



## **ВЪЗМОЖНОСТИ НА ИНТЕГРАЛНИЯ ПОДХОД ПРИ МОНИТОРИНГА НА СВЛАЧИЩАТА**

**Ивелин Гаврилов**

[ivelin\\_gavrilov@abv.bg](mailto:ivelin_gavrilov@abv.bg)

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“  
ул. „Гео Милев“ 158, София 1574  
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** свлачища, мониторинг, подземни води, хидроложки данни

**Резюме:** Във времето на информационното общество възможностите на мониторинга във всички сфери на техниката растат прогресивно и превръщат неговата роля във водеща за дейностите по експлоатацията и поддържането на съоръжения, пътища, комуникации, околна среда и мн. др. Инсталациите за мониторинг на свлачищата генерират статистически редици от данни, които в синхрон с данните от измерване на други показатели, обогатяват представите за протичащите геоложки процеси, разкриват по-пълно тяхната същност и дават възможност да ги оценяваме и прогнозираме не само качествено, но и количествено в пространството и времето.

В доклада са показани практическите възможности за такъв интегрален мониторинг чрез системи от пиезометри, инклинометри, геодезични реперни от една страна и от хидроложки данни за валежите от хидро-метеорологическа станция, бюлетините за нивата на река Дунав и данните за аварията на напорен водопровод над свлачище, разгледани в едногодишен период от време. Развитието на различните параметри във времето и тяхното взаимно съпоставяне дава категорични изводи за причинно – следствените връзки на свличането и ролята на всеки един от факторите за него. Направени са редица ценни изводи за методиката на мониторинга и за методите за анализ.

### **УВОД**

В района на с. Орсоя са регистрирани четири съвременни, периодично-активни свлачища, които са част от древния свлачищен масив, обхващащ десния долинен склон на р. Дунав, в участък около 22 км, от с. Добри дол до гр. Лом. При периодичните си активизации, съвременните свлачища нанасят значителни щети на сградния фонд и техническата инфраструктура в урбанизираната територия на селото и на пътя Видин - Лом - Козлодуй, преминаващ през долната част на свлачищата.

Настоящото изследване има за цел да определи тежестта на всеки един от факторите, оказващи влияние върху режима на подземните води в склона, изменението на който води до активизиране или промяна в интензивността на свлачищните процеси. Като основни фактори, които могат да повлияят върху режима на подземните води се

определят: промяната във водните стоежи на р. Дунав, подхранването на водоносния хоризонт от инфилтрацията на повърхностни води в склона след валежи и изкуствено подхранване на подземните води от аварии на гравитачния водопровод за водоснабдяване на гр. Лом, преминаващ през платото над склона, на разстояние от 230 до 400 m от свлачищата.

За изследването е избран период от януари 2023 г до декември 2023 г., в който са провеждани режимни измервания на нивата на подземните води и са наблюдавани потенциалните фактори на влияние върху тях, като е следена активността на свлачищните процеси. Критериите за избор на периода са: да е достатъчно дълъг, така че да обхване всички сезонни изменения в режима на подземните води и във водните стоежи на р. Дунав и да има представителни данни от провежданите наблюдения без прекъсване във времето.

В сравнителните анализи са използвани данни за нивата на р. Дунав, предоставени от Изпълнителна агенция „Проучване и поддържане на река Дунав“ (ИАППД), регистърът на ВиК дружеството за аварии на довеждащия водопровод за гр. Лом през 2023 г., както и данните от режимните измервания на геодезическите, хидрогеоложките и инклинометрични мрежи за наблюдение на свлачищата в с. Орсоя, провеждан от „Геозащита Плевен“ ЕООД.

