

## РОЛЯТА НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ В РАЗВИТИЕТО НА ДУРАНКУЛАШКОТО ЕЗЕРО

**Павел Пенчев, Константин Спасов, Калина Шопова**

*Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; kshopova@abv.bg*

**РЕЗЮМЕ.** Дуранкулашко езеро е защитен природен обект, разположен в северната част на българското черноморско крайбрежие. Съществуването си влажната зона дължи основно на подхранването от подземните води, които формират около 88% от приходната част на водния ѝ баланс. Очертана е водосборната област на езеро Дуранкулак. Направена е характеристика на отделните подземни тела, подхранващи и /или дрениращи влажната зона. Направен е обзор на съществуващата геоложка и хидрогеоложка информация за района, като е проследена динамиката на хидрогеоложките условия през последните четири десетилетия в следствие на настъпили естествени и антропогенни промени. Съставена е съвременна хидрогеоложка карта, изясняваща хидродинамиката на подземните води в района на езерото.

### THE ROLE OF THE GROUND WATERS FOR THE DURANKULAK LAKE DEVELOPMENT

**Pavel Penchev, Konstantin Spasov, Kalina Shopova**

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; kshopova@abv.bg*

**ABSTRACT.** The Durankulak Lake is a protected natural site, located in the Northern part of the Bulgarian Black Sea coastline. The reason for existence of the wetland is mainly due to ground waters, which constitute 88% of the inflow rate to its water balance. The water catchment area of Durankulak Lake is outlined. A characteristic is made to the single underground objects, nourishing and/ or draining the wetland. An overview is made to the available geologic and hydrologic information for the area, and the dynamics of the geological conditions during the last four decades is analyzed as a result of the natural and anthropogenic changes occurred. A hydrogeologic map is set up in order to make clear the hydrodynamics of the ground waters in the lake area.

*Посвещава се на доц. Д. Данчев*

### Въведение

Дуранкулашко езеро се намира в североизточната част на българското черноморско крайбрежие, в източната част на Югоизточна Добруджа, в землищата на селата Дуранкулак и Ваклино (фиг. 1-2). То е отделено от морето чрез пясъчна коса с ширина 100-200 m. Между южната и северната, наречена Орлово блато част на Дуранкулашко езеро съществува земнонаситна дига. Директният водообмен между двете части се осъществява само чрез прорязания в дигата канал.



Фиг. 1. Дуранкулашкото езеро

До 1971 г. съществува естествена връзка или изкуствено прокопан канал през пясъчната коса между Черно море и Дуранкулашко езеро. През 1999 г. е отстранена част от дига "Орлово блато – юг" и връзката с морето е възстановена.

Дуранкулашко езеро се подхранва изключително с подземни води, дрениращи се в неговата югозападна част. Физико-географските и геоложките условия в района на езеро Дуранкулак не са благоприятни за формиране на повърхностен отток. Хидрографската мрежа е представена от условно наречени реки, които са по-точно суходолия. По-големи от тях са р. Ваклинска, реките минаващи през селата Било-Смин, Захари Стояново-Стаевци и Граничар-Дуранкулак. Те са само с временен отток.

### Тектоника

Разглежданата територия е част от Мизийската платформа. Самото формиране на влажната зона в близки до днешния план условия става през холоцена, когато след последния ледников период става рязко повишаване на водното ниво в Черно море с около 100 m и когато се възстановява връзката му със Средиземно море и Световния океан.

Дуранкулашката тектонска структура, която представлява антиклинално издигане по горнището на валанжина, дооформено от олигоценския комплекс с посока СИ-ЮИ, е усложнена от субпаралелни и субмеридиални разломи. Тази структура вероятно оказва голяма роля за различните хидрогеоложки условия на влажна Дуранкулашко езеро от комплекса Шабла-Езерец разположен на юг.

## Геоложки строеж

### Геоложка изученост

Първите сведения за геоложкия строеж в изследвания район се свързват с имената на А. Boué (1828) и L. de Launay (1906). По-късно и български геолози правят проучвания – Златарски (1927), Г. Бончев (1943), Е. Бончев, Чешитев и Карагюлева (1956), Стоянов (1952; 1960) и Панайотов (1960). Проучванията на Стоянов (1952), Филипов (1969) и други автори са обобщени от Филипов и др. в *Геоложка карта на България М 1:100000* – картни листове Генерал Тошево и Мангалия. Съществено значение за изясняване хидрогеологията на Югоизточна Добруджа имат проучванията на Василев (1943) и Бояджиев (1950; 1951). Изследвания върху хидрогеоложките условия в района на Шабла-Блатница се провеждат от Антонов и Марковски (1951). Дългогодишни хидрогеоложки изследвания в североизточна България провежда Евстатиев (1957; 1962; 1966) за нуждите на напояването. В този район работи и Димитров (1953). За целите на водоснабдяването в района работят Балев (1973; 1981; 1984), Грънчаров (1963), Радусhev (1967), Цонев (1967) и други изследователи.

