

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГЕОРАДАР И ПЕНЕТРОМЕТЪР ЗА ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО НА МИКРОЯЗОВИРНИ СТЕНИ ОТ ЗЕМНО-НАСИПЕН ТИП

Ралица Берберова, Биляна Костова

Нов български университет
e-mail: rberberova@nbu.bg, bkostova@nbu.bg

Ключови думи: георадарен и пенетрационен методи, микроязовирни стени

Резюме: Направена е съпоставка на възможностите на съвременни геофизични методи и класическите такива за изследване на земно-насипни съоръжения, в т.ч. микроязовирни стени. На база на тези изследвания се установява, че използването на георадарни изследвания дава добри резултати за установяване на състоянието на микроязовирни стени.

POSSIBLE APPLICATION OF GPR AND PENETRATION METHODS FOR EVALUATION OF THE STATE OF EMBANKMENT DAMS

Ralitza Berberova, Bilyana Kostova

New Bulgarian University
e-mail: rberberova@nbu.bg, bkostova@nbu.bg

Keywords: GPR and penetration methods, embankment dams

Abstract: A comparison of the capabilities of advanced geophysical and classical methods for the study of embankment dams has been made. Based on this studies it is found that the using georadar research provides sufficiently reliable initial information to establish the actual condition of embankments.

1. Въведение

В страната ни съществуват над 2000 микроязовира от земно-насипен тип. Публично достояние е, че много голяма част от тях са технически неизправни поради проблеми в преливниците, отводнителните канали, основните изпускатели и/или целостта на язовирната стена. Комплекс от посочените проблеми доведе до станалото бедствие в с. Бисер през февруари 2012 г. След този инцидент отговорните в страната ни институции обърнаха внимание на проблема и започнаха редица проверки както по отношение на тяхната собственост, така и по отношение на тяхната изправност [Берберова и др., 2013]. Въпреки усилията на държавните и общински администрации, и през това лято, 2014 г., за пореден път станахме свидетели на редица наводнения в страната ни, голяма част от които бяха следствие на неизправност или недобро стопанисване на технически съоръжения от водната инфраструктура.

Стандартните изследвания за състоянието на микроязовирните стени обхващат класически инженерно-геоложки и хидрогеоложки методи [Тошев, 2012], които са трудоемки, изискват голям брой висококвалифицирани специалисти, време и финансови средства. Чрез тях се получава информация за видовете скали, използвани за изграждане на земно-насипните съоръжения (микроязовирните стени), дебелината на отделните слоеве скали, водопропускливостта и водоносността на съответните скали, наличие на пукнатини и структурни нарушения. Изследванията се извършват чрез взимане на проби от повърхността и дълбочина (чрез сондажи) и последващото им лабораторно изследване и изпитване.

2. Цел

Целта на настоящата работа е да се направи съпоставка на възможността за използване на класическите методи с бързите съвременни методи – георадарни и петрационни методи за изследване на микроязовирни стени.

Георадарният метод позволява да се правят недеструктивни (без да се нарушава целостта на земно-насипното съоръжение) изследвания в дълбочина до 15 m, което е напълно достатъчно за изучаване на земно-насипни съоръжения [Петров и др., 2013]. Чрез метода се получава информация за скални материали с различни физико-механични свойства, наличие/отсъствие на структурни нарушения в тези пластове (пукнатини и разломи) и наличие на флуиди (вода) в пластове [Harry M. Jol, 2009; Petrov et al., 2013; Петров, 2014].

Пенетрационният метод също позволява недеструктивни изследвания в дълбочина, като дава информация освен за наличие на различни видове граници между материалите, изграждащи стената, но позволява да се определи видът на тези скални материали.

2.1. Обекти

- Стена на микроязовир **Смилец-2**

Микроязовир Смилец-2 е разположен на около 6 km южно от село Смилец, община Стрелча, област Пазарджик, в местността „Корубата” (фиг. 1а). Язовирът е изграден в сухо дере. Микроязовирната стена е от земно-насипен тип с височина 10 m. Язовирът се въвежда в експлоатация през 1961 г. Целта на неговото изграждане е използването му за напоителни цели. Общият завирен обем на микроязовира е около 150 000 m³.

При теренните наблюдения не се установяват нарушения в стената по повърхността.

