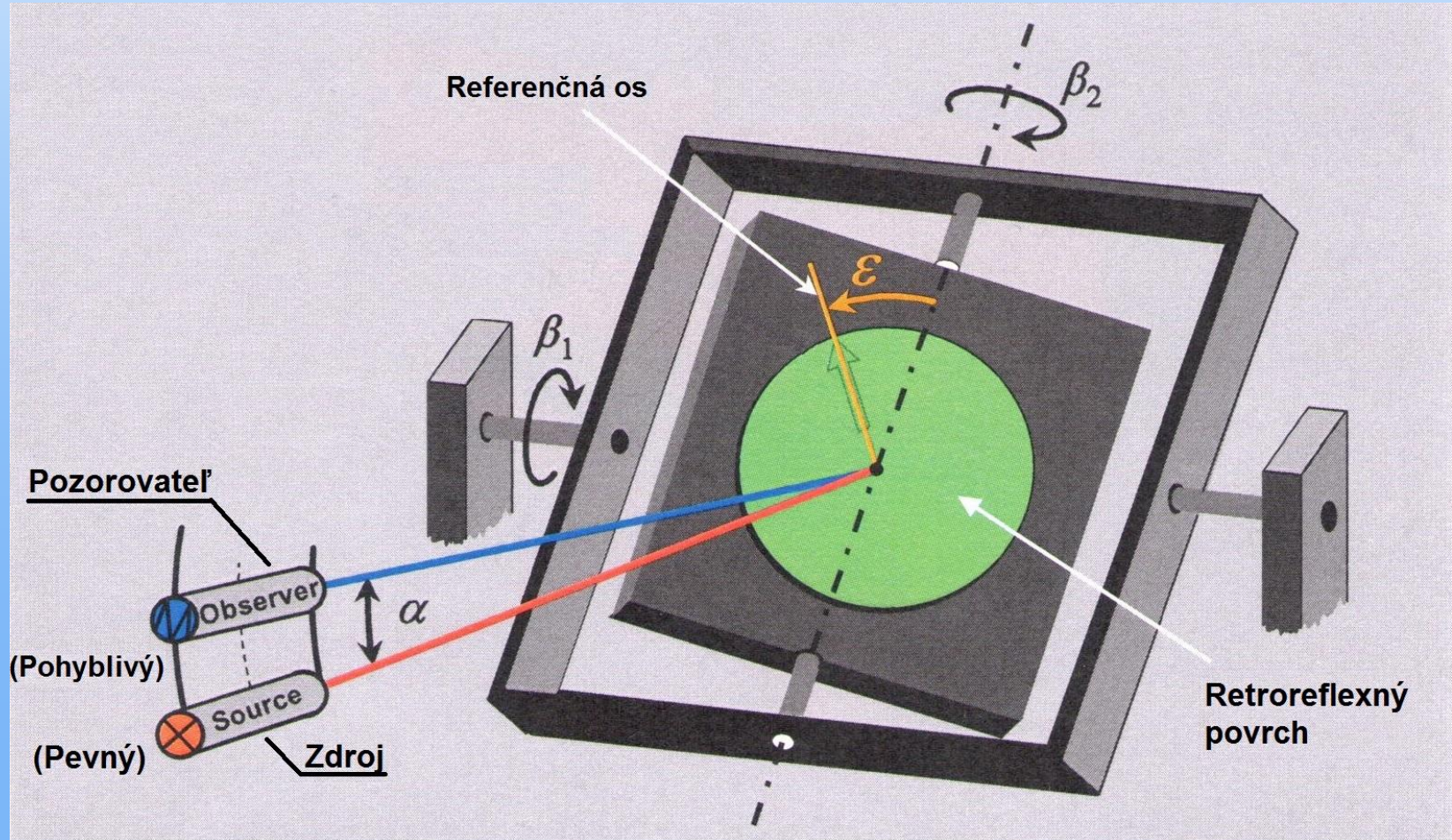
(napr. v norme EN 12899-1 je pre odmeranie R_A v tab. č. 3 a 4 pri uhle $\alpha = 12' (0,2^\circ)$, $20' (0,33^\circ)$ a 2° stanovená hodnota $\beta_1 = +5^\circ$, $+30^\circ$ a $+40^\circ$ a $\beta_2 = 0$)

Znázornenie geometrických vzťahov.



