

## Инженерногеоложки и хидрогеоложки проблеми за българското крайбрежие, свързани с хидротехническото строителство по долното течение на река Дунав

*Боян Каменов, Кръстьо Стоилов, Гинка Симеонова, Илия Йотов, Сава Маматарков, Петко Гечев*

Каменов, Б., Кр. Стоилов, Г. Симеонова, Ил. Йотов, С. Маматарков, П. Гечев. 1975. Инженерногеоложические и гидрогеоложические проблемы болгарского побережья, связанные с гидротехническим строительством по нижнему течению р. Дунай. — *Инж. геол. и гидрогеол.*, 1, 5—17.

Проблемы низких береговых участков болгарского побережья сводятся к выяснению влияния изменения режима подземных вод на придунайские низменности и на территории их поселков. После строительства защитных сооружений подходящим методом для предотвращения низменностей от подземного обводнения предлагается сооружение системы вертикальных дренажей. Для высоких береговых участков самое существенное значение имеет оценка устойчивости и степени их переработки под воздействием вод будущих водохранилищ. В зависимости от этого и на базе геологического строения высокие берега подразделяются на три типа: 1) сложенные только лессовыми породами, при которых, вследствие неравномерного увлажнения, ожидаются новые и активизирование уже затухших склоновых деформаций; 2) сложенные глинистыми породами у основания и покрытые мощными лессовыми отложениями, при которых развитие оползневых процессов интенсифицируется; 3) сложенные у основания известняками, покрытыми глинами и лесом — без существенных изменений в переработке и их устойчивости. Решение этих проблем требует приложения комплекса современных исследовательских методов.

Адрес: Болгарская академия наук. Геологический институт, София 1113.

Каменов, Б., Кр. Стоилов, Г. Симеонова, И. Йотов, С. Маматарков, П. Гечев. 1975. Engineering Geological and Hydrogeological Problems of the Bulgarian Riverside, Related to the Hydrotechnical Construction along the Lower Course of the Danube River. — *Engineering Geology and Hydrogeology*, 1, 5—17.

The problems about the low banks of the Danube River in Bulgarian lands are reduced to the clarification of what influence the change of ground water regime in the Danubian lowlands and on the territories of the inhabited localities would play. After the construction of protective embankments the building of a system of vertical drainages is suggested as a suitable method for preventing the lowlands from underground watering. As for the high banks, the evaluation of their stability and change of shore-line under the influence of the waters of the dams that are to be built is most significant. In connection with that and according to their geological structure three types of high banks are to be

distinguished: 1) banks built up by loess sediments only for which as a result of irregular moistening, the origination of new and the activation of old deformations is to be expected; 2) banks built up by clayey sediments in the basis, covered by thick loess, for which the development of landsliding processes will be intensified; 3) banks built up by limestones in the basis, overlaid by clays and loesses — without any considerable changes in their stability and shore line. The solving of the problems requires the application of a complex of modern research methods.

Address: Bulgarian Academy of Sciences Geological Institute, Sofia 1144

Стремежът на човека още от древни времена и до днес е да извлича максимална полза от големите и пълноводни реки, протичащи през обитаваните от него територии. С напредъка в икономическото развитие и техническия прогрес значително се разширяват възможностите за по-рационално използване на големите водни артерии. За постигане на тези цели все по-често се прибегва до изграждането на крупни и със сложна конструкция хидротехнически съоръжения.

Проектираното и изградено хидротехническо строителство по долното течение на р. Дунав постави за изясняване редица сложни и важни за народното ни стопанство научни и практически проблеми. Река Дунав е единствената голяма пълноводна река с много голямо стопанско значение за нашата страна и затова напълно оправдано беше да се възложи на Българската академия на науките, респективно на някои нейни научноизследователски звена, разработката на включения в държавния план проблем № 144 — „Комплексно изследване на река Дунав“.