От 1955 г. започват и хидрогеоложките изследвания на Данчев в североизточна България като продължават до 1996 г. Той проучва подземните води в сарматския водоносен хоризонт (Парашкевова, Данчев, 1967; Данчев, 1968; Данчев, 1977; Данчев, Шопова, 1996) и валанж-горноюрският водоносен хоризонт в североизточна България (Данчев, 1966). Извършва хидрогеоложки изследвания във връзка със съставянето на хидрогеоложки карти в М 1:25000 на територията на Югоизточна Добруджа и Варненското плато (Данчев, 1974). Заедно с Антонов през 1980 г. издават *Подземните води в България*. През 1997 г. е извършено обобщение на наличната хидрогеоложка информация в “Северобългарското сводово издигане и неговите склонове (Варненски басейн)” от работен колектив на “Геология, проектиране и проучване” ЕООД, Варна (Несторова, 1994).

### Геолого-литоложки строеж

С най-голямо практическо значение за езеро Дуранкулак са седиментите на миоцена и кватерна. В миоценския карбонатен комплекс се формират подземните води, подхранващи езерото. Миоценските отложения са представени от сарматските варовици на Одърската и Карвунската свити. Одърската свита в разглежданата територия е представена от бежово до почти бели варовици, оолитни, детритусни и по-рядко глинести и пясъчливи. В основата са прослоени от глини и дребно до финозърнести пясъчници с глинеста спойка. Те са кавернозни, с дебелина от 40 до 119 m.

Върху варовиците на Одърската свита залягат седиментите на Карвунската свита. Залягането е нормално, но трансгресивно след размив и контакта се маркира от тънък червено оцветен глинест пласт. Карвунската свита се характеризира по-често с сивобели до кремави на цвят здрави изветрели и кавернозни на повърхността органогенни черупчести варовици с дебелина от 20-50 m.

Между двете свити нормално би трябвало да се намират седиментите на Тополската свита – мергели, фини пясъчници и глинести варовици. По времето на отлагане на седиментите на Тополската свита от Дуранкулак и прилежащите му части сарматското море се е оттеглило и са се развивали интензивни карстови процеси и денудация, която е редуцирала до известна степен варовиците на Одърската свита. Общата мощност на карбонатния окастен комплекс е от 60-70 до 170-180 m, като дебелината нараства от запад на изток.

Кватернерните образувания в разглежданата площ се отнасят към Плейстоценската и Холоценската серия. Еолично-алувиалните образувания на Плейстоценската серия са представени от червени пясъчливи глини, които са отложени върху неогенските седименти. Глините са варовито-алевролитови, плътни, безструктурни, с характерен червеникав до бежовокафяв цвят (“terra rosa”). Те се явяват като постоянна подложка на лъоса. Глините са водоупорни и спомагат за формиране на водонаситена зона в лъосовите отложения (района на с. Крапец).

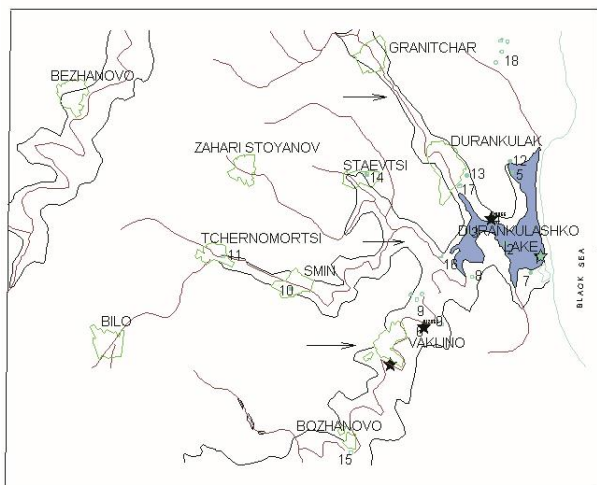
Еоличните образувания на Плейстоценската серия са представени от широко разпространения в разглежданата територия лъос. Той заема основно вододелните масиви и покрива по-старите скали. Дебелината му е разнообразна и варира от 0 до 20-25 m. Тя е малка до 0.00 m в периферните части на вододелните масиви. Лъосът отсъства на много места по склоновете на речните долини. Активната пористост поради дребнозърнестия му строеж е малка – до 5-6%, а от тук и филтрационните му свойства са малки – 0.5 до 1.5-2.5 m/ден.

