



ECOLOGICAL PROBLEMS IN SOUTH WATERSHEEDS OF STRUMA RIVER (SW BULGARIA)

Abstract: The drying up of river systems is one of mankind's major environmental problems. The extreme shows of shallow water lead to disruption of the water balance and sustainability of ecosystems. This report presents the results of a study based on morphometric, morphological and lithological-facies data. The results aim to identify the reasons for the drying up of some tributaries of the Struma River within the scope of the Sandanski-Petrich Structural Decline. The study was performed using a morphohydrographic feature, combined with analysis of lithological features and processing of satellite image data. The importance and relevance of the present study is related to the need to establish spatial and temporal relationships between bulk bodies and hydro-climatic processes in drought conditions, with the increasing influence of climate variations globally.

Author information:

Georgi Belev
Assis. Prof., PhD
Institute for Atmosphere
Climate and Water Research – BAS
Bulgarian Academy of Sciences
✉ zbelev@abv.bg
🌐 Bulgaria

Keywords:

ecology, river drying, Struma

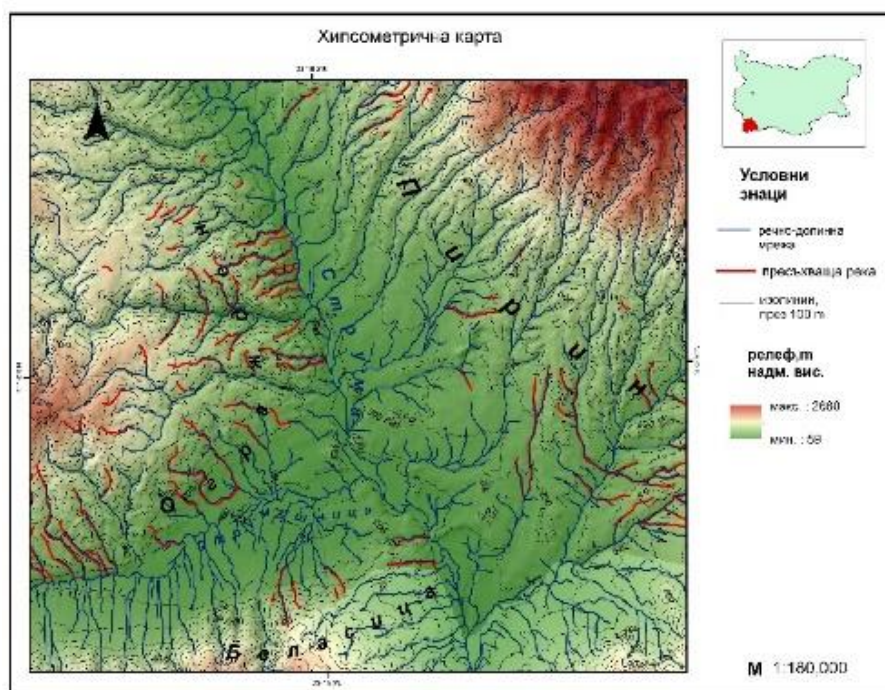
Увод.

Пресъхването на водните потоци представлява един от основните екологични проблеми в рамките на определена територия. В последните години под въздействието на глобалните климатични колебания в различни райони се установяват опасни и неблагоприятни процеси на засилено намаляване стойностите на речния отток. Сред тези процеси са засушаването и опустиняването под въздействие на увеличаване средните температури в глобален аспект и промени в общата атмосферна циркулация. Всичко това води до промени в баланса и териториалното разпределение на атмосферната влага и валежите. *Обект* на настоящото изследване е един от най-засегнатите от засушаване региони на България – южния сегмент на Струмската долина и оградните бордове представени от югоизточния склон на Огражден, северния склон на Беласица и западния склон на Пирин. В тези рамки е развита речно-долинната мрежа на южните Струмски водосбори. Пресъхванията се разглеждат като екологичен проблем, оказващ неблагоприятно въздействие върху местните екосистеми и представляват *предмета* на изследване на настоящата работа. *Цел* на изследването е на основата на морфометричен и морфоложки анализ съчетан с анализ на сателитни изображения в геоинформационна среда да се установят причините, мащаба, териториалните и времеви прояви на пресъхванията в определената територия и въздействието върху регионалните екосистеми. Пресъхването на реките е естествен процес, обусловен от различни фактори. Водещи са климатичният, изразен чрез режима на валежите и температурата, геоморфоложкия - чрез величината на ерозионния врез и достъпа на речното корито до водоносните слоеве и ландшафтния – с механичния състав на почвата, вида и характера на растителността. От съществено значение е антропогенният фактор, изразен с въздействие върху