Хидротехнически комплекси от класа на „Никопол — Турну Мъгуреле“ и „Черна вода“ на големи протежения по речните долини променят природната обстановка, в резултат на което настъпват съществени изменения в състоянието и устойчивостта на скалните масиви, изграждащи долинните склонове и прилежащите низини. Пряко те са свързани с многогостравните промени в зоната на дълготрайните и периодичните овлажнявания на скалите, изразяващи се в промени на хидродинамичния и хидростатичния натиск, в промени на положението на зоната на капилярното покачване, в изменения на някои съществени за устойчивостта физични и механични характеристики на скалите, в изменения на хидрогеоложките условия и режима на подземните води. Едновременно с това по бреговете склонове се проявяват осезателни изменения в интензитета на редица геоложки и инженерногеоложки процеси и явления, свързани с настъпилата преработка на бреговия склон.

Всички тези нарушения и преработки в много случаи се отразяват катастрофално върху условията за нормална експлоатация на по-рано изградените инженерни съоръжения и селища по крайбрежието. Само чрез задълбочени комплексни проучвания и разкриване на съответни закономерности в измененията на природните условия по долинните склонове и крайбрежни низини могат да се преценят и аргументирано прогнозираят мястото и времепроявленията, типът, размерите и динамиката на геоложките и инженерногеоложките процеси. Съществен дял при такива комплексни проучвания се пада на инженерногеоложките изследвания, които следва да се доведат до количествени оценки и прогнози.

Оценката на съвременното състояние и прогнозата за бъдещите изменения на българското крайбрежие следва да се обвържат с геоложкия строеж и историко-геоложкото развитие и формиране на речната долина

през кватернера. На тази основа трябва да се изяснят геоморфоложките особености в строежа на долиния склон и степента на възможната му преработка в резултат на покачването на водното ниво и на измененията в природните условия след изграждането на големите хидротехнически комплекси.

Палеогеографската реконструкция за развитието на долината на р. Дунав, извършена от редица автори (Вапц, 1964; Fink, 1966; Ончевски, 1960; Михайлов, 1966, 1968), е все още несвършена и не дава възможност за обосновани и убедителни изводи относно измененията, на които е бил подложен десният бряг през плейстоцена и холоцена. Изясняването на този въпрос е от съществено значение при комплексното изучаване на долното течение на р. Дунав. В това отношение е наложително да се направи съответно обвързване на палеогеографското развитие на р. Дунав с установените колебания на положението на крайбрежната зона на Черно море и преди всичко с измененията на неговото ниво.

В недостатъчна степен също така е изяснена и тектониката на областта, в сред която е формирана речната долина. По-убедително са доказани редица напречни на долината разсядания, които са отразени на геоложката карта (приложение I).

Вл. Попов (1968) намира отражение на установените в Мизийската платформа тектонски структури (Видинско-Пленнишки вал, Ломска падина, Оряхово-Крайовско издигане, Витска депресия, Севернобългарско сводово издигане) върху измененията в дебелината на дунавските алувиални наслаги от заливната тераса.

Съвременните вертикални движения в областта на Дунавското крайбрежие са позитивни с преобладаваща интензивност до 1 mm/год (Hristov et al., 1973). В района на Тутракан, Свищов, с. Гигенска махала и Видин те достигат до 2 mm/год, а в района на с. Остров до Лом — до 0 mm/год. Участъкът от Оряхово до Козлодуй е с негативно движение и интензивност до 1 mm/год.

Сеизмичността по скалата на MSK от Силистра до с. Белене е седма степен, между с. Белене и Никопол — шеста степен и на запад от Никопол до устието на р. Тимок — до шеста степен. Епицентрите на земетресенията източно от Никопол са значително по-нагъсто и от по-висок енергиен клас, отколкото западно от него. Това се обяснява с влиянието на по-високоактивни сеизмични огнища. Най-характерните от тях са в районите на Горна Оряховица с хипоцентър на дълбочина до 10—15 km, Вранча (СРР) с хипоцентър до 28—30 km и Шабла с хипоцентър на 5—10 km дълбочина. Вранчанското земетръсно огнище има определящо значение за сеизмичността на района на хидротехническият комплекс „Никопол — Турну Мъгуреле“.

