

**XXVIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE
IN GEODESY AND RELATED FIELDS**

Sofia, 08 - 09 November 2018

**XXVIII МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ
“СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБУЧЕНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА
ПРАКТИКА В ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ”**

София, 08 - 09 Ноември 2018

**АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО
ИЗМЕРВАНЕ НА РАЗСТОЯНИЯ С ЛАЗЕРЕН ДАЛЕКОМЕР ДО
ОБРАЗЦИ ОТ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ**

Милена Бегновска (BG)

РЕЗЮМЕ:

При извършването на измервания до недостъпни точки, е необходимо да се гарантира коректност на измерванията, което предполага добро разбиране на възможностите на безрефлекторните инструменти. Точността на измереното разстояние в безрефлекторен режим зависи от качествата и оптичните свойства на отразяващата повърхност, както и от ъгъла, който се сключва между нея и визирната линия. Изследвани са възможностите за успешното приложение на безрефлекторните технологии, чрез извършване на експериментални линейни измервания до образци от строителни материали.

УВОД

При съвременното строителство се използват разнообразни строителни, облицовъчни и изолационни материали, чиито повърхности са с различен цвят, грапавост и различна отразителна способност. Необходимостта от контрол по време на изпълнението на строително-монтажните работи налага да бъдат извършвани геодезически измервания, често до недостъпни точки, а също така и при различни ъгли между визирния лъч и отразяващата повърхност. Изпълнението на този вид измервания, предполага те да бъдат извършвани с безрефлекторни инструменти, което налага съобразяване с възможните особености в отражението, пречупването и поглъщането на светлината от различните материали, разположени по различен начин в пространството, което би довело до промени в интензитета и формата на отразения обратно от изследваната повърхност сигнал.

ОПИТ ОТ ПРЕДИШНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

В предишни изследвания на автора, за маркшайдерски нужди в подземни и открити рудници, са извършени подобни експерименти, отразени в различни научни издания и сборници [1, 2, 3, 4]. Анализирани са резултатите от проведени линейни измервания до обекти (минерали и различни видове скали) с различни оптични свойства и отразителни характеристики. Направени са съответни изводи и заключения относно влиянието на

разстоянието, ъгъла между оста на излъчване и повърхността до която се извършва измерването, осветеността, вида и грапавостта на отразяващата повърхност, албедото, запрашеността, влагата и мъглата.

След анализ на експерименталните данни е обобщено следното:

1. Грешката при безрефлекторно измерване на разстояния нараства, при увеличаване на ъгъла между оста на излъчване и повърхността, до която се измерва разстоянието.
2. Почти във всички случаи на измерване, промяната в осветеността на образеца, независимо от неговата ориентация, не води до съществено изменение в грешката по дължина.
3. По-съществено влияние има по-скоро видът на образеца отколкото неговата грапавост. Този факт най-вероятно се дължи на по-силното влияние на физикохимичните и оптични свойства на обектите върху скоростта на разпространение и отражение на сигнала от „мишената”, отколкото влиянието на грапавостта на нейната повърхност.
4. Увеличаването на влагосъдържанието по трасето, предизвиква намаляване на стойността на измерената дължина спрямо еталонната, като зависимостта е линейна. Това се дължи на отслабването на енергията на излъчване при преминаване през мъглата.
5. Освен отслабването на излъчването при преминаването му през мътна среда, част от енергията се губи при отражението от повърхността на образеца. Експериментално се доказва, че отражателната способност при влажни образци е по-ниска от тази при сухите. Това се наблюдава при част от образците, при други от тях, това влияние не е така силно изразено. Това вероятно се дължи на различните физикохимични свойства на минералите.
6. При увеличаване нивото на запрашеност на въздушните маси, се регистрира намаляване на стойностите на измереното разстояние.
7. Забелязва се, като основна тенденция, че с намаляване на показателя на лъчепречупване на изследваните образци, се проявява по-голяма грешка при измерените разстояния.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ С ОБРАЗЦИ ОТ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ

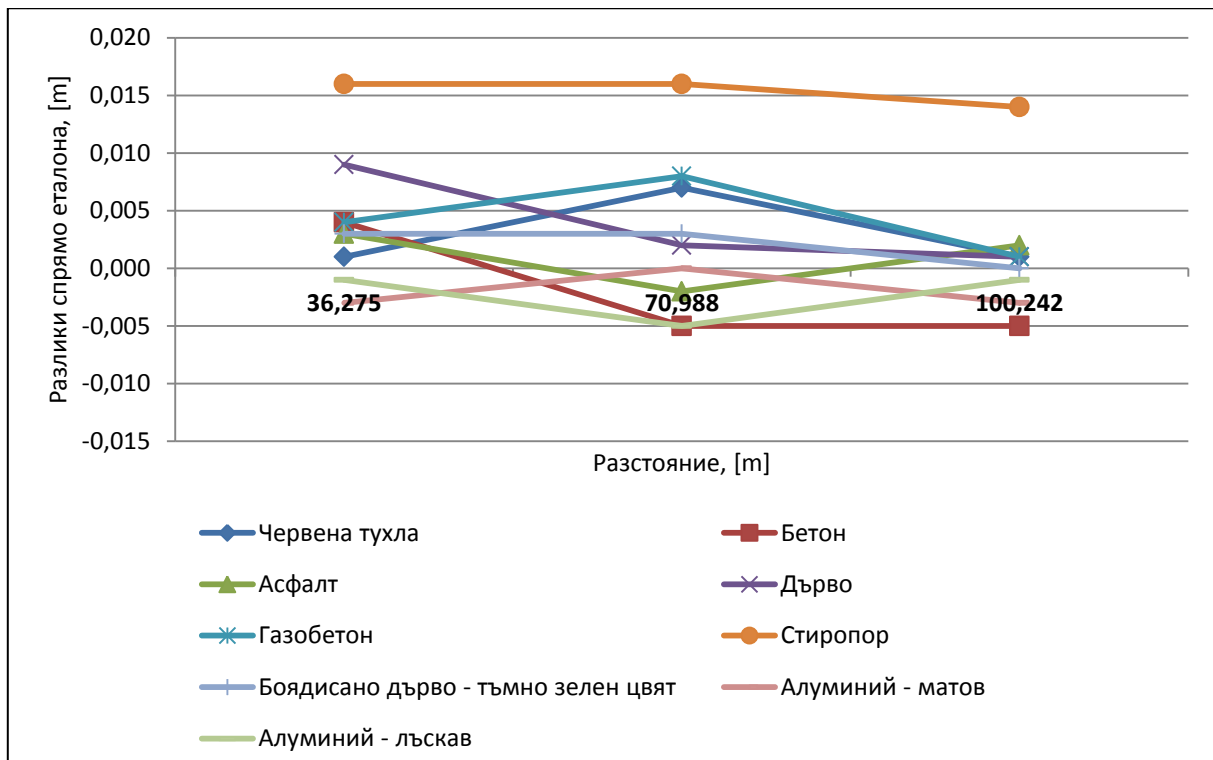
С цел да се потърсят аналогични зависимости при определяне на разстояния до образци от различни строителни материали, са извършени експериментални изследвания. В настоящия доклад са представени резултати от проведени измервания на разстояния до 9 различни по цвят и структура образеца от строителни материали: червена тухла, бетон, асфалт, дърво, газобетон, стиропор, боядисано в зелен цвят дърво и два вида алуминиеви листове (матов и лъскав), при различен ъгъл между оста на излъчване и повърхността, до която се измерва разстоянието. Първоначално образецът е ориентиран така, че визирният лъч да пада фронтално, след което е завъртан в две противоположни посоки на 20° , 40° и 60° . Проведени са многократни измервания на три дължини 36.275 m, 70.988 m и 100.242 m. Разстоянията са измерени първоначално с отражателна марка и стойностите им са приети за еталон. Измерванията са извършени „на закрито” (с тотална станция Trimble S6), където атмосферните вариации са незначителни и условията почти постоянни.

Усреднените резултати от измерванията до деветте образеца, при различните разстояния и ъгли на завъртане, са представени в табл. 1.

