

# PËRHAPJA E DRITËS NGA SIPËRFAQET E ASHPRA TEKSTILE

## (SCATTERING OF LIGHT FROM ROUGH SURFACES OF TEXTILE FABRICS)

**Burhan TABAKU dhe Pëllumb BERBERI**

Departamenti i Fizikës, Universiteti Politeknik i Tiranës, SHQIPËRI

E-mail: *burhantabaku@yahoo.com,*

*pellumb.berberi@gmail.com*

### PËRMBLEDHJE

Ndër metodat e përdorura për studimin e ashpërsisë së sipërfaqeve, përparësi kanë metodat e matjes pa kontakt, të cilat bazohen në matjen e lartësisë së parrafshësive me anë të sistemeve optike që përdorin rrezatimin laser. Këto metoda sigurojnë skanim të detajuar të sipërfaqes, zvogëlim të kohës së matjes, shpejtësi të përpunimit të rezultateve dhe janë veçanërisht të rëndësishme për studimin e sipërfaqeve lehtësisht të shformueshme, siç janë materialet tekstile. Matjet bazohen në shpërhapjen e dritës nga sipërfaqja që shqyrtohet. Në këtë punim është përdorur metoda trekëndore që konsiston në vendosjen në pozicion trekëndor të burimit të rrezatimit laser, të sipërfaqes që skanohet dhe sensorit që kap rrezatimin e shpërhapur nga sipërfaqja. Tabloja e shpërhapjes së dritës nga sipërfaqja e tekstileve të studiuara dëshmon mjaft veçanti që ndikojnë drejtpërdrejt në rezultatet e matjes. Në studim janë analizuar rezultatet eksperimentale të marra për dy lloje të ndryshme sipërfaqesh tekstilesh dhe tri sipërfaqe homogjene që u afrohen gradualisht përafërimeve të Kirkofit. Rezultatet e paraqitura hapin rrugën për shpjegimin e dukurisë dhe për përmirësimin e saktësisë së metodikave të matjeve.

**Fjalët çelës:** Shpërhapja e dritës, sipërfaqja tekstile, ashpërsia e sipërfaqes, matja pa kontakt, metoda trekëndore, burim laseri.

### Abstract

Contactless methods are actually the most widely used testing methods to measure roughness of surface of textile fabrics. The methods uses scattering of a laser beam from small pixels of the surface to measure their heights. Priorities of the methods are: detailed scanning of the surface, decrease of time of measurement and data processing and, which is very important in the case of textile materials, minimizing deformation of the surface during measurement. In our experiments the triangulation method is used to calculate the distance between the pixels and the sensor. As previously reported, specific characteristics of the textile surface highly influence scattering of light from the surface, which leads to nonrealistic measuring results. In this study we analyze angular distribution of intensity of light scattered from the surface of two fabrics produced with different materials and with different weaving and tree other homogenous surfaces meeting Kirchoff's approximations. Our results can helpful in better understanding the

phenomena and for improving the accuracy of measurement.

**Key-word:** scattering of light, roughness of surfaces, textile fabrics, contactless measurements, triangulation method, laser

## 1. HYRJE

Metodat e matjes pa "kontakt" të ashpërsisë së tekstileve mbështeten në përdorimin e dritës koherente ose jo, si instrument për skanimin e sipërfaqes. Analiza e dritës së shpërhapur shërben për të përcaktuar largësinë e pikselëve të sipërfaqes nga sensori. Analiza e rrezatimit të dritës së shpërhapur, në përgjithësi, bëhet me anë të kamerave CCD, të cilat, në varësi nga qendra e shëmbëllimit në sipërfaqen e saj, japin informacion mbi largësinë ndërmjet pikselit në sipërfaqen që skanohet dhe sensorit. Për sipërfaqet me ashpërsi të vogël dhe strukturë të vazhduar, siç janë sipërfaqet e ngurta, nuk vrojtohen shmangie të ndjeshme ndërmjet vlerave të matura me metodat optike "pa kontakt" dhe metodave me kontakt [5]. Përdorimi i metodave pa kontakt për studimin e ashpërsisë së sipërfaqeve tekstile, që në thelb janë ansamble fibrash shumë të holla të ndërthurura në mënyrë të orientuar dhe të çrregullt, rezultoi me shmangie të rëndësishme ndërmjet vlerave të matura me metodat me dhe pa kontakt. Një ndër faktorët me ndikim të rëndësishëm në këto shmangie është 'anomalia' në shpërhapjen e dritës nga sipërfaqet tekstile [2].