Геоморфоложките и геоложките особености в строежа на българското крайбрежие на р. Дунав дават основание да се отделят два основни типа бряг: висок, незаливен при пълноводие, и нисък бряг — на крайдунавските низини.

Изграждането на хидротехническите комплекси и повдигането на водното ниво ще окажат различно по своя характер въздействие върху тези два основни типа бряг.

Ниските брегови участъци, независимо че ще бъдат защищавани от пряко заливане, ще бъдат подложени на подземно оводняване вследствие

на хидравличната връзка между развитите в тях водоносни хоризонти и новосъздадените водохранилища. Въпреки че подпорът в различните низини ще бъде различен, принципните хидрогеоложки проблеми остават едни и същи.

Предпазването на низините и селищата от подземно оводняване изисква изясняването на следните по-важни въпроси: профила и разпространението на водоносния хоризонт, условията на неговите граници; филтрационните свойства на водоносните материали; подбирането на подходяща дренажна система.

Както показват множеството проучвателни работи в крайдунавските низини (приложение I), водоносните материали могат да се схематизират в двуслоен (трислоен) водоносен хоризонт. Долният слой заляга върху практически непроницаема основа. Изграден е от чакълесто-песъчливи материали и е покрит от по-финозърнести отложения (пясъци, глинести пясъци, песъчливи глинни), в които е формирано нивото на подземните води. В източната част на страната долният водоупор е от варовиковите материали на апта, през които в някои участъци се осъществява подземно подхранване на низините от ската.

В план низините се ограждат от р. Дунав и от ската, като при математическото интерпретиране в много случаи се апроксимират от пластивидца. Река Дунав влияе върху прилежащия водоносен хоризонт като подхранваща или дренираща артерия в зависимост от изменението на водните стоежи. Математически това съответствува на гранично условие от I род или гранично условие от III род. Последното отразява несъвършенството и колматацията на речното русло. Влиянието на реката точно може да се отчете, като се вземе пред вид и ширината на нейното русло.

Притокът от страна на ската, ограждащ низината, може да се отчете, като се въведе гранично условие от II род по тази граница. На практика се определя от режимни наблюдения за водното ниво в съседство със ската.

Инфилтрационното подхранване (изпарение)  $w$  на (от) подземните води се установява по данни от режимни наблюдения върху подземните води въз основа на съответни аналитични решения (Моллов, 1971).

В районите, където подложката на низините е формирана от аптски варовици, водоносните хоризонти получават известно подхранване, което заедно с притока от ската може да се оцени по геоложки съображения, по балансови или други (Моллов, Йотов, 1966) методи.

Проучването трябва да обезпечи информация за определяне параметрите на водоносните хоризонти — коефициентите на филтрация  $k$  (проводимостта  $T$ ), водоотдаване  $\mu$  и нивопредаване (пиезопредаване)  $a$  на долния и горния водоносен слой. Необходимо е да се обърне сериозно внимание върху определяне на параметъра  $R$ , характеризиращ филтрационното съпротивление (колматацията и несъвършенството) на речното русло. Ако за защита на низините от подземно оводняване се възприеме изграждането на циментационна завеса, прикриваща мощността на водоносния хоризонт, след нейното изграждане следва да се определи филтрационното ѝ съпротивление. Този параметър е от съществено значение при изчисляването на дренажната система. За определянето на този па-

раметър могат да се използват данни от опитни водочерпения или режимни наблюдения (Шестаков, 1965; Шестаков, Башкатов, 1974).

Подборът на дренажната система включва изясняването на вида на отводнителните съоръжения и местоположението им, тяхната дълбочина, интензитета на водочерпене и неговия режим с оглед поддържането на оптимално ниво на подземните води в низините при минимален разход на средства и енергия. Един благоприятен вариант на дренажна система вероятно ще представлява ред от съвършени вертикални тръбни кладенци (с филтри в чакълесто-песъчливия слой), разположен успоредно на р. Дунав. Не би трябвало да се отминава и възможността за отводняване с помощта на кладенци с хоризонтални филтри (тип „Раней“), особено като се има пред вид, че в много случаи отводняването следва да се съчетава с водоснабдяване. При условие, че срещу подземното отводняване се използва циментационна завеса, дренажната система ще прихваща водите, филтрирали през завесата.