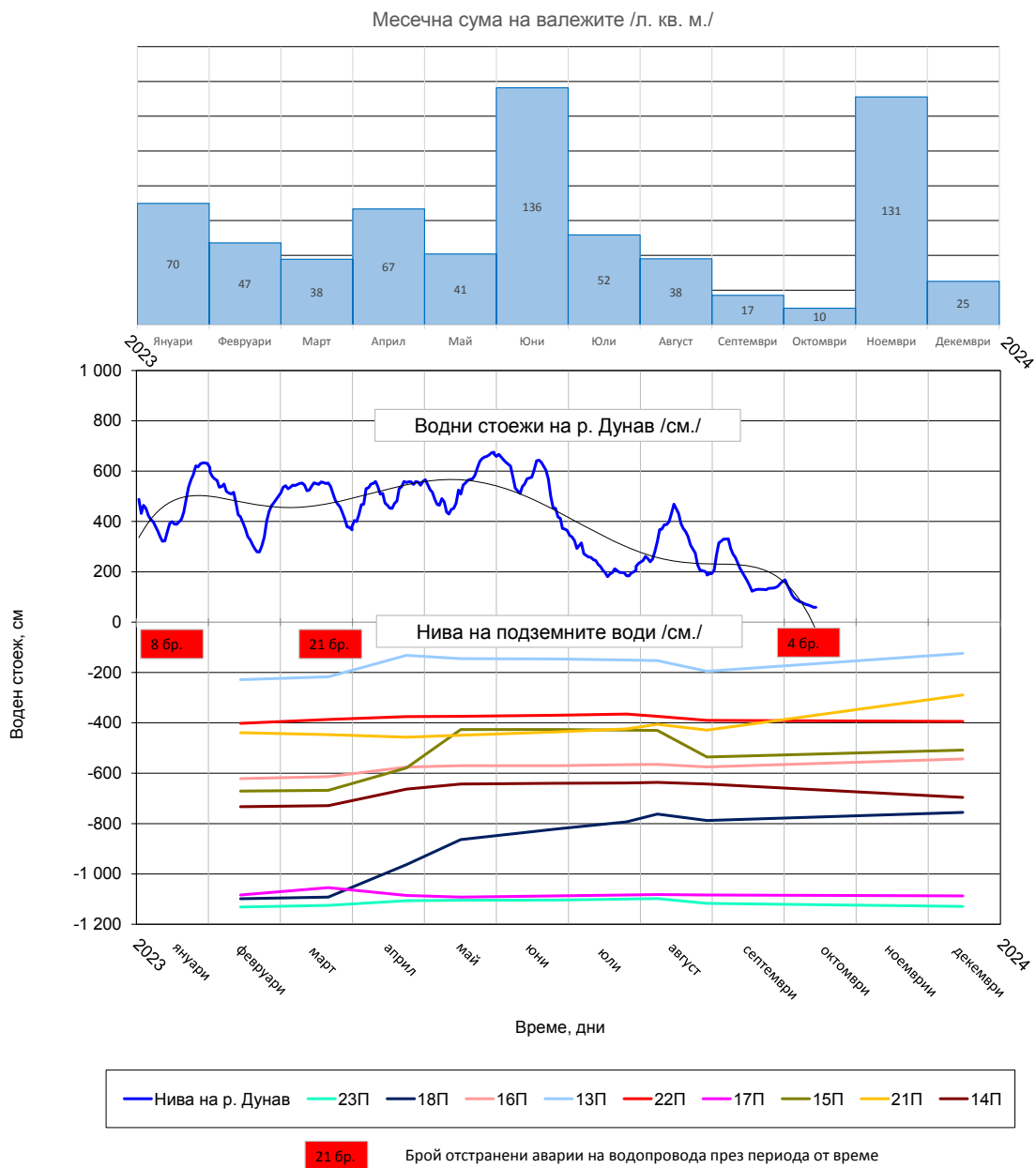
## **I. МОНИТОРИНГ НА СВЛАЧИЩАТА И НА ФАКТОРИТЕ ОКАЗВАЩИ ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ ПРОЦЕСИТЕ**