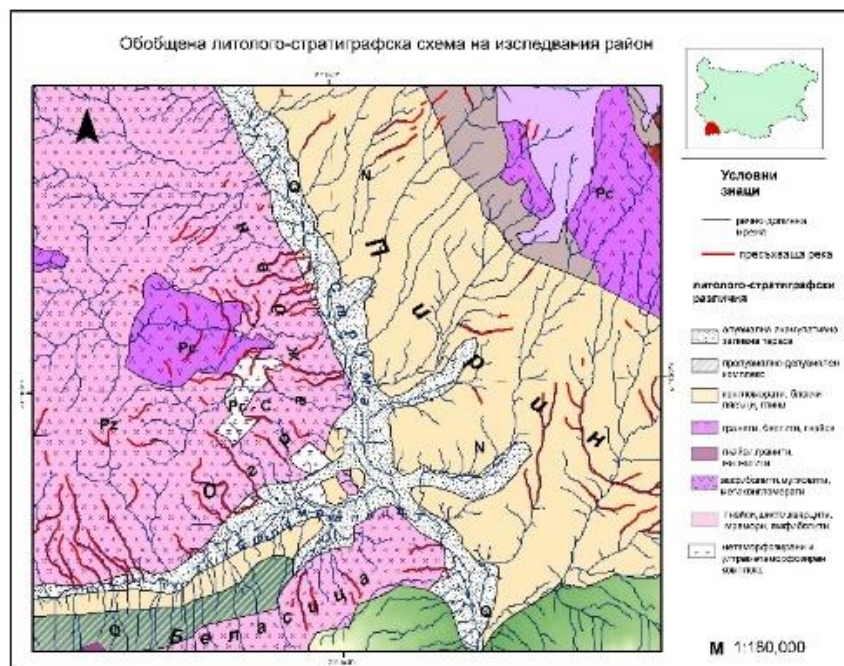
природните фактори и в тази връзка, изменение на естествените процеси. Всяка речно-долинна система е в сложни закономерни взаимовръзки с околната екосистема, в този план разглеждането на речните пресъхвания като екологичен процес има своето място в изследванията, свързани със съвременните проблеми на околната среда. Обезпечаването на речно-долинните системи с необходимите за нормалното им състояние природни ресурси е от особено важно значение. Един от тези главни ресурси е минималния отток, осигуряващ постоянната съставка, определен и като екологичен [1].

Методология и информация на изследването. Засушаванията и свързаните с тях прояви на речни пресъхвания са тема на много научни изследвания. Тези проблеми са предмет на анализи на Маринов (1958,1961), (Пенчев (1972), Дакова (1981,1984) Топлийски (1997), Александров (2011), Христова (1998, 2012), Чиликова-Любомирова (2015) Митков, Топлийски (2018) и др. За целите на изследването са използвани данни от сателитни изображения (Sentinel 2) изразени чрез индексите на сухотата на де Мартон и на овлажняването на Торнтуейт (*moisture index*). Първият се използва за класифициране на климатите в планетарен и регионален план, втория е комплексен показател, обвързващ годишната сума на валежите с потенциалната евапотранспирация. Положителните стойности характеризират климата като влажен, а отрицателните като сух [2]. Под въздействието на глобалните климатични колебания зачестяват и проявите на екстремни явления, оказващи негативно влияние върху речно - долинните системи и речния им отток. В резултат на това оттока намалява и оказва влияние на местните екосистеми. За изучаване и изследване на негативните тенденции минималния допустим отток за нормалното съществуване на екосистемите се разглежда като екологичен отток. Този минимално допустим (екологичен) отток е изходен параметър за определянето на стандартизиран индекс на оттока (SRI). Стойностите на SRI определят категорията на средата като изключително влажна при стойности на $SRI > 1.65$, средно < 0.84 и изключително засушаване при $SRI < - 1.65$ [3]. Съгласно данни на НИМХ индекса SRI показва аналогични на температурните и валежни условия стойности за сезонните прояви на засушаване в изследваната територия за период май 2019 – май 2020. Периодът май-юни е със стойности определящи обстановката като средно засушаване, юли 2019 – силно засушаване, максимум на SRI през август като изключително засушаване, септември – силно засушаване и плавно увеличаване на стойностите до средното през зимния сезон 2019 – 2020. С нарастване стойностите на валежите и атмосферната влага през май 2020 стойностите на SRI определят обстановката като средно до минимално засушаване (on-line архив НИМХ). Основен източник на информация на настоящото изследване е базирания в световната информационна мрежа геопортал Copernicus Hub. Картографските данни са обработени в геоинформационна среда. Данните за индекса на овлажнение по Торнтуейт (*moisture index*) се визуализират чрез близкото инфрачервено (NIR) и късовълновото инфрачервено (SWIR) отражение със следните параметри $NDMI = (B08 - B11) / (B08 + B11)$, където NDWI е нормализиран индекс на разликата във влажността, B08 и B11 са използваните канали от инфрачервения спектър. Другият използван индекс за визуализация и анализ е нормализирания индекс на различията във вегетацията (NDWI), изразен чрез формулата $NDWI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$, където B8 и B4 са канали от близките инфрачервени дължини излъчващи абсорбцията на хлорофила в листата на разстенията (Copernicus Hub). Определянето на една река или речна система като пресъхваща се основава на дълбочината на ерозионния срез. Речните долини, чиито дъна не достигат до водоносния слой или достигат частично, загубват и двете генетични отточни съставки. Частично достигащите до горния палст на подземното водно тяло са изцяло в зависимост от режима на подземните води в обхвата на изследваната територия. Процесът на пресъхване зависи освен от хидроклиматичните условия в района, но и от почвените, литолого-фацилните и морфоложките условия [4].