Изясняването на всички изброени въпроси е задължение на хидрогеоложките проучвания. След набиране на набелязаните данни и информация се изправяме пред решаването на задачата по предпазване на низините от подземно оводняване. Това означава в низините да се поддържа целогодишно постоянно или променливо предварително зададено оптимално водно ниво. Този чисто хидрогеоложки проблем е решим аналитично и моделно (електромоделно). Поради отговорността на съоръженията е препоръчително да се използват и двата метода, като се има пред вид, че моделният предлага по-добро съответствие с реалната природна обстановка. И в двата случая следва да се реши основното диференциално уравнение на едномерната филтрация при наличие на инфилтрационно подхранване (изпарение).

Уравнението се решава при споменатите гранични условия. Подходящ аналитичен метод за това е например сложната суперпозиция (Пехович, Жидких, 1968)\*. Необходимо е да се търси оптимално решение за нивото на подземните води сред много варианти, отчитащи различно разстояние между кладенците и различно отстояние на реда от реката, както и възможността за въвеждане на допълнителни редове или група от кладенци.

Да отбележим, че говорейки за оптимално ниво, имаме пред вид оптимизиране по отношение на предпазване от заблатяване, от подземно оводняване на селища, сгради и съоръжения, създаване на най-благоприятни условия за развитие на земеделските култури и др.

Друг основен хидрогеоложки въпрос по предпазването на бреговете, низините и селищата е филтрацията под, в обход на стената и през защитните диги и борбата с проникналите води. В тази насока се работи интензивно от ИВИ при БАН и доколкото проблемът е пряко свързан с изграждането на хидротехническите съоръжения, няма да се спираме по-подробно на него.

Важен въпрос, който ще изисква допълнителни целенасочени изследвания, е изменението на съществуващия и установяването на нов хидрохимичен режим в низините под влияние на подпора и отводнителните съоръжения. Вероятно е предизвиканите изменения на режима в някои случаи да се отразят върху качествата на експлоатираните подземни води.

Новосъздаденият при завиряването подпор ще увеличи дебита на съществуващите водоземни съоръжения в низините. Този факт в съчетание с използването на изчерпваните водни количества от дренажните системи трябва да се вземе пред вид при цялостното решаване на проблема за водоснабдяването на крайдунавските райони.

Съществено е набирането на хидрогеоложка информация непременно да продължава в периода на експлоатацията на изградените хидротехнически съоръжения предимно чрез автоматизирани, пълни, точни и всеобхватни режимни наблюдения. Набраната при това информация ще помогне за решаването на редица въпроси, като: вероятното изменение на някои балансови елементи (приток от ската, инфилтрация) и съобразяване на експлоатацията с това изменение; експлоатационната колматация на дренажните съоръжения и борбата с нея; изменението на химическия състав на подземните води и др.

Наред с решаването на многобройните практически проблеми изграждането на големите хидротехнически съоръжения по р. Дунав поставя и редица теоретически хидрогеоложки проблеми, сред които ще споменем недостатъчно изяснените въпроси около филтрацията в двуслойна (трислойна) среда, около експлоатационната колматация на водоземащите съоръжения, около взаимодействието между повърхностни и подземни води и пречистването (или замърсяването) на подземните, около изграждането на подходящи филтри на водоземащите съоръжения и редица други.

Съвсем различни са проблемите, които възникват при преработката на високите брегови склонове. На преден план при тях изниква нарушаването на устойчивостта им, съпътствувано с възникването на нови или активизиране на стари склонови деформации. Тяхното местопоявление и разпространение е в пряка връзка с литолого-стратиграфския строеж, тектонското развитие, неотектонските движения и хидрогеоложките условия.

Най-горните части на бреговия склон са изградени от плейстоценски наслаги, представени от лъсове, пясъци и чакъли. Лъсовите наслаги имат почти повсеместно разпространение в Дунавската равнина, като плащовидно покриват пъстра подложка от по-старите скали (приложението<sup>1)</sup>). Те най-често оформят стръмни до отвесни откоси. Лъсовите материали са податливи на отцепване във вид на големи пакети, които се натрупват под формата на срутищни маси в основата на бреговия склон.