табл.1

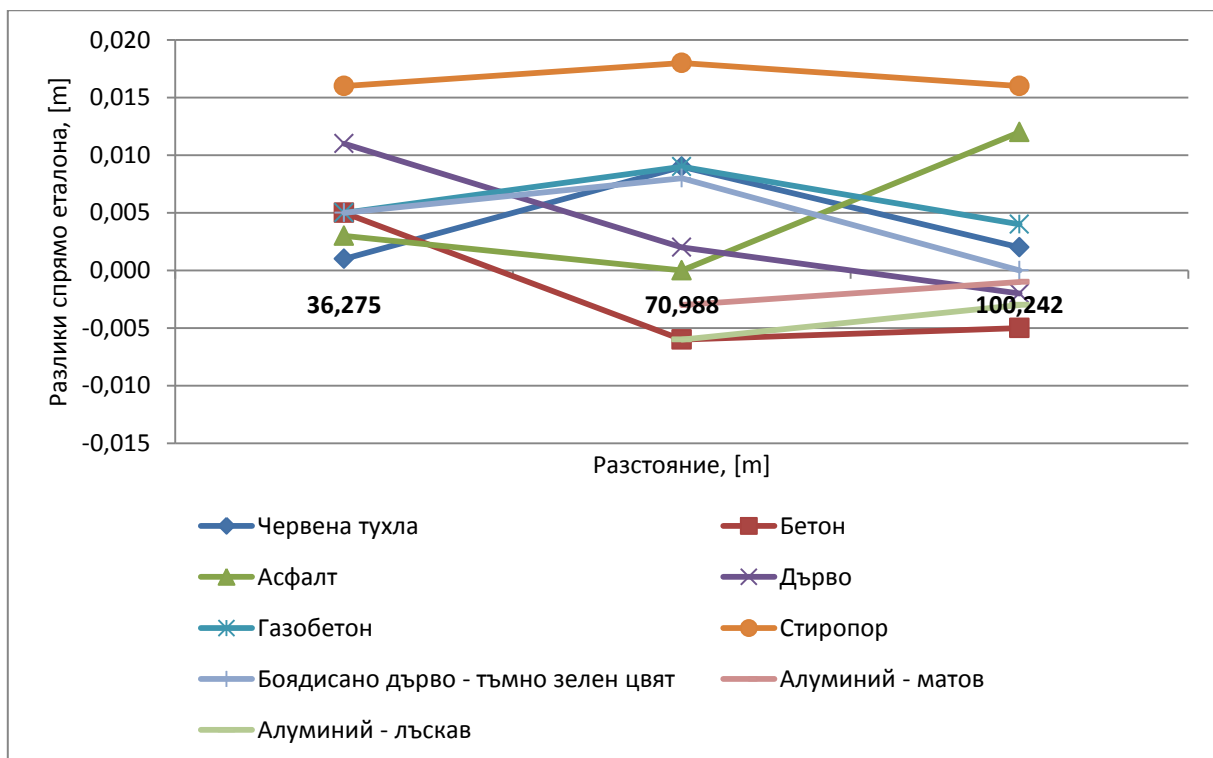
Еталон	36.275	70.988	100.242	36.275	70.988	100.242	36.275	70.988	100.242
Завъртане	Червена тухла			Бетон			Асфалт		
-60°	36.274	70.996	100.242	36.279	70.979	100.237	36.276	70.989	100.244
-40°	36.276	70.997	100.244	36.280	70.982	100.237	36.278	70.988	100.254
-20°	36.276	70.996	100.244	36.279	70.982	100.237	36.277	70.987	100.248
0°	36.276	70.995	100.243	36.279	70.983	100.237	36.278	70.986	100.244
20°	36.277	70.996	100.244	36.279	70.983	100.236	36.278	70.986	100.246
40°	36.278	70.997	100.244	36.279	70.984	100.235	36.278	70.983	100.244
60°	36.279	71.000	100.243	36.280	70.980	100.233	36.279	70.978	100.242
	Дърво			Газобетон			Стиропор		
-60°	36.286	70.990	100.241	36.281	70.999	100.248	36.288	71.005	100.257
-40°	36.286	70.990	100.240	36.280	70.997	100.246	36.291	71.006	100.258
-20°	36.284	70.990	100.241	36.279	70.997	100.244	36.292	71.006	100.257
0°	36.284	70.990	100.243	36.279	70.996	100.243	36.291	71.004	100.256
20°	36.285	70.989	100.241	36.280	70.999	100.243	36.291	71.003	100.255
40°	36.286	70.988	100.240	36.281	71.000	100.242	36.288	70.998	100.255
60°	36.290	70.980	100.241	36.283	71.006	100.242	36.284	70.992	100.250
	Боядисано дърво – тъмно зелен цвят			Алуминий – матов			Алуминий – лъскав		
-60°	36.281	70.999	100.242	36.277	70.985	100.245	36.559	70.983	100.238
-40°	36.280	70.996	100.242	36.327	70.985	100.241	36.538	70.982	100.239
-20°	36.280	70.993	100.241	36.284	70.987	100.239	36.718	70.984	100.240
0°	36.278	70.991	100.242	36.272	70.988	100.239	36.274	70.983	100.241
20°	36.279	70.990	100.240	36.271	70.982	100.236	36.273	70.979	100.239
40°	36.278	70.989	100.239	36.268	70.980	100.235	36.270	70.977	100.235
60°	36.280	70.984	100.240	36.263	70.975	100.231	36.264	70.969	100.231

