

Доц. инж. геолог. Радослав Върбанов  
УАСГ, Катедра “Геотехника”

## ИЗПОЛЗВАНЕТО НА СЪВРЕМЕННИ ГЕОФИЗИЧНИ МЕТОДИ ЗА ДИАГНОСТИКА НА ЗЕМНО-НАСИПНИ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ

### USING MODERN GEOPHYSICAL METHODS FOR DIAGNOSIS OF EARTH-FILL DAM WALLS

Assoc. Prof. Dr. Eng. R. Varbanov  
Department of Geotechnics, University of Architecture, Civil Engineering and  
Geodesy

*Summary: In Bulgaria there are numerous micro dams of local importance. Their walls are mainly of the earth-fill type. Many of these facilities are in aggravated state due to the lack of appropriate maintenance in the course of many years. Those poorly maintained dam walls are a prerequisite for emerging disasters during water abundant seasons. It is necessary to use express methods in order to diagnose the dam status. This article considers such a geophysical method providing the possibility of making express assessment of the dam wall status and the presence of weak water saturated zones in these structures.*

#### Увод

Микроязовирът е водоем, образуван чрез преграждане на естествени форми на релефа - долове, оврази, малки реки и потоци, водите на които се използват преди всичко за напояване и водоснабдяване. Чрез тях се регулира местния повърхностен отток. Стените на микроязовирите са предимно земно-насипни. Изградени са от глинести почви с нисък коефициент на филтрация. До 1963 година в България са построени около 2000 микроязовира, а напояваната от тях площ достига един милион декара. След посочената дата, строителството на нови микроязовири продължава. Голяма част от строителството на малките язовирни стени е било извършено с достъпната техника, намираща се в тогавашните ТКЗС, ДЗС, а в последствие и АПК. Това е дало своето отражение върху качеството на извършеното строителство.

Дългият период на експлоатация на съоръженията, както и в много случаи неправилната им експлоатация също са дали своето отражение върху тяхната сигурност. Това крие висок риск от аварии на стените, което заплашва с катастрофа от наводнения населени места и инфраструктурни обекти,

разположени под язовирните стени. Такъв пример можа да се даде със скъсването на стената на микроязовир, разположен над гр. Цар Калоян, през 2007 г. След обилни валежи са скъсани стените на микроязовир и рибарник над града. Съборени са десетки къщи, отнесени са много автомобили в дъретата в околностите на града, има и човешки жертви.

Това показва, че е необходимо използването на съвременни методи за предварителна диагностика на язовирните стени. Данните от такава диагностика може да служат за набелязване на превантивни мерки за заздравяване и ремонт на язовирните стени и техните съоръжения.

В настоящата статия се дава пример за използването на съвременен геофизичен метод за диагностика на земно насипни язовирни стени чрез използването на така нареченият метод “електротомография”.

#### Същност на метода

Методът на “електротомография” се основава на измерване на привидното електрическо съпротивление на пластове в земната основа. Използват се различни специализирани апа-

ратури. Начинът на измерване позволява да се осъществи напълно автоматизиран контрол на качеството измерванията, автоматична промяна на обхвата, цифрово натрупване и усредняване на измерените стойности с индикация на грешките върху дисплея на записващият компютър и минимизирането им до предварително зададени стойности.

При използване на апаратурата за електрическо профилиране, системата работи с последователно натрупване на измерванията, получавани от “интелигентни” електроди, разположени на определено разстояние един от друг. Основно изискване е, данните да са получени от измерителна схема, при която електродите да са наредени в една линия при еднакво разстояние между тях. За по-добра диагностика на изследваната язовирна стена или друго съоръжение, е препоръчително използването поне на две схеми на измерване. Данните получени по два метода дават възможност за сравняване на крайните резултати.

Методиката на обработка на измерените резултати е напълно автоматизирана. Получените при измерването данни се обработват с компютърна програма, чрез която, автоматично се определя 2D модела на електрическото съпротивление за геоложкия разрез. Програмата позволява отстраняване на данни с очевидни грешни стойности, както и въвеждане на топографски и други корекции по време на изчисленията.

В резултат на тези измервания се получават профили на измерения геоелектричен разрез по специфично електрическо съпротивление. Последният се оформя самостоятелно, с реална топография и изолинии на електрическото съпротивление на пластове.

#### **Приложни резултати от използване на метода**

Като пример за използване на метода са посочени данни от измервания, проведени в зоната на микроязовир, разположен в южна България.

Стената е земно насипен тип с висо-

чина 22 m. Водния откос е защитен със скална облицовка от мраморни късове, изградена върху баластен филтър. След бързо източване на водата от язовира се установяват деформации по водния откос на стената. Свлича се облицовката, подложния филтър и част от насипа на язовирната стена. Веждата на свлачището е разположена в долната половина на водния откос. С течение на времето, свлачищните процеси се разрастват, като главния свлачищен откос достига почти до короната на язовирната стена. За експертна оценка на състоянието на стената на микроязовира и дълбочината на свлачищните процеси бе извършено геофизично изследване по посочения по-горе метод. Един геофизичен профил бе разположен по короната на язовирната стена в зоната, засегната от свлачищни процеси (Фиг. 1.), а 4 профила в зоната на свлечения откос.