Obr. č. 4. Znázornenie geometrických vzťahov, zdroj: CIE 54.2

Znázornenie uhlu β_1 a β_2 – na princípe CIE goniometrického systému



Obr. č. 5. Princíp goniometrického systému pre meranie retroreflexných materiálov, zdroj: CIE 54.2

Laboratórne vybavenie

Laboratórium

- Celoročne stabilná laboratórna teplota a vlhkosť vzduchu.
- Povrchy stien, stropu a podlahy sú tmavej matnej farby – zabezpečenie čo najnižšieho odrazu – chyby pri meraní.
- Osvetlenie laboratória je pozdĺžne s optickou osou.
- Samostatné vypínače pre osvetlenie pracovného miesta pracovníkov a miesta umiestenia prístrojov.
- Odvetrávania pre zabezpečenie nižšej prašnosti laboratória.

Laboratórne vybavenie

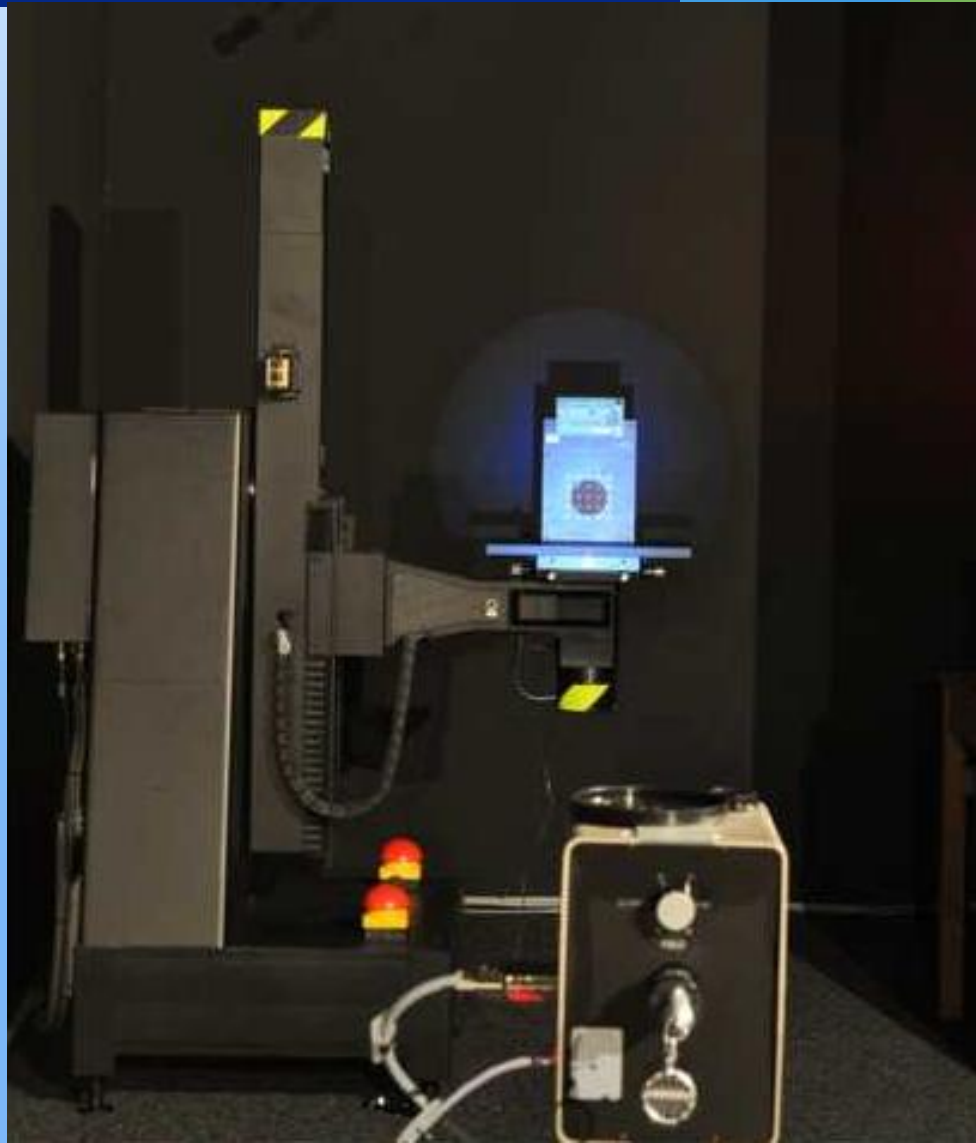
Goniofotometer

- ▣ Vertikálne, horizontálne a nastavenie polohy pomocou elektricky kontrolovaným motorom.
- ▣ Rozlíšenie v uhle $0,1^\circ$.
- ▣ Absolútne uhlové meranie.
- ▣ Počítačový program pre softvérom podporované nastavenie H, V a Z polohy testovaných vzoriek.
- ▣ Rotácia stolíku v smere uhlu ε .
- ▣ Uhol ε : 0 až 360° .
- ▣ Rozlíšenie v uhle: $0,5^\circ$.

Goniofotometer

- Testovacia vzdialenosť 15 m.
- Fotometrická hlava s integrovaným optickým systémom.
- Projektor s korelovanou farebnou teplotou štandardného svetla A (correlated color temperature standard illuminant A).
- Jednotnosť osvetľovania $< 2 \%$ v meracom poli (kónus) $\varnothing 200\text{mm}$.
- Nastavenie polohy fotometrickej hlavy pre pozorovacie uhly od $0,200^\circ$ až 2° v krokoch $0,001^\circ$,
- Zariadenie pre nastavenie polohy fotometrickej hlavy s automatickým zameraním/nastavením fotometrickej hlavy k meraciemu poľu,
- Rozsah zobrazenia (0,1 – 199 900) mcd/lx,
- Luxmeter pre overenie osvetľovania a jeho jednotnosti v meracom poli.