Përdorimi i rrezatimit laser për ndërtimin e pajisjeve për matjen e largësisë dhe përpunimi i metodikave efektive për vlerësimin e rezultateve është shoqëruar me intensifikimin e studimeve teorike dhe eksperimentale të shpërhapjes së dritës nga sipërfaqet e ashpra [3,4]. Në rastin më të mirë trajtimet teorike japin informacione të dobishme për të kuptuar ligjshmëritë bazë të shpërhapjes së dritës nga sipërfaqet e ashpra, por ato rezultojnë të pamjaftueshme për përpunimin e metodikave të sakta të matjeve për sipërfaqe konkrete. Përpunimi i metodikave të matjeve duhet gjithmonë të paraprihet nga studime të hollësishme eksperimentale të karakteristikave të shpërhapjes së dritës nga sipërfaqja konkrete.

Sipërfaqet e materialeve tekstile përbëjnë një rast të një vështirësie, pasi, me sa jemi të informuar, mungojnë studime të mjaftueshme eksperimentale. Përpjekjet tona për përdorimin e metodës trekëndore për studimin e ashpërsisë së sipërfaqeve tekstile dëshmuar për mospërputhje ndërmjet rezultateve të matura dhe karakteristikave reale të sipërfaqeve [2]. Për të shpjeguar këto mospërputhje dhe për të bërë përmirësimet e nevojshme në metodikën e matjes u bë i domosdoshëm studimi eksperimental i shpërhapjes së intensitetit të dritës laser nga këto sipërfaqe. Në këtë studim, për herë të parë, janë paraqitur rezultatet eksperimentale mbi shpërhapjen këndore të intensitetit të rrezatimit të laserit nga disa sipërfaqe tekstile të thurura, të trikotuara dhe të prodhuara me materiale të ndryshme fibrorë.

## 2. METODA E MATJES DHE MATERIALET E PËRDORURA

Studimi i varësisë së intensitetit të dritës së shpërhapur nga këndi i shpërhapjes u bë për dy sipërfaqe tekstile: tekstili i thurur me fill me fibra PET (polietilenteraftalat) dhe tekstil me fill leshi me thurje të thjeshtë. Për të krahasuar rezultatet e marra me ato të parashikimeve teorike u studiua dhe shpërhapja e rrezatimit nga disa sipërfaqe që u afroreshin në mënyrë progresive kushteve të përafrimeve të Kirkofit [1]: sipërfaqe të rrafshëta alumini me valëzime periodike, sipërfaqe plane letre me ngjyrë të bardhë e ngjitur në sipërfaqen e një pllake qelqi dhe sipërfaqe qelqi e mbuluar me një shtresë homogjene ari. Ashpërsitë e sipërfaqeve të studiuara ishin përkatësisht: 1. tekstili me fibra leshi -67,68; 2. tekstili me fibra PET 60,63; 3. sipërfaqja e pllakës së aluminit -10,34 dhe sipërfaqja e letrës -54,53. Ashpërsia e sipërfaqes së qelqit të mbuluar me një shtresë ari ishte pasqyruese dhe nuk mund të matet me metodën e përdorur.