По привидно електрическо съпротивление са поделени следните литоложки разновидности (Фиг. 2.) - геофизичен профил по оста на стената):

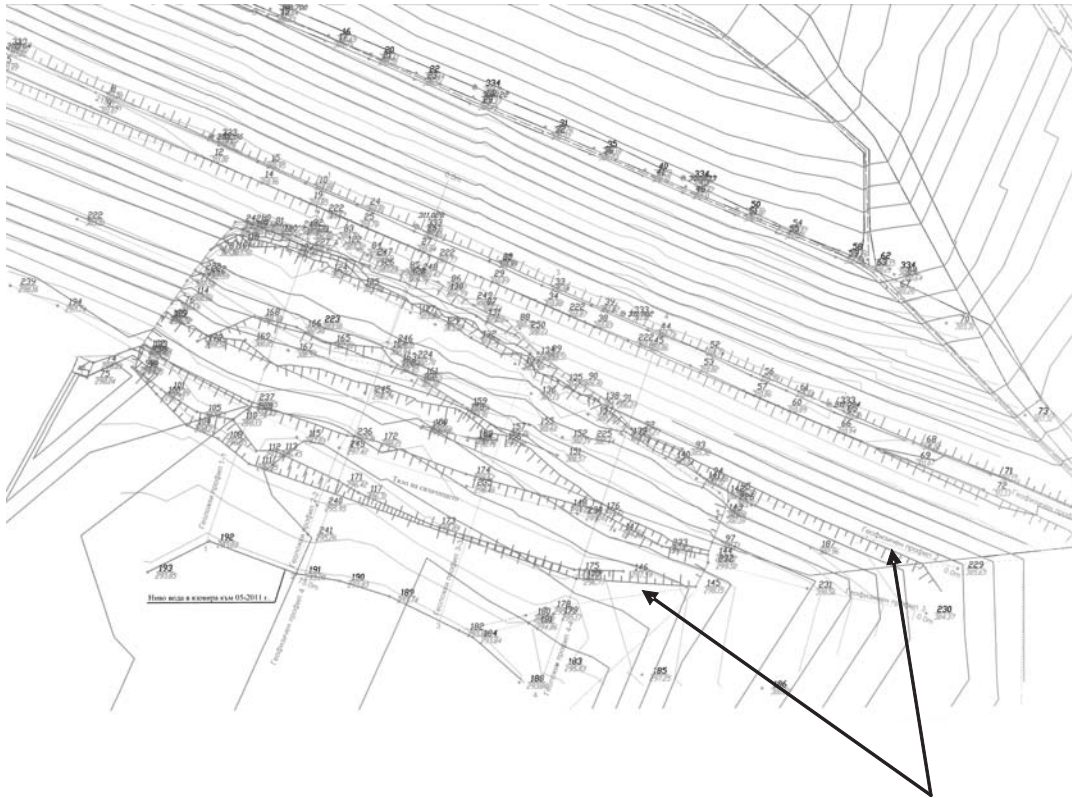
пласт 1 – Нормално уплътнени земни маси с привидно електрическо съпротивление над 10 om.m;

пласт 2 – Нормално уплътнени и преувлажнени земни маси с привидно електрическо съпротивление между 6-7 до 10 om.m;

пласт 3 – Водонаситени земни маси с привидно електрическо съпротивление под 6-7 om.m;