Западно от устието на р. Янтра е разпространена лесъчливата, а източно — праховата разновидност на лъсовия фациален ред. Това са просадъчни лъсове от втори тип земна основа. Дебелината на просадъчната зона е от порядъка на 20—25 м. Вобща на лъсовата покривка е силно проявена ровинната ерозия поради малката ѝ съпротивляемост срещу размиване (табл. 1).

<sup>1</sup> Дадените схематични литолого-стратиграфски кслонки отразяват строежа на непосредствено прилежащите на брега платовидни части.

Почти навсякъде в основата на лъсовите наслаги се намират вила-франкски чакъли и пясъци. Те са разнорънети с високи филтрационни свойства.

Под плейстоцена залягат плиоценските седименти, които имат почти непрекъснато разпространение от р. Тимок до селата Горни и Долни Вадни и от устието на р. Янтра до Силистра. Представени са предимно от глинни, по-рядко от пясъци и в отделни случаи от песъчливо-варовити прослойки и плътни, здрави, глинести варовици (Тутраканско и Силистренско). От плиоценските седименти най-съществено значение за устойчивостта на склоновете имат глините, а за преработката на бреговете — и пясъците. Глините са плътни и с твърдопластична консистенция. Те служат най-често за водоупор на подземните води в залягащите над тях кватернерни наслаги. Същевременно се явяват подложка, по която става свличане на лежащите отгоре лъсови маси.

В основата на бреговия склон, в участъците около с. Ново село, от р. Тополовица до р. Арчар и от р. Огоста до р. Искър под плиоцена се разкриват сарматски седименти. Те са представени от варовити и песъчливи глинни, песъчливи варовици, варовити пясъчници, детритусни, оолитни, органогенни и плътни варовици. Този пясък литоложки състав определя различната степен на преработка, която ще получат склоновете, изградени в основата си от тези материали, при покачването на нивото на водата след завиряването.

От устието на р. Искър до устието на р. Янтра в основата на бреговия склон под кватернера залягат кредни седименти. Това са сенонски (мастрихтски) мергели и варовити мергели, меки варовици (крема), съдържащи кремък варовици и бели порьозни варовици, в участъка Сомовит—Никопол и аптски тънкослойни мергели, варовици, варовити пясъчници и мергелни пясъчници при Свищов. Източно от р. Янтра аптските оолитни с много орбитолини, дребнорънети или песъчливи варовици, както и меките бели варовици са припокрити с плиоценски отложения, върху които залягат седиментите на лъсовата формация (приложение I). Аптските варовици са силно окарстени в крайбрежните участъци. Вертикалният откос по брега, изграден от тях, има височина до 25 m и дължина няколко километра.

Тектонското развитие, неотектонските движения и сеизмичната активност имат пряко влияние върху формирането на бреговете на р. Дунав и разпространението на геоложките и инженерногеоложките процеси и явления. Това налага прогнозирането на преработката на бреговете на бъдещите водохранилища да бъде строго обвързано с добре изяснена тектонска и неотектонска обстановка.

На базата на различията, които съществуват в литологостратиграфския строеж, могат да се разграничават три вида високи брегове, отличаващи се с различно поведение и степен на преработка под влияние на бъдещите хидротехнически съоръжения.

Най-сложни проблеми ще възникват при преработката на бреговете, изградени в основата си от предимно глинестите плиоценски седименти, покрити с дебели лъсови масиви. Този вид бряг се разкрива в участъците Лом — Долно Линево, Остров — Байкал, Пожарево — Долно Ряхово. Това са брегови склонове с намалена устойчивост. При тях ерозионното подмиване се съпътствува със значителни по размери свличания и обрущи-

Таблица 1

Table 1

Геоложки и инженерногеоложки процеси и явления с по-голямо разпространение по десния дунавски бряг  
*Geological and engineering geological processes and phenomena with a bigger distribution on the right Danube river bank*