В района на с. Орсоя, на десния долинен склон на р. Дунав е изградена хидрогеоложка наблюдателна мрежа, която включва 28 бр. пиезометъра. Следенето на режима на подземните води в границите на проявените свлачища става чрез ежемесечни стационарни измервания на водните нива в пиезометрите. Въз основа на данните от измерванията са съставени ходови криви на водните нива за 2023 г., като за централната част на селото те са представени на диаграмата от Фиг. 1. За нуждите на сравнителния анализ, за същия период от време на диаграмите са показани графики с водните стоежи на р. Дунав и месечните суми на валежите при Хидрометеорологична станция гр. Лом. Също така са нанесени, броят на отстранените аварии по довеждащия водопровод за гр. Лом и разпределението им във времето, за участъка над свлачищата (м. Фунията). Водопроводът е в много лошо техническо състояние. Той е построен в края на шестдесетте години на миналия век, с етернитови тръби Ф 546 на връзки с фланшови съединения. Аварии трудно се откриват поради вертикалната филтрация в льосовата земната основа и вероятно техният брой е много по – голям от показания.

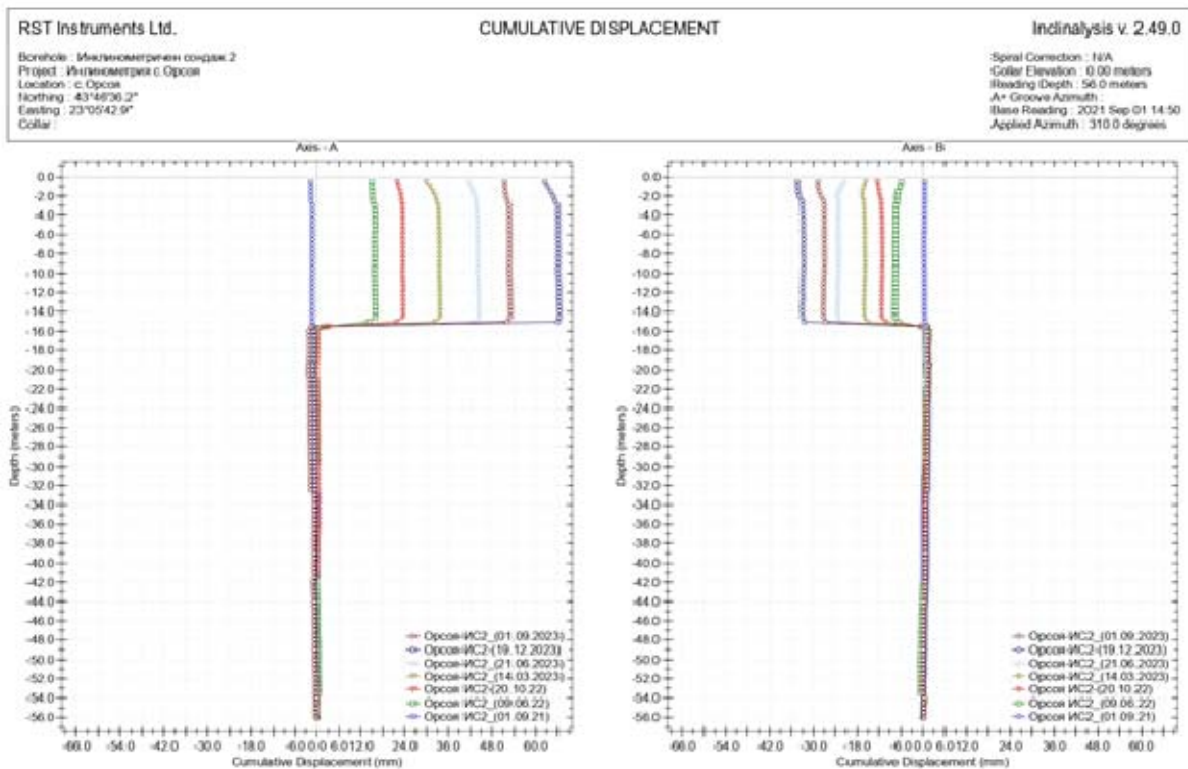
За определяне динамиката на регистрираните свлачища в района на с. Орсоя има изградена мрежа от повърхностни репери за проследяване на повърхностните движения, на която периодично се провеждат измервания чрез геодезически способности. Мрежата се състои от 57 бр. повърхностни репера, изграждащи 6 профила, ориентирани по посока на движение на свлачищата. От измерванията на реперите е установено, че през 2023 г. скоростта на повърхностните движения е най-голяма в зоните на образуваните свлачищни „клинове“ в активните призми на свлачища над централната и западната част на селото, където достига 7.7 cm/год.