Езерно-блатните образувания на Холоценска-плейстоценската серия са отложени върху силно денудиралите скали в Дуранкулашкото езеро. Представени са от сиви до тъмносиви блатни глини и дребнозърнести пясъци. Глините се срещат в дънните части на езерото и речните долини. Те имат особено място в съществуването на езерото, тъй като в тях се формира неговата чашка. Дебелината им в езерото достига до 15-18 m. Те са богати на органичен-растителен и животински останки. Глини с такава характеристика се наслагват в обсега на езерото и в настояще време. Като прослойки в тях се срещат глинести пясъци, тини и торф.

Континенталните алувиални образувания на Холоценската серия са отложени по руслата и заливните тераси на реките и по-големите долове. Представени са от чакъли, пясъци, глини и преотложен лъос. Дебелината им не надвишава 2-5 m. Съвременните морски образувания на Холоценската серия са с ограничено площно разпространение. Представени са от предимно фини до

едрозърнести пясъци. Пясъците оформят сравнително тясна крайбрежна ивица, която между морето и Дуранкулашкото езеро е по-широка и върху нея са образувани високи дюни.

## Хидрогеоложки условия



Фиг. 2. Дуранкулашкото езеро – географска локализация

От практически интерес ще се разгледат само подземните води в сарматските седименти, тъй като те са главния приходен елемент от водния баланс на Дуранкулашко езеро. В сарматските отложения – в седиментите на Одрската и Карвунската свити, са формирани пукнатинно-карстови до карстови по тип ненапорни по характер подземни води, които образуват общ водоносен хоризонт. Последният има повсеместно разпространение в Североизточна България.

Размивния контакт между варовиците на Одрската и Карвунската свита влияе на водно-солевия режим на подземните води. Тънкия червенооцветен глинест пласт има ролята на водоупор. Този факт е от важно практическо значение за разполагане на вододобивните съоръжения, особено в крайбрежната ивица. Те трябва да се заложат във варовиците на отгорезалягащата Карвунската свита, за да се избегне засоляване на добитите количества вода в следствие на интрузия на морски води във варовиците на отдолузалягащата Одрска свита.

Дебелината на наситените с вода сарматски седименти е различна. В западната част на водосборната област на езерото тя е от порядъка на 35-50 m и постепенно нараства в източна посока. В близост до Черно море и района на езерото дебелината на водоносния хоризонт достига до 120-150 m. Нарастването на дебелината на водоносния хоризонт на изток е свързано и с нарастване дебелината на варовиковия комплекс в тази посока и с постепенното снижаване на горнището му до морското ниво. Посоченото е причина за насищане с вода почти на цялата дебелина на варовиците.

Нивото на подземните води по цялата площ на разпространението им се установява в самите варовици и е на дълбочина 50-60 m до 10-12 m и на по-малко метра в района на езерото и Черноморското крайбрежие. Хипсометрично нивото постепенно спада – от около 180 m

в западната част на водосборната област до почти 0.00 m при езерото и морето. Генералната посока на движение на подземните води е на изток, при среден хидравличен градиент 0.003-0.002 до под 0.001. Филтрационната характеристика на водоносния хоризонт е изключително разнообразна- коефициента на филтрация варира от 2-3 до 180-200 m/ден, което характеризира седиментите като средно до силно водообилни.

Подхранването на сарматския водоносен хоризонт се осъществява основно от инфилтрация на валежни и частично от временно формирани се повърхностни води. Дебелината на скалите от зоната на аерация и литоложкия им състав имат значение за по-бързо или по-забавено достигане на инфилтрираните се води до подземните. Дебелата зона на аерация играе регулираща роля и подземните води получават относително равномерно подхранване във времето. Благоприятна роля за последното играят добрите водопоглещаща и водоотдаваща способност на скалите от зоната на аерация- почвен слой, льос и варовици. Заедно с горното положителна роля в подхранването има и равнинния релеф, който създава условия за по-продължително задържане на валежните води на повърхността и по-продължително време за инфилтрацията им.