Геоложки и инженерногеоложки процеси и явления	височина бряг в % от брега	Местоположение	Аккумулятивни брегови участъци	
			в % от	в % от
Процеси, свързани с десертриконната и аккумуляционната дейност на р. Дунав и нейните притоци	45 20	Аккумулятивни брегови участъци при западните тераси на низините; около устието на р. Тимок, селата Флорентин и Арчар; от Лом до устието на р. Лом; при островите: Виддин, Видбол, Вапа, Белене, Вардим, Малък Бландин, Видбол, Вапа, Белене, между гравелите Русе и Тутракан	36	16
			Брегови участъци с подмиване и разрушаване на брега	
Процеси, свързани с десертриконната и аккумуляционната дейност на р. Дунав и нейните притоци	3,2 1,4	активни  свързани с абразивни процеси	3,2	1,4
			Брегови участъци с подмиване и разрушаване на брега	
Процеси, предизвикващи деформации и надкласифицираните части на бреговия склон	41 18	свързани с десертриконната и аккумуляционната дейност на р. Дунав и нейните притоци	41	18
			Брегови участъци с подмиване и разрушаване на брега	
Процеси, свързани с десертриконната и аккумуляционната дейност на р. Дунав и нейните притоци	7,7 3,4	активни  свързани с абразивни процеси	7,7	3,4
			Брегови участъци с подмиване и разрушаване на брега	
Процеси, свързани с десертриконната и аккумуляционната дейност на р. Дунав и нейните притоци	6,7 3,0	активни  свързани с абразивни процеси	6,7	3,0
			Брегови участъци с подмиване и разрушаване на брега	



<p>Проекти, предизвикани от човешката дейност</p>	<p>линейни ерозионни форми</p>	<p>8,1 3,6</p>	<p>между селата Врѝв и Флорентин; Ясен и Сланотрън; от с. Долни Цибър до Козлодуя; от Оряхоно до Сомовит; Николая; между Пиргоно и Русе; с. Ряхово; от с. Пожарево до с. Попина</p>
	<p>пропаднащи явления в лѝса</p>	<p>20 8,8</p>	<p>средните части от разреза на лѝсовия масив по високня дунавски бряг</p>
	<p>интензивно размиване на речния бряг в близост на брегоукрепителни съоръжения</p>	<p>18,3 8,1</p>	<p>около по-големите населени места</p>
	<p>ускорена почвена ерозия</p>		<p>навсякъде, където обработката на почвата не е съобразена с направленията на плоскостната ерозия</p>
	<p>подсичане на бреговия сълси и др.</p>	<p>8,1 3,6</p>	<p>при изграждане на укрепителни съоръжения на пътяща и ж. п. линии, минаващи в близост на бреговата линия</p>

вания на надводните части на склона. Там се установяват единични свлачища и големи свлачищни комплекси, оформени в отделни циркуси, линейно разположени пакети и блокове, свлачищни потоци, които най-често достигат нивото на реката. За нарушаването на устойчивостта и възникването на склоновите деформации допринасят концентрираните над плиоценските глинни подземни води и увеличаването на теглото на разположените над тях лъсови маси при допълнително овлажняване, съпътствувано от намаление на здравината на структурните връзки и в глините, и в лъоса. С повдигането на нивото на водата до ПВН (подприщено водно ниво) ще бъдат подложени на най-активна преработка участъците, където имаме по-значителни натрупвания на свлечени и срутени скални масиви в подножието на бреговия склон (табл. 1) и където базисът на свличане ще попадне в зоната на колебание на водното ниво във водохранилищата.

За правилното прогнозиране на преработката на този вид бряг и проектирането на брегозащитни съоръжения в условията на бъдещите водохранилища от съществено значение е изясняването на строежа му, на механизма и динамиката на присъщите му склонови деформации. Необходимо е факторите, предизвикващи тези деформации, да бъдат изучени до степен на количествени оценки и прогнози.