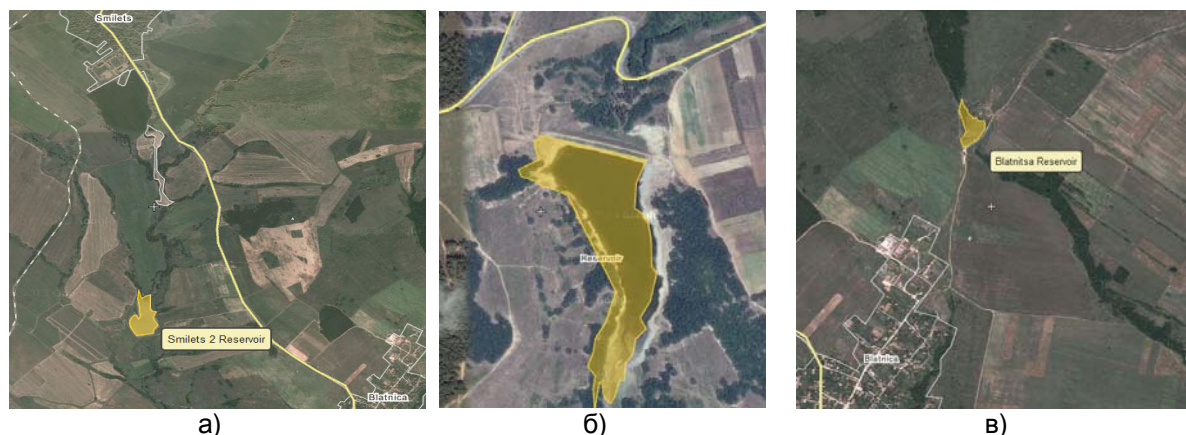
- Стена на **Маломирски микроязовир**

Микроязовирът е разположен в землището на с. Маломир, община Върбица, област Шумен (фиг. 1б). Изграден е в сухо дере. Микроязовирната стена е от земно-насипен тип, изградена от глини.

При теренните наблюдения не се установяват нарушения по стената на повърхността.

- Стена на микроязовир **Блатница**

Обектът на изследване е стената на микроязовир Блатница. Микроязовирът е разположен на 1500 m източно от с. Блатница, в землището на с. Блатница, община Стрелча, област Пазарджик (фиг. 1в).



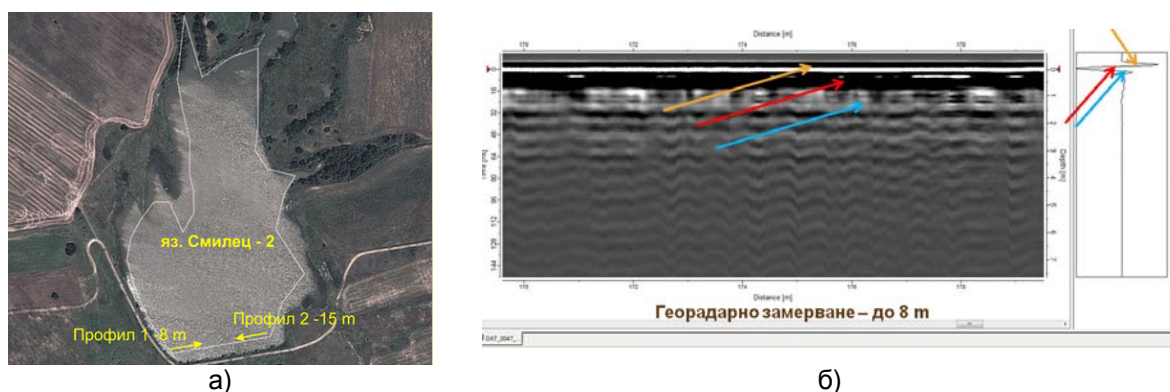
Фиг. 1. Микроязовири: а) Смилец-2; б) Маломирски; в) Блатница

3. Експериментални резултати

✓ Стена на микроязовир **Смилец-2**

На стената на микроязовир Смилец-2 са направени два георадарни профила на замерване на стената (26.09.2013 г.) (фиг. 2а). При профил 1 замерването е направено на дълбочинно проникване на сигнала на 15 m, а на профил 2 – 8 m. Профил 1 е с дълбочинно проникване на сигнала до 15 m с цел изследване целостта на язовирната стена, която е с височина 10 m. Профил 2 е направен с цел получаване на по-качествен сигнал от измерването – визуализиране на евентуални детайли.

При анализирането и на двете радарграми от замерването на микроязовир Смилец-2 се установиха две граници, показващи наличие на три разнородни по физични показатели материали, изграждащи микроязовирната стена (фиг. 2б). В настоящето изследване не са установени деформации на пластове материали, изграждащи земно-насипното съоръжение, както и не е установено наличие на вода в тях. Тези резултати съвпадат и с теренните ни наблюдения за отсъствие на проблеми при този микроязовир [Берберова Р. и др., 2014].