Подхранването на подземните води от сарматския водоносен хоризонт е определено по данни от дългогодишни наблюдения върху нивото на подземните води в кладенец от опорната хидрогеоложка мрежа на НИМХ разположен в с. Божаново (Данчев, Шопова, 1996). Изчисленото подхранване на периода 1960-1993 г. показва, че то е в границата 16-120 mm/год или средномногогодишно то е 58.4 mm. Модулът на подземния поток е от 0.51 до 3.55 l/s/km<sup>2</sup> или средният многогодишен е 1.86 l/s/km<sup>2</sup>.

Получените данни приведени за цялата територия на подземната водосборна област на езеро Дуранкулак (542 km<sup>2</sup>) показват, че средномногогодишното подхранване е 31,79.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> или 1008 l/s. Подземната вода от сарматския водоносен хоризонт се дренира по естествен път от Черно море и от Дуранкулашкото езеро и по изкуствен път от вододобивните съоръжения- сондажи, шахтови кладенци и дренажи. Водовземните съоръжения в по-голямата си част са в околоезерното пространство. Черпената вода се използва за питейно-битово водоснабдяване и напояване.

Разходът на филтрационния поток се изчислява по хидродинамичния метод по закона на Дарси:

$$Q=k.H.B.I, \text{ където}$$

Q - разход на подземния поток, m<sup>3</sup>/ден;

K - коефициента на филтрация, m/ден;

H - мощността на водоносния хоризонт, m;

B - ширина на фронта на подземния водоносен хоризонт m;

I - напорен градиент.

Данните за B и I се вземат от хидродинамична карта (фиг. 3-4), а коефициента на филтрация k – от направени опитно-филтрационни изследвания в района.



Фиг. 3. Хидродинамична карта



Фиг. 4. Хидродинамична карта

Хидродинамичната карта (фиг. 3-4) се съставя въз основа на измервания на водните нива в кладенци, разположени в подземната водосборна област на Дуранкулашкото езеро в определено време (фиг. 2). Разходът на подземния поток, формиран в сарматските варовици, във водосборната област на Дуранкулашко езеро, определен по хидродинамичния метод през 10.1996 г. е  $1.077 \text{ m}^3/\text{s}$  (Данчев, Шопова, 1996). Десет години по-късно разходът на филтрационния поток е  $1.708 \text{ m}^3/\text{s}$  (фиг. 3-4).

За определяне на количеството подземна вода, която подхранва Дуранкулашко езеро следва общия разход от водоносния хоризонт да се раздели на този, които се дренира към езерото и на този, които се дренира към морето. При определянето на съставните части се допуска известна неточност. Последната се състои в това, че разделянето на общата дебелина  $H$  на водоносния хоризонт на  $H_{\text{ез}}$ , която участва при подхранването на езерото и на  $H_{\text{м}}$ , която участва в подхранването на морето е условно. Разделянето на посочените дълбочини се извършва на базата на движението на подземните води в слоисти водоносни хоризонти. За случая с Дуранкулашко езеро се приема, че частта от водоносния хоризонт, която подхранва езерото, включва част от сарматския водоносен хоризонт и дебелината на глините под езерото – т.е. 19-20 м. Тогава определеното количество подземен отток, което подхранва езерото е следното: през октомври 1996 г. –  $0.293 \text{ m}^3/\text{s}$  или  $9.24 \text{ млн. m}^3/\text{год}$ ; през август 2006 г. –  $0.463 \text{ m}^3/\text{s}$  или  $14.60 \text{ млн. m}^3/\text{год}$ .

Резултатите от изчисленията показват, че количеството подземна вода, която се дренира в Дуранкулашко езеро от сарматския водоносен хоризонт при естествени условия (без вододобив) е значително и представлява основната приходна част от водния баланс на влажната зона.