Вторият по значимостта на проблемите си вид бряг е брегът, изграден изключително от плейстоценските лъсови материали. Неговото разпространение е широко и обхваща участъците Ясен — Гомотарци, Долни Цибър — Козлодуй, с. Вардим, западно от Русе. При тези брегови склонове на преден план изпъква интензивната им преработка под влияние на вълновите процеси и крайбрежните течения поради голямата размиваемост на лъсовите наслаги. Тук особено осезателно се отразяват колебанията в нивото на водата и свързаните с тях изменения в положението на зоната на капилярното покачване в разреза. Това води до неравномерно овлажняване на лъсовите маси, вследствие на което се получават много пропадания и активизиране на вече затихнали склонови деформации. Не са редки случаите, когато вследствие на изменение на консистенцията на лъсовите маси възникват свлачищни (консистентни) потоци (табл. 1), които, изтичайки, достигат нивото на реката и навлизат в нея.

Решаването на проблемите на преработката, устойчивостта и защитата на този вид брегове е свързано с количествено изясняване на специфичните особености на лъсовите материали по отношение на пропядъчността им, устойчивостта на размиване и ерозия, деформирането им по склоновете в съответствие с тяхната височина и стръмнина и влиянието на броя и положението на погребаните почвени комплекси в лъсовия разрез върху тези процеси.

Най-устойчиви и с най-малко проблеми по отношение на преработката и изграждането на брегоукрепителни съоръжения се очертава третият вид брегове, при които основата им е изградена от слабо поддаващите се на размиване долно- и горнокредни, сарматски и плиоценски варовици. Този вид бряг се простира около с. Ново село, Симеоново — Арчар, Оряхово — Остров — Вадин докъм с. Байкал, около Сомовит — Никопол, Свищов, Пиргово и на малки участъци около Тутракан и Силистра.

Варовиците (кредни и сарматски) са слабо окарстени. При повишаването на водното ниво трябва да се предполага, че този процес ще затихне. Хипсометричните нива, на които се намират варовиците и котите на ПВН, показват, че не ще се породят проблеми във връзка с устойчивостта им. Наблюдаваните свлачищни склонови деформации се развиват в залегащите над тях плиоценски глини и плейстоценски льосови наслаги. Измененията на водното ниво няма да окажат влияние върху разпространението и интензивността им. Проблемите, породени от тези свличания, не са свързани с хидротехническото строителство и би следвало да се решават във връзка с други видове строителство и стопанска дейност.

Проблемите, възникващи във връзка с устойчивостта, преработката и укрепването на високия дунавски бряг при изграждането на бъдещите хидротехнически комплекси „Никопол—Турну-Мъгуреле“ и „Черна вода“, налагат извършването на аерофотоснимка по цялото крайбрежие с цел да се доизясни тектонският строеж и да се разкрият нови данни и факти за изясняване палеогеографското развитие на долината на р. Дунав в долното ѝ течение. Тя ще позволи да се доизяснят типът и местопоявленията на различните склонови деформации. Дешифрирането на аерофотоснимки, направени в различно време, ще позволи да се получат ориентировъчни количествени данни за интензивността и размерите на измененията на склоновете деформации и на крайбрежието като цяло във времето. Аерофотогеоложките проучвания позволяват теренните проучвания да се насочат към решаване на възлови въпроси без разпиляване на усилия и средства на големи площи.

Чрез повторни триангулаци и нивелачни измервания следва да се регистрират бавните хоризонтални и вертикални движения по отношение на техния знак, посока и интензитет.

Организирането на сеизмични наблюдения, измервания и изследвания ще локализира земетръсните огнища, тяхната активност и ще прогнозира най-вероятната им повторяемост.

Целенасочената детайлна инженерногеоложка картировка на крайбрежието следва да обвърже литостратиграфския и тектонския строеж, геоморфоложките особености, съвременните геоложки процеси и явления с устойчивостта на дунавския бряг и на тази основа да насочи сондажните, геофизичните, геомеханичните и другите видове проучвания.

Съществен принос към решаването на повдигнатите въпроси ще има организирането на режимни наблюдения на повърхностните и подземните води и разпространението и динамиката на геоложките и инженерногеоложките процеси и явления. При някои от режимните наблюдения е целесъобразно прилагането на земна фотограмметрия и стереофотодокументиране.