Metoda dhe pajisja e përdorur ishte e njëjtë me atë të përdorur për matjen e ashpërsisë së sipërfaqeve tekstile [5]. Mbi një platformë e cila lëvizte në dy drejtime X-Y, me anën e një elektromotori me hap u vendosën mostrat, ashpërsia e të cilave do të studiohej. Një tufë laser binte mbi sipërfaqen që do të skanohej duke ndriçuar

një zonë shumë të vogël të sipërfaqes dhe, pas shpërhapjes, shëmbëllimi i saj formohej në sensorin e kamerës CCD (Figura 1). Në varësi nga forma dhe pozicioni i njollës së shëmbëllimit mund të llogaritet largësia nga dioda laser deri tek pikseli i ndriçuar mbi sipërfaqen e ashpër. Lëvizja e platformës bëhej me hap 0.1 mm që bënte të mundur matjen e largësive të një bashkësie prej  $10^4$  lartësish në një sipërfaqe  $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ . Gjatë matjeve u përdor kamera: CCD30-11 me karakteristikat si vijojnë: Grumbullimi i ngarkesave elektrike 80 deri  $100 \times 10^9$  e/piksel, numri i pikselëve  $1024 \times 256$ , sasia e ngarkesave në errësirë  $16 \cdot 10^3$  e/piksel, ndjeshmëria  $1.5 \mu\text{V}/\text{e}$  dhe përmasat e pikselit  $26 \mu\text{m}$ .

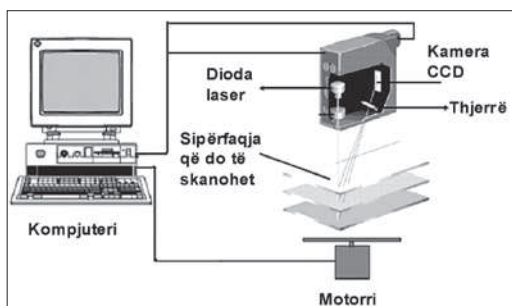


Figura 1. Paraqitje skematike e sistemit të matjes me metodën trekëndore

Sensori CCD, krahas matjes së largësisë ndërmjet tij dhe sipërfaqes, mund të maste dhe intensitetin relativ të dritës që binte mbi të. Këndi ndërmjet drejtimit të rrezes rënëse dhe asaj të shpërhapur është konstant për sistemin e dhënë matës (Figura 1). Duke ndryshuar këndin e rënies së rrezes laser mbi sipërfaqen që skanohet dhe, njëkohësisht, këndin e matjes së intensiteti të rrezes së shpërhapur, u studiua varësia e këtij të fundit nga këndi i shpërhapjes.

Siç shihet në figurën 1, në sistemin matës, burimi laser dhe sensorin CCD ishin vendosur në mënyrë të tillë që, për një lartësi të caktuar nga sipërfaqja që studiohej, rrezja rënëse me atë të reflektuar pas shpërhapjes formonin këndin  $31,2^\circ$ . Meqenëse këndi midis burimit laser dhe sensorit CCD nuk ndryshonte, sepse ishin të trupëzuar në një pajisje të vetme (figura 1), ishte e pamundur të vlerësohej shpërhapja e dritës në

drejtime të ndryshme duke mbajtur të pa ndryshuar drejtimin e rrezes rënëse. Për këtë arsye, për të studiuar varësinë e intensitetit të dritës së shpërhapur në drejtime të ndryshme u detyruam të ndryshonim njëkohësisht drejtimin e rrezes rënëse të laserit dhe drejtimin për tek sensorin CCD. Rezultatet e matura të intensitetit për kënde të ndryshme u paraqitën grafikisht duke marrë në çdo rast këndin në lidhje me këndin e pasqyrit të Snelit. Këndet u konsideruan pozitive për drejtimet në të djathtë të drejtimit pasqyruar dhe negative në të majtë të tij, siç është paraqitur në figurën 2.