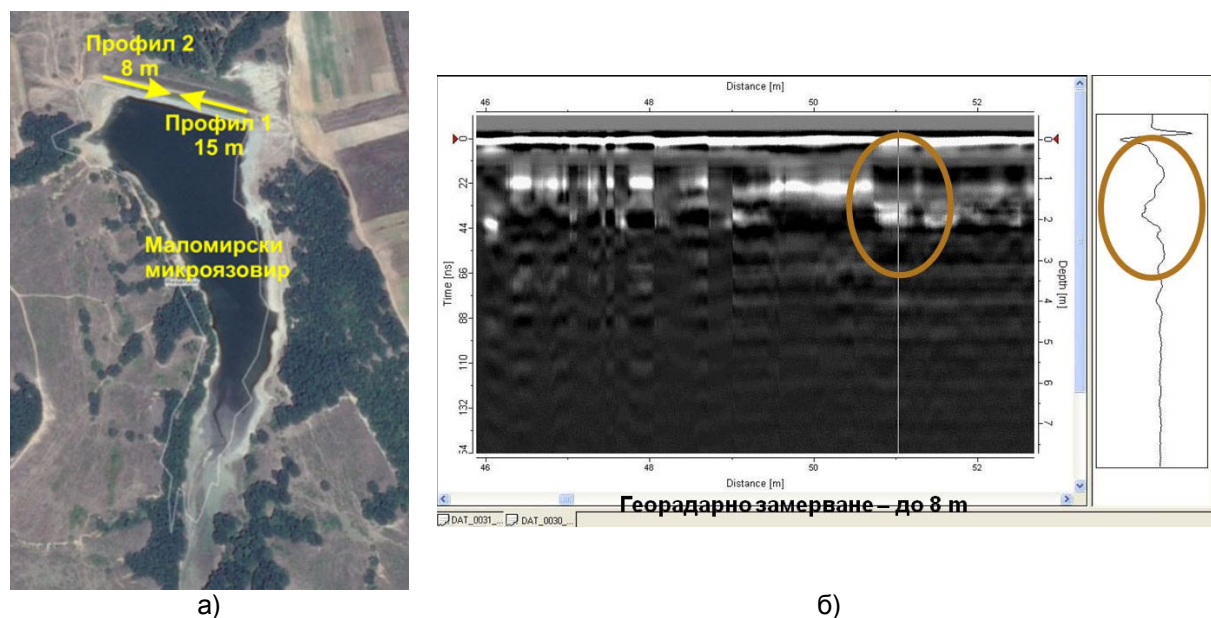


Фиг. 2. Микроязовир Смилец-2: а) Профили на георадарно замерване; б) Радарграма

✓ **Стена на Маломирски микроязовир**

На стената на Маломирския микроязовир са направени два георадарни профила на замерване на стената (17.06.2013 г.) (фиг. 3а). При профил 1 замерването е направено на дълбочинно проникване на сигнала на 15 m, а на профил 2 – 8 m. Профил 1 е с дълбочинно проникване на сигнала до 15 m с цел изследване целостта на язовирната стена, която е с височина 10 m. Профил 2 е направен с цел получаване на по-качествен сигнал от измерването – визуализиране на евентуални детайли.

Радарграмата от замерването на стената на Маломирския микроязовир показва наличие на нарушения тип „разсед - възсед“ (фиг. 3б).



Фиг. 3. Маломирски микроязовир: а) Профили на георадарно замерване; б) Радарграма

✓ **Стена на микроязовир Блатница**

При теренните наблюдения на повърхността се установява, че в язовира се поддържа ниско водното ниво в чашата на язовира (10 – 10,5 m от кота корона) и наличие на свлачищен процес от въздушната страна на язовирната стена, т.е. нарушение в целостта на съоръжението, което е и вероятна причина за поддържаното ниско ниво на водата в язовира.