Goniometer s LED modulom

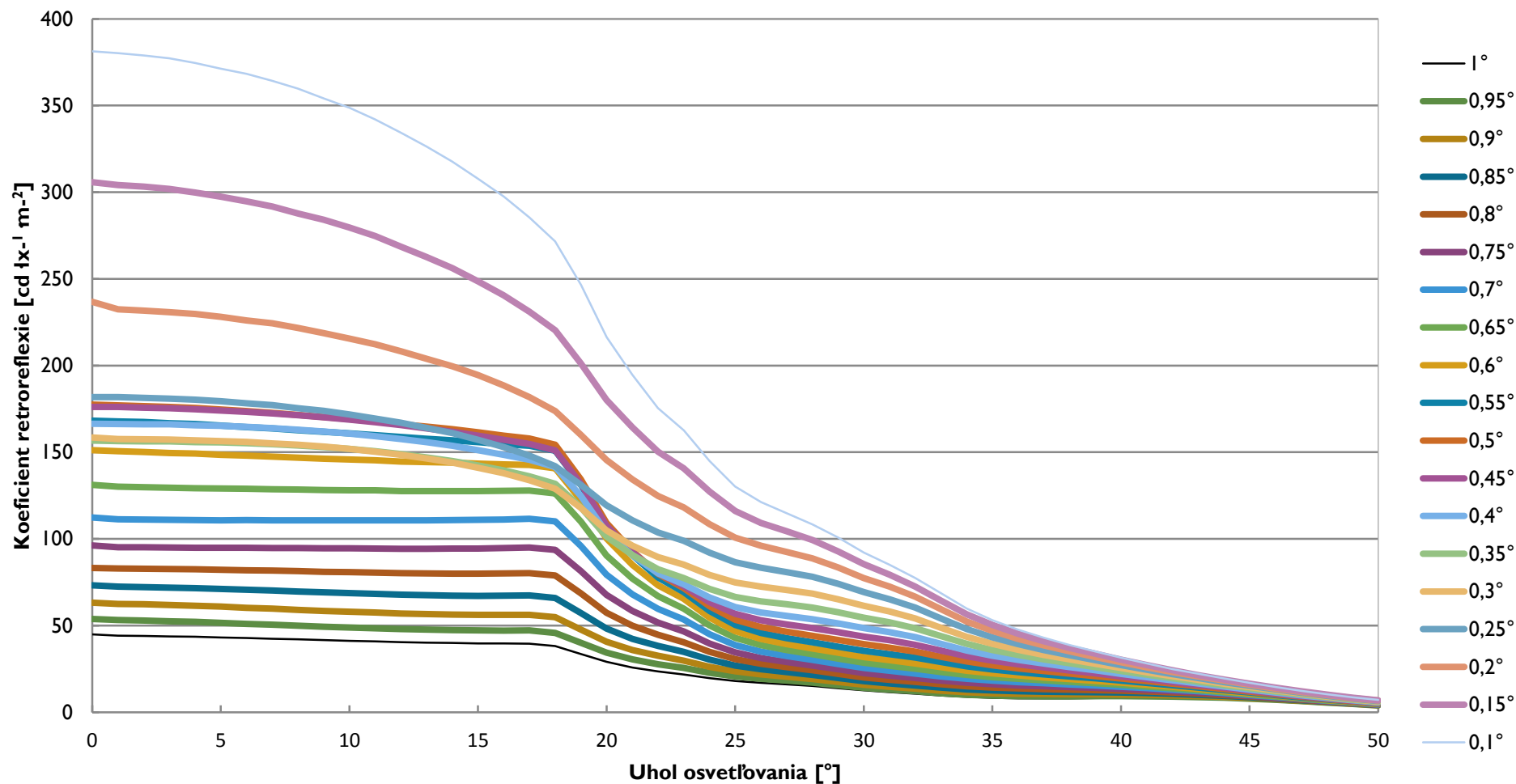


Meranie mikroprizmatických retroreflexných materiálov

- Meranie nového mikroprizmatického retroreflexného materiálu (fólie) používaného pri výrobe zvislých dopravných značiek – žltá farba – digitálna tlač bez krycej fólie,
- Uhol pozorovania α
(0,1 – 2,0)°, krok 0,05°,
- Uhol osvetľovania β
(1,0 – 50,0)°, krok 1,0°