Sensori CCD ishte i pajisur me një sistem të

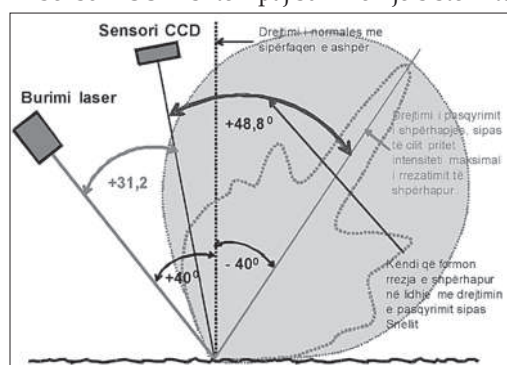


Figura 2. Llogaritja e këndit të shpërhapjes, për të ndërtuar tablonë e shpërhapjes. Në këtë rast këndi i rënies në lidhje me drejtimin pingul me sipërfaqen është marrë  $40^\circ$ . Këndi i pasqyrit sipas Snelit është  $40^\circ$ . Këndi i matjes së intensitetit të dritës së shpërhapur, në lidhje me drejtimin e pasqyrit sipas Snelit, do të jetë  $48,8^\circ$

vlerësimit të energjisë së dritës që binte mbi të. Që sensorin CCD të kryente një matje të vlefshme ishte e nevojshme që, në pikselët e interesuar, të grumbullohej një sasi minimale elektronesh. Një program specifik rregullonte kohën e hapjes së laserit, në mënyrë që në CCD të grumbullohej sasia minimale e domosdoshme e elektroneve. Nëse intensiteti i dritës rënëse në sensorin CCD ishte i madh, koha e ekspozimit ishte e vogël dhe anasjelltas. Duke matur kohën e ekspozimit mund të vlerësojmë intensitetin relativ të dritës që bie mbi sensorin CCD. Intensiteti i dritës rënëse u vlerësua në bazë të formulës  $I = k \cdot t^{-1}$ , pra në përpjesëtim të zhdrejtë me kohën e ekspoz-

imit të llogaritur nga sistemi matës.

Grafikët e varësisë së intensitetit të dritës të ndërtuar si më sipër do të jenë të njëjtë me tablotë teorike të difraksionit sipas Bekmanit [1]. Në rastin e sistemit të përdorur gjatë eksperimentimeve tona këndi i drejtimit pasqyrues është  $15,6^\circ$ .

### 3. VARËSIA E INTENSITETIT TË DRITËS SË SHPËRHAPUR NGA KËNDI I SHPËRHAPJES

Në figurat 3, 4, 5, 6 dhe 7 janë paraqitur lakoret e varësisë së intensitetit të dritës së shpërhapur për kënde të ndryshme me drejtimin e shpërhapjes pasqyror, përkatësisht për sipërfaqet e tekstilit me fill PET, për sipërfaqen e tekstilit me fill leshi, për sipërfaqen metalike të aluminit me valëzime periodike, për sipërfaqen e letrës së ngjitur në një pllakë qelqi dhe për sipërfaqen e qelqit të lyer me ar.

Në të gjithë grafikët u vu re që intensiteti i

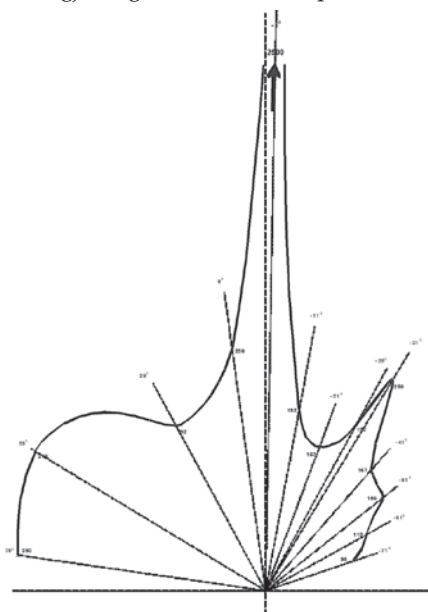


Figura 3. Shpërhapja e intensitetit të dritës nga sipërfaqja e PET-i me thurje të thjeshtë, në varësi të këndit me drejtimin pasqyror

dritës kishte vlerën maksimale në drejtimin që përputhej me drejtimin pasqyrues sipas Snelit (këndi zero), siç parashikohet nga Bekman për sipërfaqet që plotësojnë kushtet e Kirkofit [1]. Bekman dhe Spicikino, parashikojnë gjithashtu, ekz-