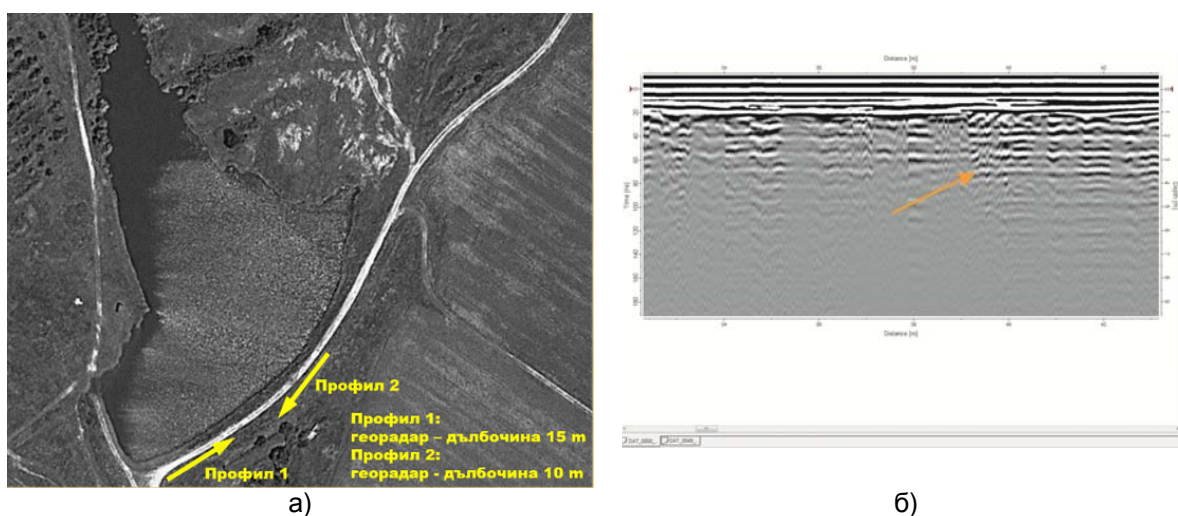
- **GPRS изследвания**

Направени са два георадарни профила на замерване (фиг. 4а). При профил 1 замерването е направено на дълбочинно проникване на сигнала на 15 m, а на профил 2 – 10 m.

Профил 1 е с дълбочинно проникване на сигнала на 15 m с цел достигане на коренните скали, върху които е изградена язовирната стена. При анализирането на радарграмата се установи една граница, показваща наличие на два разнородни по физични показатели материали. Границата се наблюдава на дълбочина между 2,5 и 4 m. Границата между коренна скала и насип 2 не е отчетена. Вероятни причини за това са: (i) сходни физични параметри на коренните скали и насип 1 и (ii) границата между коренните скали и насип 1 е разположена на по-голяма дълбочина от 15 m. На радарграмата не се наблюдават структурни нарушения.

Профил 2 е с дълбочинно проникване на сигнала на 10 m с цел получаване на по-качествен сигнал от измерването в двата насипа и границата между тях. При анализирано на радарграмата е ясно отчетлива границата между двата насипа в дълбочина между 3 и 4 m. (фиг. 4б).

Георадарните изследвания не показват дълбочинни нарушения, което показва, че проблемите, установени от теренните наблюдения са проявени само на повърхността [Костова и др., 2014].



Фиг. 4. Микроязовир Блатница: а) Профили на георадарно замерване; б) Радарграма

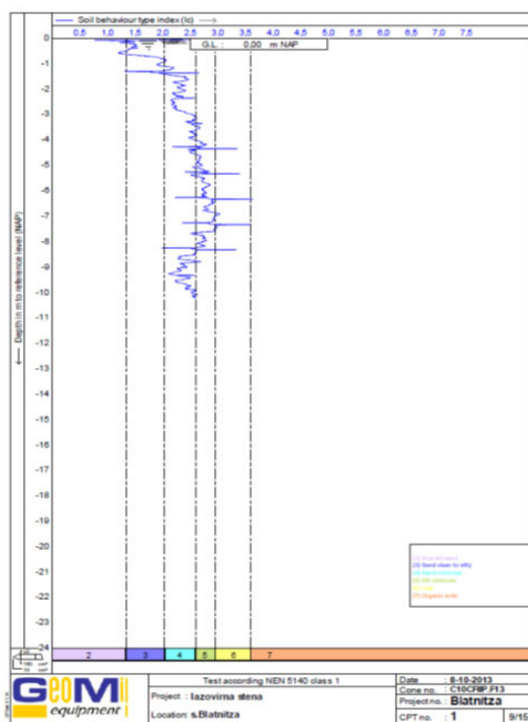
- **Пенетрационни изследвания**

Въз основа на резултатите от георадарните изследвания и интерпретацията на получените данни е определена дълбочината на пенетрационното изследване – 10 m, с цел получаване на информация за литоложкия състав на двата насипа.

На дълбочина до около 1,5 m са установени пясъчливи глини. От 1,5 m до около 3,00 m и от 8,5 m до 10 m дълбочина има наличие на материал с пясъчлив състав. Между 3 m и 8 m дълбочина насипът е изграден от глинест материал (фиг. 5).

Резултатите от проведените пенетрационни изследвания потвърждават резултатите от проведените класически изследвания, като ги детайлизират [“Водоканалпроект – Чисти води“ ООД, 2013; Геоложка карта на България].