На фиг. 1 са представени разликите спрямо еталонното разстояние за 9-те образца при различните дължини и ъгъл на завъртане 0°.



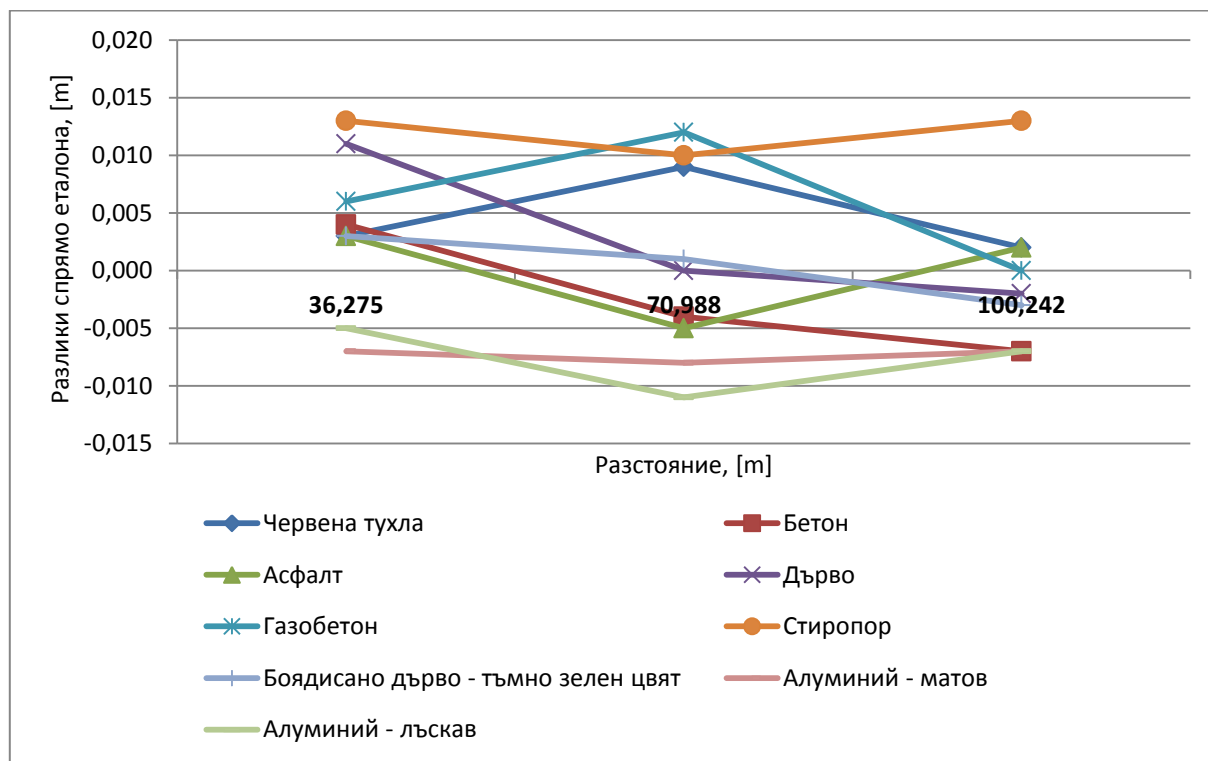
фиг. 1. Разлики спрямо еталонното разстояние при ъгъл на завъртане 0°