Морфология на изследвания район. Южните водосбори на река Струма на българска територия попадат в средното течение на реката. За нуждите на изследването е избран район със следните пространствени параметри – площ 1554 km², средна надморска височина 1336 m, вертикално разчленение 50 - 200 m/km², хоризонтално разчленение 1,5 - 2 km/km² (фиг.1) [5]. Районът представлява място на пресичане на две тектонски обусловени долинни морфоструктури – сегмент от Струмската грабенова долина, субмеридионално ориентиран едностранен грабен и сегмент от Струмешнишката грабенова долина със субекваториална ориентация [6]. Оградните бордове на двете морфоструктури са изградени палеозойските метаморфити, внедрени през ранно алпийско време и обуславящи Пиринския от изток, Огражденския от северозапад и Беласишкия от юг хорстови блокове. Долинните склонове са разседно обусловени и изградени от неогенски делувиално-пролувиални седименти (фиг.2)



Фиг.1 Хипсометрична карта

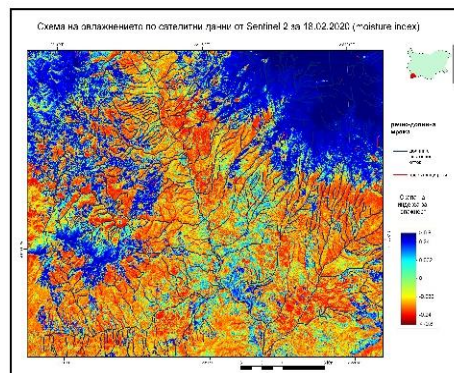
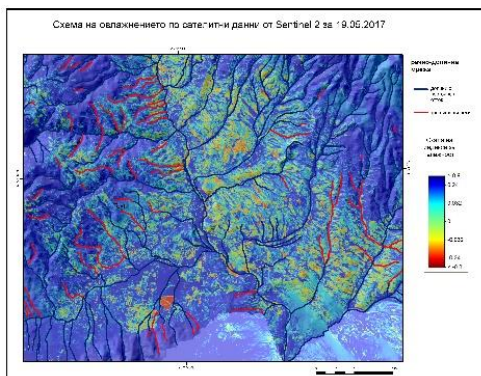


Фиг.2 Обобщена литолого-тектонска схема.