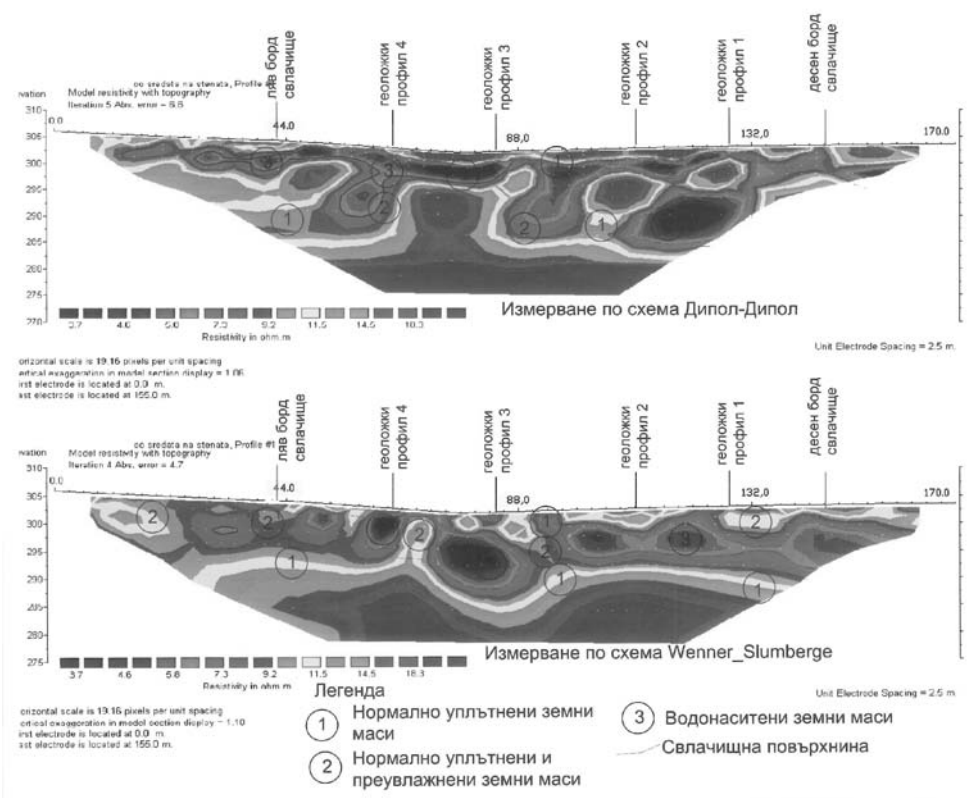
пласт 4 - Свлечени земни маси. Пластът е изграден от различно водонаситени земни маси. Дебелината му достига от около 3.0 до 7.0 m. В него се установяват зони, както с високо привидно електрическо съпротивление (отделни късове от първоначалния насип за язовирната сетна с ненарушена структура), така и зони с ниско привидно електрически съпротивление (напълно водонаситени зони).

Пластове 2 и 3 се установяват като незакономерни петна, както под короната на язовирната стена, така и в зоната на свлечения воден откос, независимо от метода на измерване (виж Фиг. 2. и 3). В зоната на

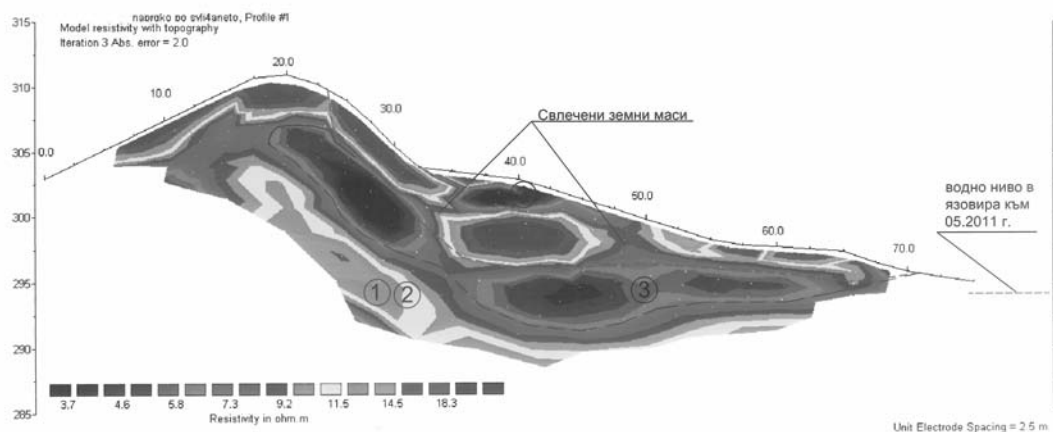


границы на свлачището

Фиг.1. Схема на геофизичните профили



Фиг. 2 - геофизичен профил по оста на стената



**Фиг. 3 - геофизичен профил през свлечения воден откос на язовирната стена**  
(условните означения са както на Фиг. 2.)

свлечения откос на язовирната стена, този пласт се установява по цялата дължина на геофизичен профил (Фиг. 3.). Може да се смята, че по него е станало свличането на откоса.

#### **Заклучение**

Проведените изследвания показват следното:

- Насипът на язовирната стена е неравномерно уплътнен и поради тази причина, в отделни зони е настъпило допълнителното му водонасищане по време на експлоатацията на съоръжението;
- според получените стойности за привидното електрическо съпротивление съществуват значителни разлики в плътността и водното съдържание на насипа дори за един определен геоложки пласт;
- водонаситени зони са установени и под короната на язовирната стена;

- площта на свлачището към датата на проучване е  $4680 \text{ m}^2$ , а дълбочината на свличане е между 2.8 и 6.8 m. Във водния откос, съществува водонаситена зона с дебелина средно 2.5 m;

- обемът на свлечените земни маси е  $8424.0 \text{ m}^3$ , а обемът на водонаситените земни маси под свлачищното тяло –  $3900.0 \text{ m}^3$ . Общия обем земни маси, необходим за възстановяване на стената, при границите на свличане е към  $12\,324 \text{ m}^3$ .

Този подход за оценка на състоянието на стените на микроязовирите дава възможност едновременно да се решат две задачи:

- Изготвяне на точна програма за допълнителни инженерно-геоложки изследвания и оценка на необходимите средства за това;
- възможност за оценка на необходимите средства за възстановяване на язовирната стена.