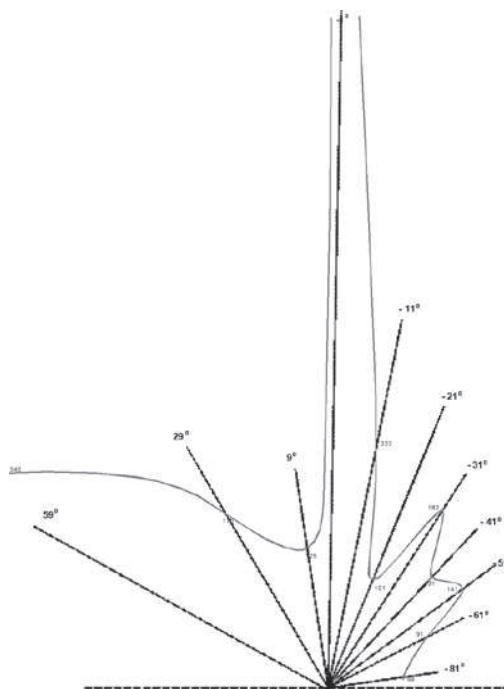


Figura 4. Shpërhapja e intensitetit të dritës nga sipërfaqja e tekstilit me fill leshi me thurje të thjeshtë në varësi të këndit me drejtimin pasqyror

istencën e maksimumeve të difraksionit dhe për drejtime të tjera, intensiteti i të cilave zvogëlohet monotonisht me rritjen e këndit të shpërhapjes, duke u bërë të papërfillshëm për këndin e  $90^\circ$ . Maksimumet dytësore duhet të jenë të shpërndara simetrikisht në të dy anët e maksimumit qendror. Nga shqyrtimi i grafikëve të figurës 6 dhe figurës 7 vihet re se sipërfaqja pasqyruese e arit dhe sipërfaqja metalike e aluminit, të cilat plotësojnë kushtet e Bekman dhe Spicikino, japin lakore shpërhapje shumë të ngjashme me ato teorike. Për sipërfaqen pasqyruese të arit maksimumet dytësorë nuk u vunë re dhe e tërë energjia e rrezatimit të dritës përqëndrohej në një tufë të ngushtë rreth drejtimin të Snelit. Për sipërfaqen metalike të aluminit, ashpërsia e së cilës ishte më e madhe, maksimumet dytësorë kishin vlera të krahasueshme me maksimumin qendror dhe ishin shpërndarë në mënyrë, pothuajse simetrike, në lidhje me maksimumin qendror.

Për sipërfaqen e letrës (figura 6) dhe më

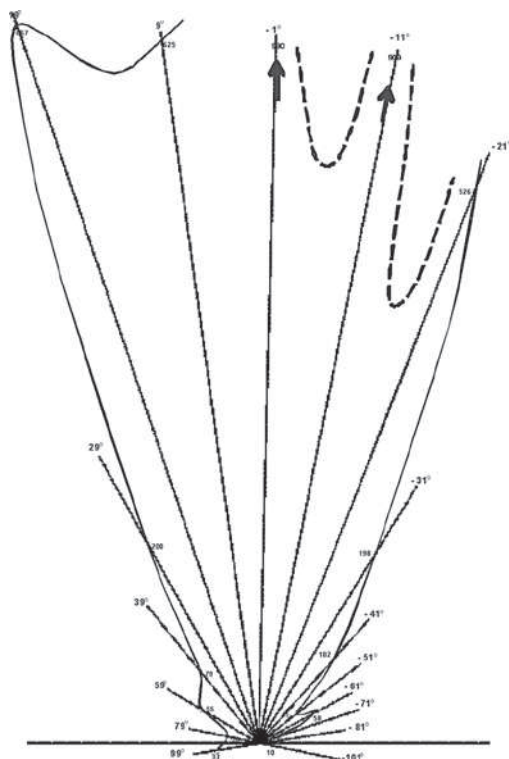


Figura 5. Shpërhapja e intensitetit të dritës nga sipërfaqja e aluminit me valëzime periodike, në varësi të këndit me drejtimin pasqyror