За установяване дълбочината на хлъзгателните повърхнини и скоростта на движенията в зоната на хлъзгане се провеждат измервания на инклинометри, изградени в урбанизираната територия на селото. От графиката, показана по-долу на Фиг. 2, се констатира движения по хлъзгателните повърхнини със сравнително постоянна скорост през цялата 2023 г., като кумулативните премествания са до 7 cm при свлачището в средната част на селото.

Хидрометрична станция гр. Лом - Ниво на р. Дунав за периода януари-октомври 2023 г.  
Стационарни хидрогеоложки измервания в централната част на с. Орсоя



**Фиг. 1. Диаграми на валежите, нивото на р. Дунав и ходови криви на подземното водно ниво за 2023 г. в централната част на селото**



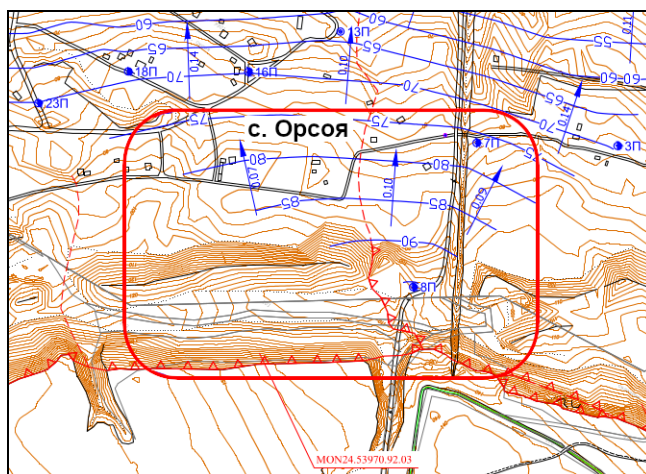
Фиг. 2. Движение на свлачището през 2023г. в средната част на селото

## II. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

От съставените диаграми с ходови криви на нивата на подземните води и графиките, характеризиращи потенциалните фактори на влияние върху техния режим, за сравнителния анализ са избрани условията на 24.04.2023 г. и на 20.09.2023 г. В тези два двата момента тенденцията е към покачване на нивата на подземните води в голяма част от пиезометрите. На 24.04.2023 г. има високи водни стоежи на р. Дунав и период на сравнително постоянни средни месечни суми на валежите, а към 20.09.2023 г. - ниски водни стоежи и критично ниски месечни валежи.

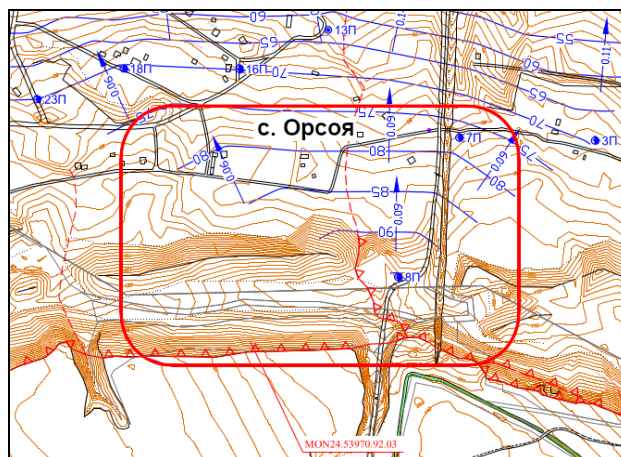
Продължаващото покачване на нивата на подземните води през септември, период който е свързан с трайно засушаване и ниски водни стоежи на реката, е показател за изкуствено подхранване на водоносния хоризонт в склона от аварийни течове на водопровода.