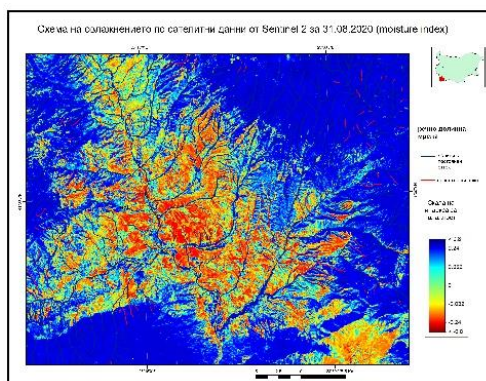
Долинните дъна са запълнени с кватернерни алувиални наслаги. Морфотектонският строеж на водосборния басейн се характеризира с гранитни и метаморфни фации на изграждащите го скални формации, с акумулирани в тях пукнатинни безнапорни води, които отдават недостатъчни количества за поддържане на постоянната отточна съставка. Модулът на речния отток изразяващ водоносността на територията представя показва значителни различия в обхвата на изследвания район. Пиринския водосбор отдава средно 14 l/sec/km^2 и е сред най-водоносните в страната, докато Струмешнишкия като част от Осоговско-Беласишката природно-географска област отдава около $3,8 \text{ l/sec/km}^2$ и е сред слабо водоносните територии [7].

Изследване и резултати. За целите на изследването е определен пояс на пресъхващите притоци. В рамките на югоизточния склон на Огражден заема пространството между 100 до 1000 метровия хоризонтал при средни стойности на наклона 6° . По северния склон на Беласица поясът е развит между 100 и 800 метров хоризонтал със среден наклон 13° . В обхвата на западното подножие на Пирин поясът е разположен между 150 и 1150 метров хоризонтал със среден наклон 5° (фиг.5). В изследваните пояси притоците преминават през различни геоложки, геоморфоложки, климатични и ландшафтни зони и изпитват въздействието на различни по интензивност фактори. Пресъхващите притоци образуват леглата си главно в пояса на излужените канелени горски почви по склоновете на Отражден и Беласица и в по-малка степен в ерозираните излужени от същия вид развити по склона на Пирин (фиг.6) [8].

Сателитните изображения показват характерна за региона закономерност в стойностите на индекса на овлажнение (moisture index). С най-високи стойности за пояса на пресъхващите притоци се представя месец май от $-0,0032$ до 0 , същевременно с най-ниски от $-0,24$ до $-0,8$ е февруари. В изследваният район е установено нарастване влиянието на средиземноморският климат, за който са характерни зимните (фиг. 3б) и летните (фиг.4) засушавания [9]. Тези процеси оказват въздействие върху отточния режим чрез понижаване стойностите на атмосферната и почвената влага.



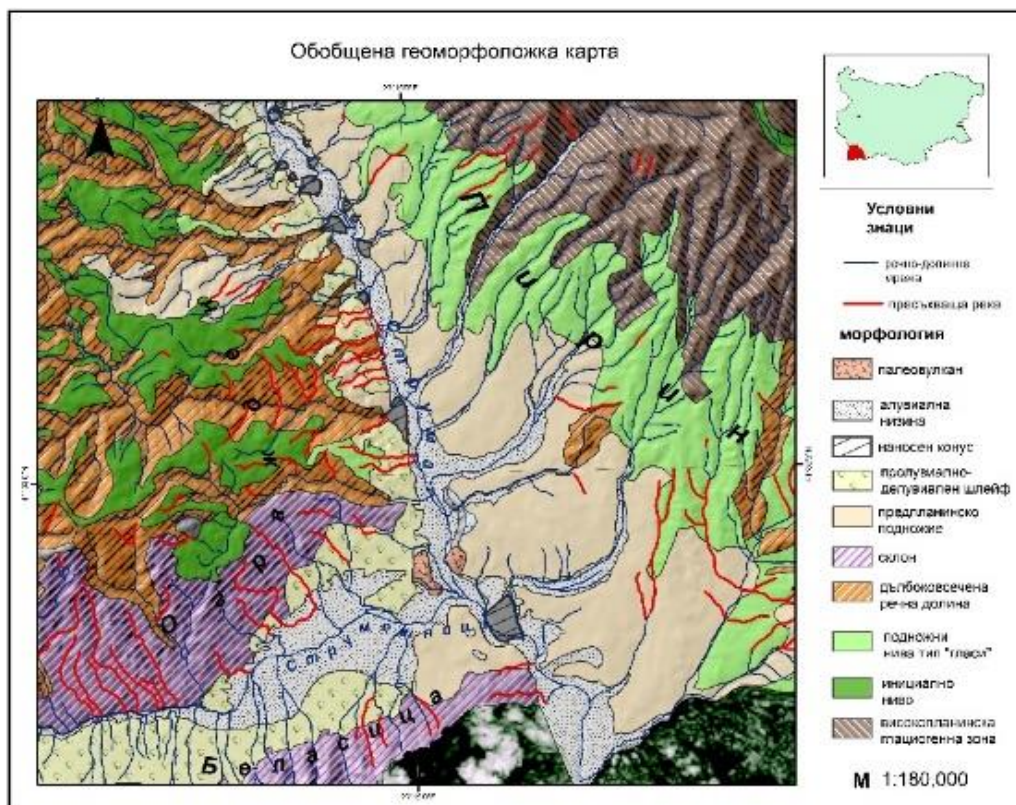
Фиг. 3а пролетни (ляво) и 3б и зимни (дясно) стойности на индекса на овлажнение.
(Copernicus Hub – Sentinel 2)