На фиг. 2 и 3 са показани разликите между еталонното разстояние и получените резултати за измерените дължини до деветте образеца при ъгъл на завъртане $+40^\circ$ и -40° .



фиг. 2. Разлики спрямо еталонното разстояние при ъгъл на завъртане -40°

При двата образца от алуминий (матов и лъскав) (фиг. 2), при измерване на дължина 36.275 m, не са получени достоверни резултати. Същите не са представени в графиката, поради значителното им отклонение от еталонното разстояние.



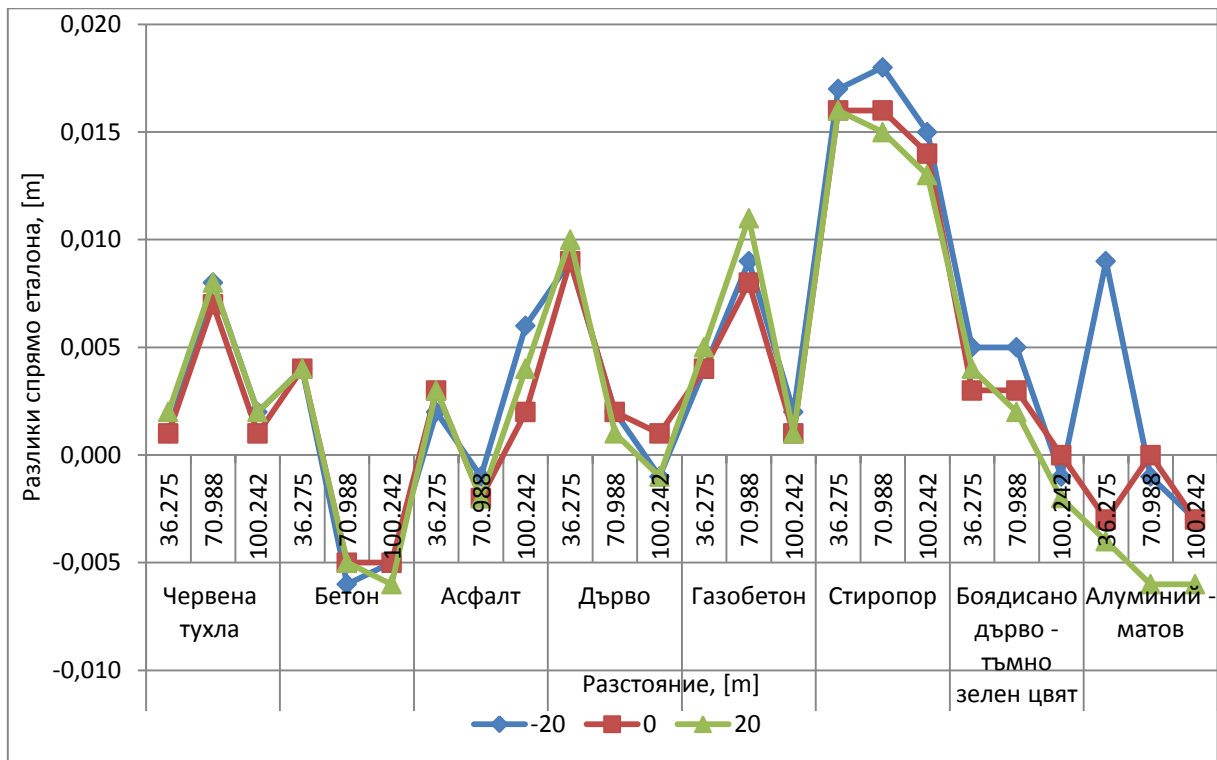
фиг. 3. Разлики спрямо еталонното разстояние при ъгъл на завъртане +40°

При извършването на това експериментално изследване не са отчетени грешките, свързани с околната среда, произтичащи от атмосферни промени в температура, налягане, запрашеност, влажност – фактори специфични за реалната работна атмосфера, при която се извършват част от строително – монтажните работи. Те ще да бъдат предмет на по-нататъшна работа на автора.