За представяне на хидрогеоложките условия в двата момента от време са съставени карти с хидроизохипсите на водоносния хоризонт. На картата към 24.04.2023 г. се наблюдава аномалия в плоско – паралелната структура на филтрационния поток, в горната част на склона, при активните призми на двете свлачища. На Фиг. 3 е показан фрагмент от съставената карта, където се вижда радиалната структура на потока в горната част на склона.



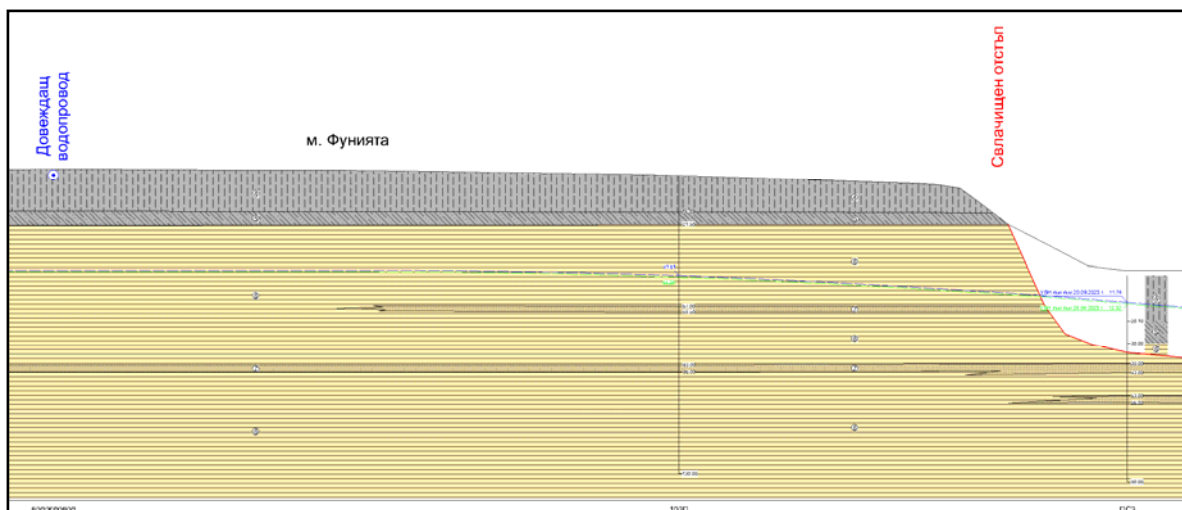
**Фиг. 3. Карта на хидроизохипсите към 24.04.2023 г. с радиалната структура на потока в горната част на склона.**

Нарушаването на плоско – паралелната структура на потока в тази част на склона е резултат на изкуствено подхранване на водоносния хоризонт от аварии на довеждащия водопровод в м. Фунията. За сравнение е съставена карта с хидроизохипси с данните към 20.09.2023 г. при ниски водни стоежи на р. Дунав и ниски месечни валежи за периода. От сравнението се установява, че нарушението в плоско – паралелната структура на потока се запазва. В този участък от склона и в двата случая напорните градиенти на филтрационния поток са идентични (Фиг. 4), което показва едно постоянно, изкуствено подхранване на водоносния хоризонт. То се потвърждава и от покачването на нивата на подземните води към 20.09.2023 г. в голяма част от средната и долна част на склона, но при ниски водни стоежи на р. Дунав и ниски месечни валежи.