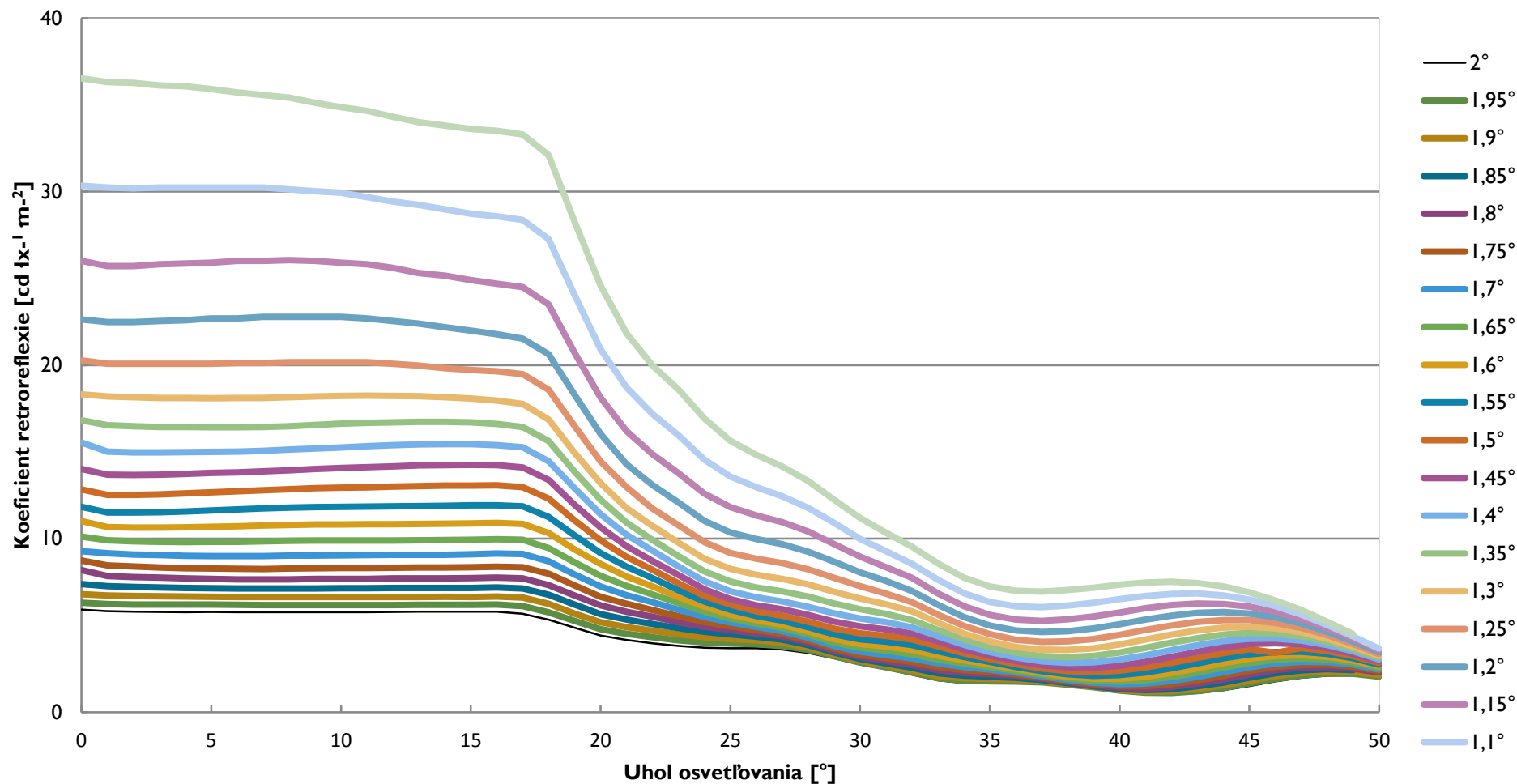
Výsledky

Graf závislosti koeficientu retroreflexie na uhle pozorovania a osvetľovania (0,01 - 1,0)°



Výsledky

Graf závislosti koeficientu retroreflexie na uhle pozorovania (1,05 - 2,0)° a osvetľovania (0 - 50)°



Záver

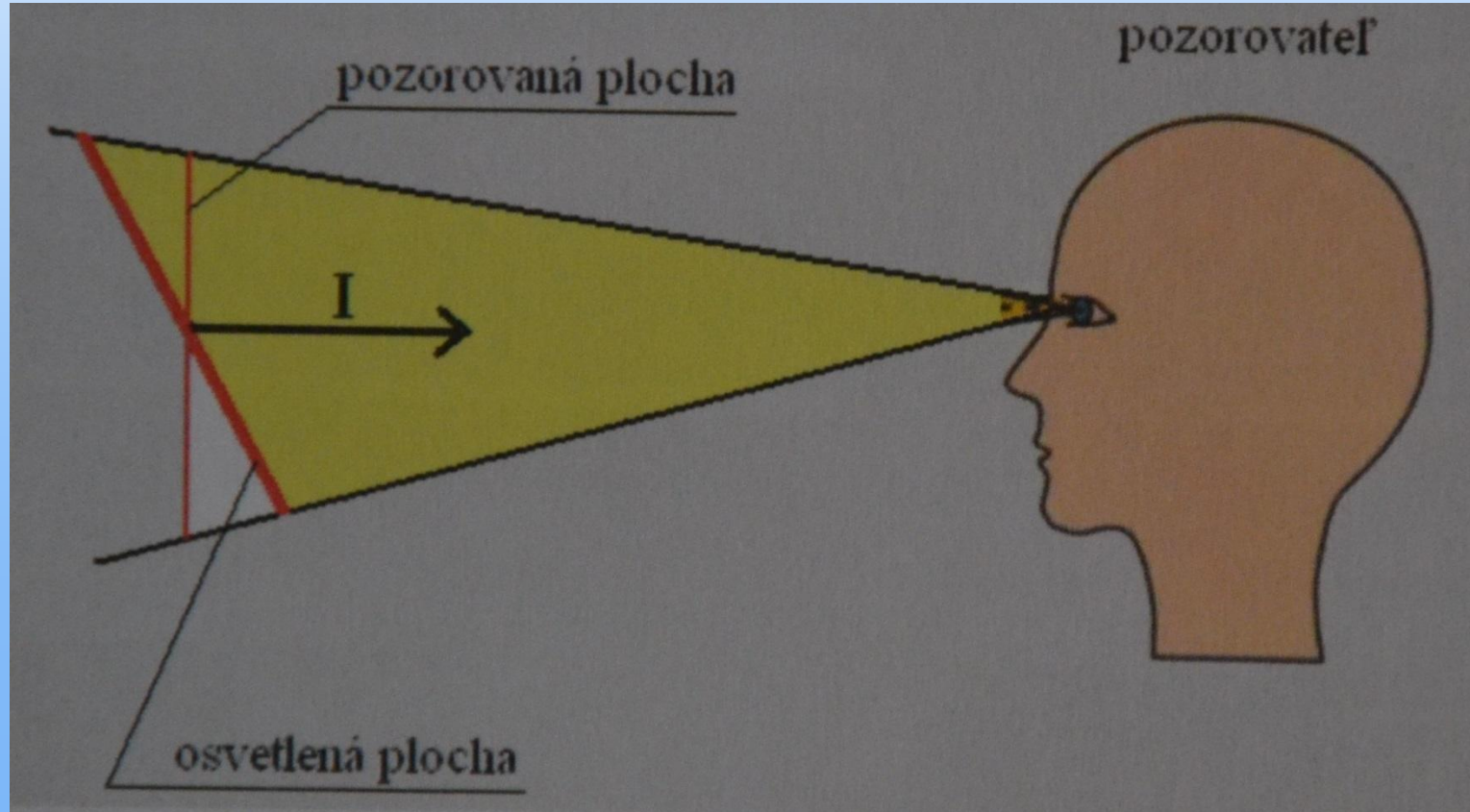
- Retroreflexia klesala so zväčšujúcim sa uhlom pozorovania a osvetľovania,
- Pri nižších uhloch pozorovania bola nameraná najvyššia retroreflexia,
- K výraznému poklesu retroreflexie došlo u všetkých uhlov osvetľovania pri uhle pozorovania od 18° do 21° ,
- Pri uhle osvetľovania $(45 - 50)^\circ$ bola retroreflexia nižšia ako $16 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
- Pri väčších uhloch pozorovania $(1,05 - 2,0)^\circ$ došlo pri uhle osvetľovania medzi 40° až 45° k nárastu retroreflexie.
- Všetky retroreflexné materiály majú pri väčších osvetľovacích uhloch nižšiu retroreflexiu ako pri menších