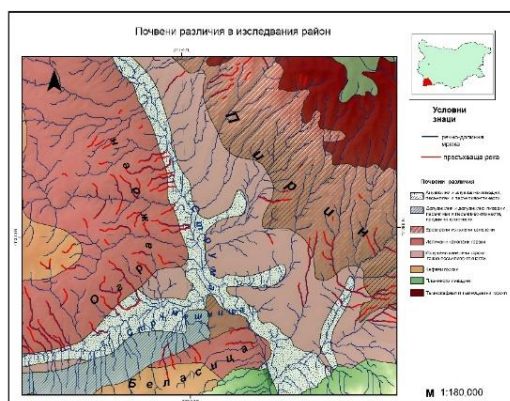
Фиг. 4 Летни стойности на индекса на овлажнение (moisture index).
(Copernicus Hub – Sentinel 2)

Поясът на пресъхващите притоци в обхвата на югоизточния склон на Огражден (фиг.7), който е с най-голямо пространствено развитие и северния склон на Беласица е разположен върху амфиболитовия, мусковитовия и метаконгломератовия прекамбрийски скален комплекс. В подножната ивица на неогенските наслаги, поясът на пресъхващите притоци има значително по-малко развитие. За този пояс, развит по западното подножие на Пирин, са характерни преплетените речни долини, които представляват младообразувани ерозионни форми с ниски вододели, които по време на интергласиалните фази от времето на плеистоценските залежавания са прехвърляли водите си по време на максимални стойности на склоновия отток [10]. От съществено значение за оценка на въздействието на климата върху екологичния отток и неговото неравномерно пространствено разпределение е експозицията на поясите на пресъхващите притоци. Югоизточната и източна експозиция на Огражденския пояс е определящ за по-ниските стойности на атмосферната влага. Северно ориентираните склонове на Беласица и западно ориентираното подножие на Пирин от своя страна предразполагат към повече овлажнение вследствие благоприятното разположение към преобладаващите влажни северозападни и североизточни (през зимния период) въздушни маси. Североизточните маси не са влажни, но през зимата могат предизвикват мощни извалявания от сняг при срещата им с господстващите в района зимни средиземноморски циклони, носещи достатъчно атмосферна влага. Снегонатрупването особено по високите части на Пирин осигурява в достатъчна степен необходимото водно количество. През пролетното пълноводие се осигурява достатъчно водно количество за повърхностния отток, като в същото време част от водите подхранват запасите от подземни води в делувиално-пролувиалния шлейф, който представлява естествен резервоар за поостоянната съставка, осигуряваща нужното водно количество за екологичния отток. Същевременно задържането на снежна покривка в Огражден

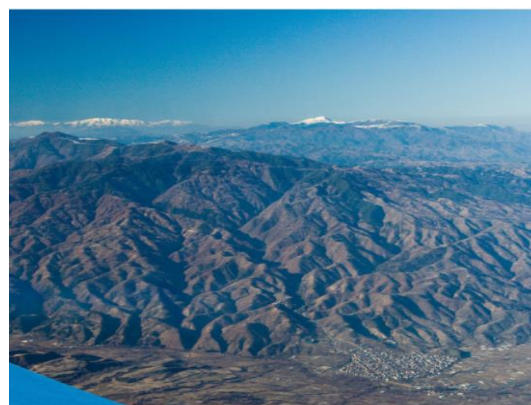
и Беласица е по-ограничено. Разпространението на делувиално-пролувиалния шлейф в Огражден е в по-малки мащаби. Вследствие на тези условия и ограничението на ерозионния врез от изграденото от докамбрийски и палеозойски метаморфни ядро, подземния отток не осигурява достатъчно подхранване на постоянната съставка (фиг. 2 и 5).



Фиг.5 Обобщена геоморфоложка карта



Фиг. 6 Карта на почвените различия.