ИЗВОДИ

След анализиране на представените резултати от проведеното експериментално изследване се формулират следните изводи:

1. При проведеното експериментално изследване най - големи отклонения спрямо еталонното разстояние, като основна тенденция, са констатирани при образца от стиропор и при трите измерени дължини (36.275 m, 70.988 m и 100.242 m) – до 0.018 m, (фиг. 4). В графиката не са представени данни за алуминий – лъскав, поради значително отклоняващи се от еталона резултати.



фиг. 4. Разлики спрямо еталонното разстояние при ъгъл на завъртане $+20^\circ$ и -20°

2. При образеца от алуминиев лист, при измерване на дължина 36.275 m, са получени значително отклоняващи се от еталона резултати при ъгъл на завъртане -40° (разликата спрямо еталонно измереното разстояние, при матовата повърхност е 0.052 m, а при лъскавата съответно 0.263 m), което може да бъде обяснено със структурата и вида на отражателната му повърхност, предизвикващи индивидуални особености в процеса на отражение.

3. При това експериментално изследване не се установява зависимост между цвета на повърхността на изследваните образци и резултатите от дължинните измервания, което се потвърждава и от предходни проучвания на автора [4].

4. Точността на наблюденията, при измерване с тотална станция в безрефлекторен режим зависи главно от силата на сигнала, който се отразява от изследваната повърхност. Интензивността на обратно отразения сигнал зависи от разстоянието от инструмента, ъгъла на наклона на отразяващата повърхност и вида ѝ. При някои материали се получава абсорбция на сигнала, отклоняване на лазерните лъчи от първоначалната посока, чрез отражение и пречупване, както и подповърхностно разсейване.

5. При безрефлекторно измерване на дължини трябва да се вземат предвид физическите закони за отразяване на светлината и оптичните свойства на повърхността, до която се измерва разстоянието. Както беше установено при предходни проучвания, всеки отделен обект взаимодейства по специфичен начин с падащата върху него електромагнитна енергия [4]. В зависимост от разстоянието до станцията и ъгъла между лъча и равнината на падане, един и същи образец по различен начин отразява светлинната енергия.

6. Преди извършване на измервания, при повърхности различни от изследваните образци, е препоръчително предварително да бъдат извършвани подобни изследвания за конкретния обект.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бегновска, М. и др. Експериментални резултати при безпризмено измерване с лазерен далекомер /М. Бегновска, П. Савов.// Четвърта национална научно-техническа конференция с международно участие “Технологии и практики при подземен добив и минно строителство”, 23 – 26 септември 2014, Девин, България, с. 276-283.
2. Бегновска, М. и др. Експериментално измерване на разстояния с лазерен далекомер при наличие на аерозол по трасето /М. Бегновска, П. Савов.// Геология и минерални ресурси (София), 2015, № 6 , с. 31-33.
3. Бегновска, М. и др. Анализ на резултатите от измерване на разстояния с лазерен далекомер до група образци с различни отражателни характеристики. /М. Бегновска, П. Савов.// XIII Национална конференция с международно участие по открит и подводен добив на полезни изкопаеми, 1 – 5 септември 2015, Варна, България, с. 198-204.
4. Бегновска, М. и др. Изследване и анализ на грешки, дължащи се на разстоянието, албедото, различен ъгъл, дъжд и мъгла при безрефлекторни измервания. /М. Бегновска, П. Савов, А. Кехайов, С. Венков.// VII Международна конференция по геомеханика, 27 юни – 01 юли 2016, Варна, България, с. 394-401.

АВТОР:

ас. д-р Милена Бегновска

Минно-геоложки университет „Св.Иван Рилски”

ул."проф. Боян Каменов", София

телефон: +359888529332

E-mail: m_begnovska@abv.bg