ĎAKUJEM ZA POZORNOST

A horizontal bar spanning the width of the slide, divided into five colored segments: dark blue, orange, green, light blue, and dark blue.

JAS L (cd m^{-2})

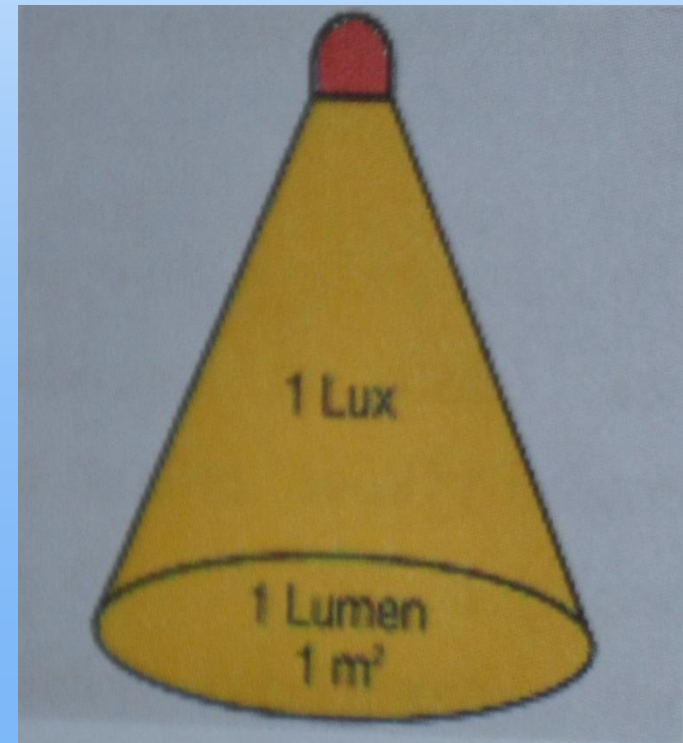
Spät'



- Jasom v podstate môžeme chápať „jasnosť“ plochy ako ju vníma oko. Jas je daný ako podiel svietivosti (I) danej plochy v určitom smere k veľkosti priemetu tejto plochy.

Osvetlenosť E (lux)

Osvetlenosť (intenzita osvetlenia) je podiel svetelného toku Φ (lm - lumen) dopadajúceho na plochu A (cieľ osvetlenia) k veľkosti tejto plochy A.



Kónus odrazeného svetla