shumë për sipërfaqet e tekstileve me fill PET dhe me fill leshi (figura 3 dhe figura 4), të cilat janë larg kushteve të Kirkofit, vihen re ndryshime të qenësishme me parashikimet teorike të Bekman dhe Spicikino. Shpërndarja e intensitetit të dritës nuk është simetrike në lidhje me maksimumin qendror. Intensiteti i dritës i maksimumeve dytësore për disa kënde të mëdha të shpërhapjes ka vlera më të mëdha se intensiteti për kënde më të vogla të shpërhapjes. Prishja e simetrisë në lidhje me drejtimin e rezes së pasqyruar është më e madhe sa më e madhe është ashpërsia e sipërfaqes, duke u rritur gradualisht nga sipërfaqja e letrës (me ashpërsi 54,53) tek sipërfaqja e tekstilit me fill PET (me ashpërsi 60,63) dhe tek sipërfaqja e tekstilit me fill leshi (me ashpërsi 67,68). Me rritjen e ashpërsisë maksimumet dhe minimumet e intensitetit të dritës për rende të larta të difraksionit ndërthuren gradualisht me njëri-tjetrin deri

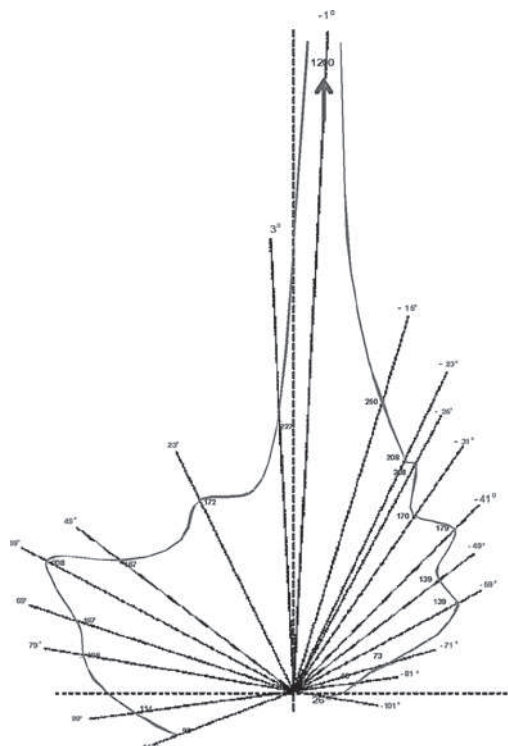


Figura 6 Shpërhapja e intensitetit të dritës nga sipërfaqja e letrës së ngjitur në një pllakë qelqi, në varësi të këndit me drejtimin pasqyror

sa shkrihen në një maksimum të vetëm. Është e rëndësishme të vihet në dukje që, në rastin e sipërfaqes metalike të aluminit (figura 5) edhe pse ashpërsia ishte e afërt me atë të tekstileve të thurura, shpërhapja e dritës, siç u përmend më sipër, për kënde shpërhapjeje deri në 20 gradë është mjaft e ngjashme me atë të parashikuar nga Bekman dhe Spicikino. Sipërfaqja metalike e aluminit, në ndryshim nga sipërfaqet e tekstileve, karakterizohet nga parrafshësi homogjene dhe periodike, kërkesë kjo e kushteve të Kirkofit.

Në fig. 8 janë paraqitur së bashku shpërndarjet e intensitetit të dritës për të pesë sipërfaqet e studiuara. Në figurë dallohet qartë shformimi dhe asimetria e theksuar e shpërndarjeve për sipërfaqet tekstile.