## Литература

- Антонов, Х., В. Марковски. 1951. *Хидрогеоложки условия в района на Шабла-Блатница*. С., Архив ХЕП.
- Балев, Х. 1973. *Доклад за резултатите от ХГП на обект Реконструкции и модернизации на Напоително поле "Дуранкулак"*. С., Архив Геоводинженеринг.
- Балев, Х. 1981. *Напоително поле "Дуранкулак"-Резултати от допълнителното хидрогеолошко проучване*. С., Архив Геоводинженеринг.
- Балев, Х. 1984. *Доклад за резултатите от ХГП на обект Реконструкции и модернизации на Напоително поле "Дуранкулак"*. С., Архив Геоводинженеринг.
- Бончев, Г. 1943. Скалите в Добричко. – *Спис. БАН*, 68, кл. прир. мат., 33, 1-34.
- Бончев, Е., Г. Чешитев, Е. Караюлева. 1956. Бележки върху стратиграфията на апта в североизточна България. – *Изв. Геол. инст.*, 4, 59-76.
- Бояджиев, Н. 1950. *Хидрогеоложки проучвания за водоснабдяване на Добруджа*. А. Хидрогеолошко проучване на I-ви район. – *Спис. БГД*, 20, 2-3, 71-138.
- Бояджиев, Н. 1964. Карстовите басейни в България и подземните им води. – *Изв. Инст. хидрология и метеорология*, 2, 45-96.
- Василев, Д. 1943. *Югоизточна Добруджа и нейното водоснабдяване*. С., 249 с.
- Грънчаров, Д. 1963. *Доклад за хидрогеоложките проучвания за водоснабдяване на стопанския двор на ТКЗС с. Козлодуйци, Толбухински окръг – технически стадий*. С., Архив Водпроект.
- Данчев, Д. 1967. Валанж-горноюрският артезиански басейн в СИ България и определяне подхранването на валанж-горноюрския водоносен хоризонт в СИ България по данни от хидрометрични наблюдения. – *Труд. Инст. хидрология и метеорология*, 16, 3.
- Данчев, Д., Х. Антонов. 1968. Подземните води в сарматските отложения на югоизточна Добруджа. – *ВМГИ, НИС*.
- Данчев, Д., И. Пенев. 1974. *Доклад за извършените проучвания по съставяне на хидрогеоложка карта на обект: Западна Добруджа в М 1:25000, Силистренски и Толбухински окръзи*. С.
- Данчев, Д. 1977. Режим и баланс на подземната вода в сармата на Южна България. – *Тема XI-01, ВМГИ, НИС*.
- Димитров, Ц. 1953. *Обяснителна записка за идейния проект за водоснабдяване от блато Блатница, ок. Балчишка*. С., Архив Геоводинженеринг.
- Евстатиев, А. 1957. *Хидрогеоложки условия в района на с. Езерец*. С., Архив Водпроект.
- Евстатиев, А. 1962. *Водоснабдяване от съществуващия каптаж на ТКЗС с. Ловчанци, Толбухинско*. С., Архив Водпроект.
- Евстатиев, А. 1966. *Доклад за хидрогеоложките проучвания за водоснабдяване на стопанския двор на ДЗС "Рогозино", Толбухинско, филиал Дуранкулак*. С., Архив Водпроект.

- Златарски, Г. 1927. *Геология на България*. С., Унив. библиотека №65, 266 с.
- Несторова, Р. 1997. *Създаване на мониторинг на подземните води в България. Многоетажна система с пресни и термални води в Северобългарското сводово издигане и неговите склонове (Варненски басейн)*. С., Геофонд КГМР, №V-487.
- Панайотов, Л. 1960. *Отчет за структурното сондиране извършено през 1951-52 и 1959 година в Твърдишка площ*. УГП, Варненска проучвателна бригада.
- Парашкевова, В., Д. Данчев. 1967. Варненския артезиански басейн. – Доклади, VII, Архив И-т хидрология и метеорология.
- Радусев, Р. 1967. *Резултати от хидрогеоложките проучвания за водоснабдяване на ДЗС "Рогозино" филиал Бежаново*. С., Архив Водпроект.
- Стоянов, Е. 1952. *Доклад върху геологията на Добруджанското плато*. С., Геофонд КГМР.
- Стоянов, Е. 1960. Геоложки строеж на Югоизточна Добруджа. – *Год. Упр. Геол. проучв., Отд. А*, 11, 35-61.
- Цонев, Л. 1962. Обяснителна записка от строителството на тръбен кладенец за водоснабдяване на оранжениите в с.Крапец, Толбухинско. С., Архив Водоканалпроект.
- Boué, A. 1928. Zusammenstellung der bekannten geognostischen Thatsachen über die europäische Türkei und über Kleinasien. – *Leonard's Ztschr. Mineral.*, 22, 1, 270-282.
- Launay, L. 1906. L'hydrologie souterraine de la Dobroudja bulgare. – *Annales des Mines, Sér. X*, 10, 115-175.

Препоръчана за публикуване от  
Катедра "Хидрогеология и инженерна геология", ГПФ