При пенетрационните изследвания в насип 2 се установява вътрешна литоложка граница на дълбочина около 1,5 m. Отчетената граница между насип 1 и насип 2 е разположена на дълбочина около 3,2 m, което съвпада с резултатите от класическите методи и георадарните измервания, като ги доуточнява. В насип 1 също е установена вътрешна литоложка граница, разположена на около 8,5 m дълбочина, което може да позволи инфилтрация на язовирна вода под тази граница.



Фиг. 5. Пенетрационно изследване

Изводи

1. Радарграмите предоставят достатъчно качествена първоначална информация относно наличието в дълбочина на материали с различни физични свойства;
2. Резултатите от направените точкови пенетрационни изследвания потвърждават резултатите от георадарните изследвания;
3. Георадарните и пенетрационните изследвания корелират отлично с литературните данни за литоложкия състав на материалите, изграждащи стената;
4. Паралелното използване на пенетрационни и георадарни изследвания съвпадат достатъчно добре с класическите методи на изследване и могат да бъдат използвани за първоначален мониторинг на земно-насипни съоръжения;
5. Използването на георадарното изследване дава достатъчно надеждна първоначална информация за установяване на фактическото състояние на земно-насипните съоръжения:

- чрез георадарните изследвания може да се направи много бърза оценка за наличие или отсъствие на проблеми в стената на съответния микроязовир, като резултатите могат да бъдат разчетени още на терен (данните от радарното изследване се визуализират на момента);
- при отсъствие на проблем може да се препоръча само ежегоден мониторинг на стената, както е случая с микроязовирната стена на Смилец-2.
- при наличие на проблем е необходимо първо да се оцени степента му и да се препоръчат съответни мерки за решаването му. При слаби изменения в стената, както е случая със стената на Маломирския язовир е необходимо да се препоръча мониторинг на стената през по-малки периоди. При силни изменения в стената е необходимо да се препоръчат конкретни мерки, за укрепване на стената, както е случаят със стената на микроязовир Блатница.

Благодарности

Настоящата работа е осъществена с финансовата помощ на ФНИ към МОМН (договор ДФНИ-М01/9/22.11.2012 г.) по първи етап на проекта.

Литература:

1. Ground Penetrating Radar: Theory and Applications. 2009. Editor: Harry M. Jol.
2. Petrov, G., V. Karlova – Sergieva, R. Berberova. Software tools for georadar data processing and visualization. Proceedings Of Technical University Of Sofia, Vol. 63, Issue 4, 2013, 51-60.
3. Берберова, Р., Б. Костова. Състояние на микроязовирна стена на язовир Смилец, община Стрелча, Сборник с доклади от 14-та Международна конференция ВСУ'2014, Том IV, 2014, 349-354.
4. Берберова, Р., Г. Петров, Л. Ласков. Мониторинг и превенция от екологични бедствия чрез изследване на земно-насипни съоръжения на речни крайбрежия и микроязовири чрез георадар, Сборник с доклади Научна конференция с международно участие "Космос, екология, нанотехнологии, сигурност" SENS'2012. БАН, 2013, 413-419.
5. Геоложка карта на България, М1:100 000, Картен лист № 61.
6. "Водоканалпроект – Чисти води" ООД, Инженерно-геолошко и хидрогеолошко проучване за укрепване на язовирна стена на язовир Смилец, община Стрелча, 2013.
7. Костова, Б., Р. Берберова. Състояние на микроязовирна стена на язовир Блатница, община Стрелча, Сборник с доклади от IX научна конференция с международно участие SES'2013, 2014, 429-433.
8. Петров, Г. Концептуален фреймуърк за визуализация и цифрова обработка на радарграми, Сборник с доклади от IX научна конференция с международно участие SES'2013, 2014, 377-380.
9. Петров, Г., Р. Берберова. Методи за цифрова сигнална обработка в компютърно подпомагания анализ на радарграми от земно-насипни съоръжения, Сборник с доклади от IX научна конференция с международно участие SES'2013, 2014, 369-376.
10. Петров, Г., Р. Берберова, В. Карлова – Сергиева. Приложение на георадарен метод при обследване на земно-насипни язовирни стени, Сборник доклади XXIII Национален научен симпозиум с международно участие „Метрология и метрологично осигуряване 2013“, ТУ-София, 2013, 75-80.
11. Тошев, Д., Т. Чолаков, О. Тодоров, Н. Лисев. Състояние на малките язовири в Р. България, Сп. Водно дело, 5-6/2012, 2-8.