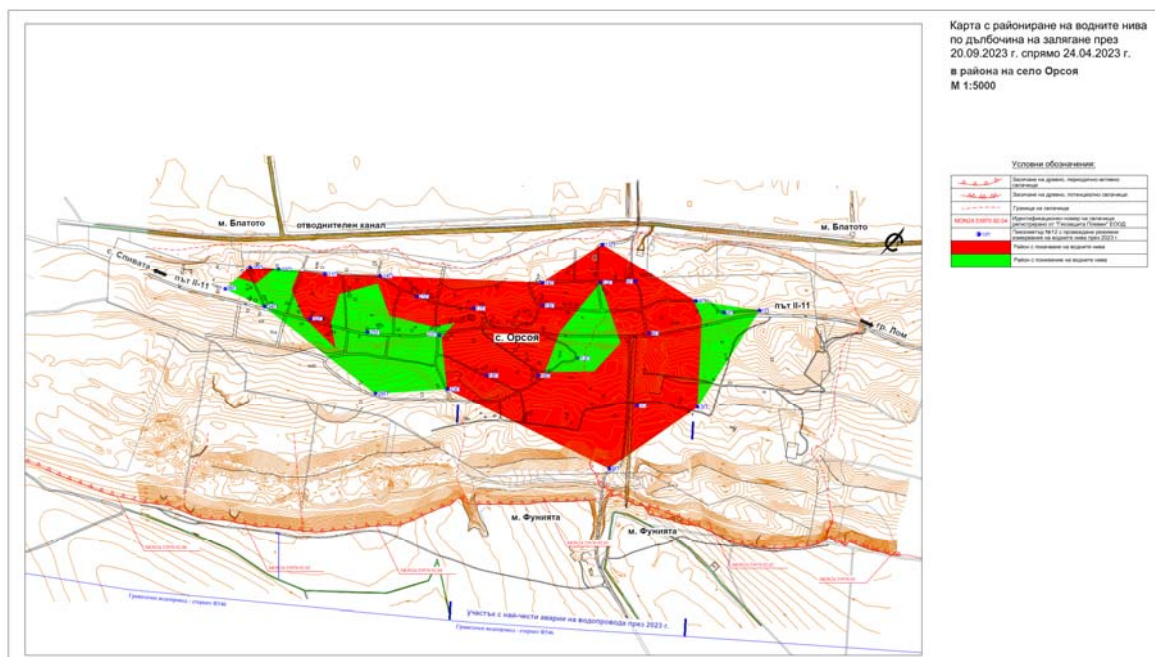
**Фиг. 4. Карта на хидроизохипси с данните към 20.09.2023 г. при ниски водни стоежи на р. Дунав и ниски месечни валежи за периода**

На Фиг. 5 е представен участък от надлъжния профил на склона с местоположението на водопровода и изменението на депресионните криви на подземните води към 24.04.2023 г. (със зелен цвят) и към 20.09.2023 г. (със син цвят). От фигурата се вижда пряката хидравлична връзка на инфилтрацията на води при аварийни течове на водопровода в платовидната заравненост с подземните води в тялото на свлачището, които се покачват през м. септември.



**Фиг. 5. Надлъжния профил на склона с мястото на водопровода и депресионните криви на подземните води към 24.04.2023 г. (със зелен цвят) и към 20.09.2023 г. (със син цвят).**

Съставена е карта (Фиг.6) с райониране на водните нива по дълбочина на залагане от 20.09.2023 г. спрямо тези от 24.04.2023г. Тази карта по-добре онагледява повишаването на нивата на подземните води през сухия период и ниските водни стоежи на реката.



**Фиг. 6. Карта с райониране на динамиката на водното ниво на 20.09.2023 спрямо 24.04.2023г. С червен цвят – покачване, със зелен цвят – понижение.**

От графиките на Фиг. 1 е видно, че при прехода към речната тераса, противно на очакванията, нивото на подземната вода продължава на нараства и през октомври, когато са най-ниските нива на р. Дунав и критично ниските месечни валежи за периода.



### **III. ИЗВОДИ ОТ ИЗВЪРШЕНИЯ СРАВНТЕЛЕН АНАЛИЗ**

От извършения анализ се вижда, че нивата на подземните води в основата на десния долинен склон на р. Дунав при с. Орсоя не се влияят от сезонните промени във водните стоежи на реката. Причина за това е наличието на обширна алувиална тераса, която възпрепятства създаването на нестабилизиран подпор от реката. Поради факта, че водните стоежи не могат да създадат нестабилизиран подпор на подземните води в основата на склона, те нямат пряка връзка с активността на разглежданите свлачища;

Основният фактор, който оказва влияние върху режима на подземните води, респективно върху активността на регистрираните свлачища, това са непрекъснатите аварийни течове от довеждащия водопровод за гр. Лом, като по данни от използваната справка на ВиК, по – голямата част от аварията на водопровода през 2023 г са в участъка на м. Фунията, точно над наблюдаваните свлачища.