Фиг. 7 Изглед от южния дял на Огражден (източник: Wikipedia)

Заклучение. Независимо от генетичните различия, между засушаванията и пресъхванията има закономерни взаимовръзки. Сушата е резултат от неблагоприятни метеорологични процеси, пресъхването е свързано с хидроложки, също геоложки и геоморфоложки фактори. Връзките между представените явления, проявяващи се в изследвания район се основават на зависимостта на речния отток от валежите и изпарението. С нарастване

на субтропичния характер на климата в района, нараства степента на проявяване на т. нар. минимален екологичен отток, това от своя страна води до увеличаване на територията обхваната от засушаване. Сателитните изображения изразяват взаимовръзката между сезонното овлажнение и пресъхването. От съществено значение за териториалните диспропорции на пресъхването е геоложкия строеж с литового-фациалните различия при поясите на пресъхващите реки. Масивните скални формации изграждащи склоновете на Огражден обуславят по-широкото развитие на пресъхващите реки от тези по западното подножие на Пирин, където меките неогенски наслаги способстват за по-дълбок ерозионен врез, който осигурява достигането до подземния водоносен хоризонт. Глобалните изенения на климата ще засилват ефекта на засушаване, който с условията способстващи за пресъхване на водните потоци, ще оказва все по-голямо въздействие върху околната среда и ще нарушава екологичния баланс върху все повече територии.

Благодарности:

Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-322/18.12.2019) и финансиран от Фонд Научни Изследвания, проект КП-06-Н34/1 „Природни и антропогенни фактори на климатични промени - анализ на глобални и локални периодични компоненти и дългосрочни прогнози

Acknowledgements:

This work has been carried out in the framework of the National Science Program „Environmental Protection and Reduction of Risks of Adverse Events and Natural Disasters“, approved by the Resolution of the Council of Ministers № 577/17.08.2018 and supported by the Ministry of Education and Science (MES) of Bulgaria (Agreement № Д01-322/18.12.2019).

The study is supported by the National Science Fund of Bulgaria, Contract KP-06-N34/1 „Natural and anthropogenic factors of climate change – analyzes of global and local periodical components and long-term forecasts“

References:

1. Chilikova-Lyubomirova, M, 2015, Monitoring na ekologichniya rechen ottok v usloviya na klimatichni izmeneniya, zasushavane I voden nedostig, Problemi na geografiata, 2015, kn. 3-4, str. 54-64
2. Mitkov, S., D. Topliiski, 2018, Izmenenia na klimata v Bulgaria, predstaveno chrez kompleksni indeksi, GSU, GGF, kn 2 – geografia, tom 110, str. 25 – 38
3. Chilikova-Lyubomirova, M, 2013, Zasushavane – politiki I merki v hidrolgzhki aspekt Problemi na geografiata, 2013, kn. 3-4, str. 69-82
4. Penchev, P., 1972, Öbshta hidrologiya, DI „Nauka i izkustvo“, S
5. Stefanov, P., 2002, Morfografska karakteristika, V; Geografia na Bulgaria, ForCom, S, 2002
6. Aleksiev, G., 2012, Morfotektonika na Balkanskiya poluoostrov, A S
7. Hristova, N, 2012, Rechni vodi na Bulgaria, „TipTop pres“, , S 2012
8. Gyurov, G., T. Totev, 1990, Pochvoznanie, „Zemizdat“, S, 1990
9. Tsenkova, A., E. Koleva, Yu. Ivancheva, 1998, Nyakoi specifichni pokazатели na klimata na rayona na pilotnata zona Petrich – Sandanski ot proekta „MEDKAPOT“ q , mezhdunarodna nauchna konferenciya „100 godini geografiya v S. U. Sv. Kl. Ohridski“, str. 31 – 38, Sofia, 1998

10. Tsankov, Tz., N. Spasov, K. Stoyanov, 2005, Neogensko-kvaternenra paleogeografia i geodinamika na Sredna Struma, Univ. izdat. „Neofit Rilski“ – Blagoevgrad
11. Geografia na Bulgaria, 2002, ForCom, S.

URL:

1. <http://hydro.bg/bg/t1.php?ime=&gr=data/&gn=SRI> - 19.06.2020
2. PURB – BD „Zapadno-Belomorski“ rayon - https://wabd.bg/docs/plans/OB/RAZD/RBMP_OBI.pdf - 05.10.2020
3. <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B3%D1%80%D0%B0> – 20.06.2020