#### 4. PËRFUNDIME

Shpërhapja hapësinore e intensitetit të dritës së



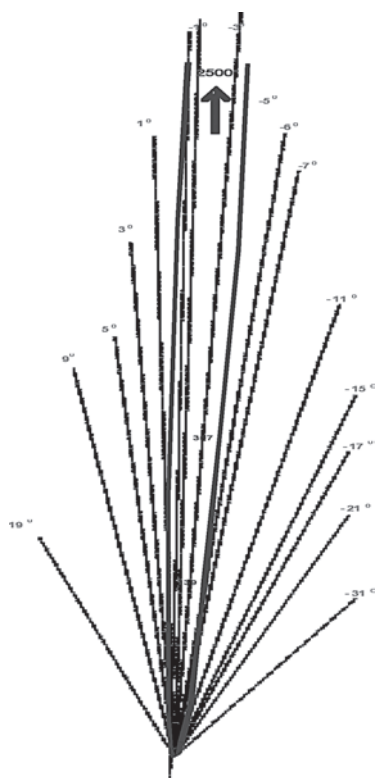


Figura 7. Shpërhapja e intensitetit të dritës nga sipërfaqja e pllakës së lyer me ar

shpërhapur nga sipërfaqet tekstile nuk u bindet parashikimeve teorike në kushtet e Kirkofit. Tabloja e intensitetit të dritës së shpërhapur shmanget nga ato teorike veçanërisht për kënde të mëdha të shpërhapjes, për të cilët vlerat e intensitetit janë më të mëdha se ato të pritura dhe maksimumet e difraksionit të rendeve të ndryshme shkrihen me njeri-tjetrin. Gjithashtu shpërhapja e intensitetit të dritës nuk është simetrike në lidhje me këndin e pasqyrimin të Snelit, që dëshmon për shpërndarje jo të barabartë të energjisë së dritës për kënde pozitive dhe negative. Rezultatet e marra nga ana jonë hapin rrugën për kuptimin më të plotë të procesit të shpërhapjes së dritës nga këto sipërfaqe dhe për përmirësimin e metodikave të matjeve të ashpërsisë.

Përdorimi i rrezatimit laser për të kryer matje pa kontakt, që bazohen në matjen e largësisë së sipërfaqeve tekstile, duhet shoqëruar me stu-

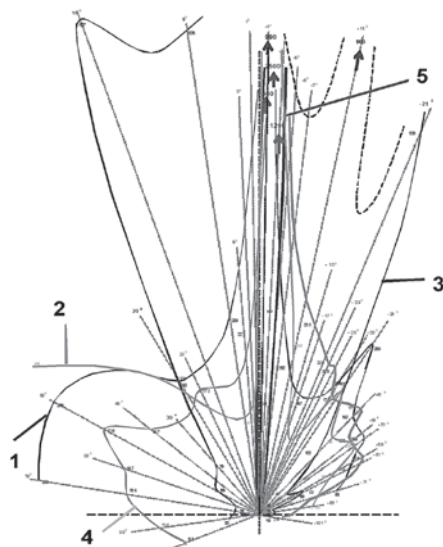


Figura 8. Shpërhapja e intensitetit të dritës në drejtime të ndryshme në lidhje me drejtimin pasqyror të Snelit. 1- tekstil me fill PET me thurje të thjeshtë, 2- tekstil me fill leshi me thurje të thjeshtë, 3- sipërfaqe metalike alumini , 4- sipërfaqe e letrës, 5- sipërfaqja pasqyrore e arit. Shihet qartë shformimi i shpërndarjes së intensitetit të dritës për sipërfaqet e tekstileve

dime të kujdesshme të veçorive të shpërhapjes së dritës nga këto sipërfaqe.

#### LITERATURA

- Beckman P., Spizzichino A. (1987), *The scattering of electromagnetic waves from rough surfaces*. Norwood, MA: Artech House.
- Berberi P., Tabaku B. (2006), "Specific Effects of Use of Laser Triangulation Method for Measurement of Roughness of Textiles", *AIP Conference Proceedings, BPU 6 Conference*, 42-43
- Cheng I., Siu G.G. (1990), "Measurement of surface roughness with core-ring ratio method using incoherent light", *Meas. Sci. Technol.* 1, 1149-1152.
- Peiponen K.E., Tsuboi T. (1990), "Metal surface roughness and optical reflectance", *Optics & Laser Technology*, Vol. 22, No. 2, 127-130
- Ramgulam R.B., Amirbayat J., Porat I. (1993), "Measurement of Fabric Roughness by Noncontact Method", *J. Text. Inst.* 84, No. 1, 122-133.