Високият клас на проектираните хидротехнически комплекси и голямата площ и протежение на засегнатите територии налагат внедряването на съвременна свършена апаратура и методика за получаване на данни за физичните и механичните свойства и за състоянието на скалите и скалните масиви, изграждащи бреговете склонове, и ветровълновите процеси в бъдещите водохранилища. Наложително е прилагането на подходящи методи и ЕИМ за получаването на представителни разчетни параметри. Организирането на различни моделни изследвания за

определяне устойчивостта на най-заstraшените брегови склонове ще внесе повече сигурност и точност в инженерните и икономическите изчисления. Те следва да се базират на комплексната оценка на природната среда и прогнозираат възможните изменения в нея след изграждането на хидротехническите съоръжения.

## Литература

- Михайлов, Цв. 1966. Геоморфология на дунавските тераси в Побрежието. — *Изв. Бълг. геогр. д-во*, VI (XVI).
- Михайлов, Цв. 1968. Геоморфоложки процеси при съвременното развитие на дунавския бряг. — *Изв. Бълг. геогр. д-во*, VIII (XVIII).
- Моллов, Д., 1971. Теоретични основи на методите за анализиране и прогнозиране режима на подземните води (докторска дисертация). С.
- Моллов, Д., И. Г. Йотов, 1966. Определяне на някои хидрогеоложки елементи чрез електрическо моделиране. — *Сп. Хидротех. и мелior.*, 10.
- Онческу, Н. 1960. *Геология Румынской Народной Республики*. М., Иностран. литературы, Бухарест, Меридианы.
- Пехович, А. И., В. И. Жидких. 1968. *Расчеты теплового режима твердых тел*. Энергия.
- Шестаков, В. М. 1965 г. *Теоретические основы оценки подпора водопонижения и дренажа*. М., Моск. унив.
- Шестаков, В. М., Д. Н. Башкатов (ред.). 1974. *Опытно-фильтрационные работы*. М., Недра.
- Вапи, А. С. 1964. Über eine geschichtliche Überflutung im Becken des Schwarzen Meeres und der unteren Donau. — *Hydrobiologia*, 5.
- Fink, J. 1966. Die Paläogeographie der Donau. — *Limnologie der Donau*, 2, III—IV, Stuttgart.
- Hristov, V., J. Totomanov, B. Vrablianski, T. Burilkov. 1973. Map of Recent vertical movements in Bulgaria. M. 1:1000000. Atlas maps of the Territory of Bulgaria — Base for the Steismotectonic map (Balkan Seismicity Project—UNESCO), Sofia.
- Поров, W. 1968. Die Talae an dem Bulgarischen Donauufer (Morphologie, Bau, Genesis und Haushalt der Unterirdischen Gewässer). — *Limnologische Berichte der X. Jubiläumstagung Donauforschung, Bulgarien* — 10.—20. Oktober 1966, Sofia.

Одобрена на 29. VI. 1974 г.

Accepted June 29, 1974

# Engineering Geological and Hydrogeological Problems about the Bulgarian Riverside, Related to the Hydrotechnical Construction along the Lower Course of the Danube Rivir

*Bojan Kamenov, Krustyu Stoilov, Ginka Simeonova, Ilia Yotov, Sava Mamatarkov, Petko Gechev*

## (Summary)

The geological structure and the geomorphological conditions of the Bulgarian Danube Riverside give reason for the distinction of two main types of banks—low and high ones. The hydrotechnical construction that is to come raises problems of engineering geological and hydrogeological character.

The most important problems concerning the low banks are connected with the danger of underground watering and filtration through the protective embankments which requires selection of optimum drainage systems. The construction of vertical wells is one of the possible solutions.

The main problems for the three types of high banks are related to the general stability, the change of the shore-line, the activation of slope deformations, the deposition of alluvium and the selection of proper methods for protection of the banks. Banks built up by Pliocene clayey materials and loess deposits set forth the most complicated and difficult problems.

The solution of these problems calls for the application of modern research methods—airphotos, stereophoto documentation, land photogrammetry, model tests etc.