От сравняването на графиките за месечните суми на валежите и режима на подземните води със справката от ВиК - дружеството за отстранени аварии на водопровода през 2023 г., се вижда, че в периоди с ниски суми на месечните валежи и без установени аварии, нивата на подземните води се запазват високи, а дори в отделни участъци на склона са с тенденция за покачване. Това показва, че аварийните течове не се откриват и отстраняват навреме. По данни на ВиК годишно загубите на вода от този водопровод са близо 80 % и този факт потвърждава направените тук изводи. Аварийните течове за продължителни периоди подхранват водоносния хоризонт и активизират свлачищата.

Има и допълнителни потвърждения за направените изводи, каквито са следните:

- ◆ Детрузивният механизъм на развитие на свлачищните процеси, белег за което са образуваните характерни свлачищни елементи (клинове, обратни отстъпи, гърбици на терена и др.);
- ◆ По – високата интензивност на свлачищните процеси при активните призми на свлачищата;
- ◆ Установените чрез инклинометри (Фиг. 2) непрекъснати, монотонни движения по хлъзгателните повърхнини, които не се влияят нито от хидроложките условия в р. Дунав, нито от месечните суми на валежите.

### **IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Синхронното съпоставяне на редиците от данни, получени от режимните измервания на мрежите за наблюдение на свлачищата, с отчетите за падналите валежи, нивата на реката и датите на аварията по водопровода, дава възможност пряко да се установи причината за активността на свлачищните процеси, особено в необичайните за това периоди от годината.

Провеждането на непрекъснати измервания на изградените пиезометрични, геодезически и инклинометрични мрежи на свлачищата е начин за бързо и навременно установяване на промените в хидрогеоложките условия и геодинамичното състояние на склоновете и възможност за изясняване на причинно-следствените връзки между природните и техногенните фактори за активизиране на свлачищата като превантивна мярка за ограничаване на последствията от тях.

С оглед на направените изводи, възпирането на свлачищните процеси в района на с. Орсоя е възможно чрез пълна подмяна на довеждащия водопровод за гр. Лом в най-кратки срокове. Проектът трябва предварително да е съобразен с инженерно-геоложките и хидрогеоложки условия на района.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] НИСИ - София, Ръководство за изследване на свлачищата, наклонени терени и проектиране на противосвлачищна защита, София, 1989 г.

## OPPORTUNITIES OF THE INTEGRAL APPROACH IN LANDSLIDE MONITORING

Ivelin Gavrilov  
[ivelin\\_gavrilov@abv.bg](mailto:ivelin_gavrilov@abv.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport  
Sofia, 158 Geo Milev Str.  
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

**Key words:** *landslides, monitoring, groundwater, hydrological data*

**Abstract:** *In the age of the information society, the possibilities of monitoring in all spheres of technology are growing progressively and turning its role into a leading one for the activities of operation and maintenance of facilities, roads, communications, environment and much more. etc. Installations for monitoring landslides generate statistical series of data, which, in sync with the data from the measurement of other indicators, enrich the ideas about the ongoing geological processes, more fully reveal their essence and make it possible to evaluate and forecast them not only qualitatively, but also quantitatively in space and time.*

*The report shows the practical possibilities for such integral monitoring through systems of piezometers, inclinometers, geodetic benchmarks and from hydrological data on precipitation from a hydro-meteorological station, the bulletins on the levels of the Danube River and the data on the accidents of pressure water pipes above a landslide, reviewed over a one-year time period. The development of the various parameters over time and their mutual comparison gives definite conclusions about the cause-and-effect relationships of the landslide and the role of each of the factors for it. A number of valuable conclusions have been drawn about the monitoring methodology and analysis methods.*