

**Мръсното
завещание
на
Въглищата**

GREENPEACE

<i>Използвани съкращения и химични формули</i>	
<i>ЕС</i>	<i>Европейски съюз</i>
<i>ИАОС</i>	<i>Изпълнителна агенция по околна среда</i>
<i>МОСВ</i>	<i>Министерство на околната среда и водите</i>
<i>ОВОС</i>	<i>Оценка на въздействието върху околната среда</i>
<i>РИОСВ</i>	<i>Регионална инспекция по околната среда и водите</i>
<i>СЗО</i>	<i>Световна здравна организация</i>
<i>СКОС</i>	<i>станданти за качество на околната среда</i>
<i>ФПЧ</i>	<i>фини прахови частици</i>
<i>ФПЧ_{2.5}</i>	<i>фини прахови частици с размер 2.5 микрометра в диаметър или по-малко</i>
<i>ФПЧ₁₀</i>	<i>фини прахови частици с размер 10 микрометра в диаметър или по-малко</i>
<i>NO</i>	<i>азотен монооксид</i>
<i>NO₂</i>	<i>азотен диоксид</i>
<i>NO_x</i>	<i>азотни оксиди</i>
<i>O₃</i>	<i>озон</i>
<i>SO₂</i>	<i>серен диоксид</i>



Съдържание

Въведение	5
Резюме	9
Препоръки	11
ВОДА	13
Описание на пробите	15
Случаят с черното езеро на ТЕЦ „Бобов дол“	16
Проби	
Резултати от водните проби	17
Резултати от седиментните проби	19
Случаят с депото за съхранение на отпадъци „Каменик“	21
Проби	22
Резултати от водните проби	23
Резултати от седиментните проби	25
Случаят със сливането на реките	28
Проби	29
Случаят с въглищната пепел В речните води	30
Сравнение със смесената с вода пепел в „Каменик“	
Въздух	35
Материали и методи	37
Предельно допустими стойности за замърсяване	40
Резултати	
Фини прахови частици с размер 10 микрометра в диаметър или по-малко	41
Серен диоксид	43
Азотни оксиди и озон	45
Източници	49



Въведение

Въглицата са най-големият фактор за антропогенното въздействие върху климата в целия свят¹. Изгарянето на въглища генерира една трета от емисиите на въглероден диоксид, причинени от човешки дейности. Тъй като почти 40% от енергията в световен мащаб² идва от този вид изкопаеми горива, постепенното излизане от зависимостта от въглицата е от ключово значение за забавянето на климатичните промени и предотвратяването на мащабна екологична катастрофа. Това е нашата възможност да ограничим повишаването на глобалната температура до 1.5°, за да избегнем екзистенциалната опасност пред човечеството. Тя вече е сурова реалност за мнозина по света под формата на опустошителни наводнения, продължителни суши, разрушителни пожари и провалени реколти.

С между 40% (през лятото) и 60% (през зимата)* производство на енергия от въглища в енергийния си микс България е една от страните в ЕС, които силно разчитат на въглицата. Нещо повече, системата е тежко зависима от остарели и замърсяващи централи, които използват местно гориво с високи концентрации

на сяра и значително съдържание на прах, отделяни под формата на серен диоксид (SO₂) и фини прахови частици (ФПЧ) в процеса на изгаряне. Успоредно със засилването на климатичната криза, въглищните електроцентрали са значителен източник на замърсяване на водите и въздуха както по места, така и в цели региони.

Ето защо „Грийнпийс“ – България предприе проучване на въздействието на въглищната топлоелектрическа централа „Бобов дол“ върху водите и въздуха в района на Големо село в Западна България. С мощност от 1716 MWth (630 MWe) съоръжението представлява 14% от общите инсталирани мощности за производство на електроенергия от въглища⁴ и осигурява около 9% от брутното производство на енергия от ТЕЦ⁵ и 4% от общото брутно производство на енергия⁶ в България. Построена през 1975 г., централата е символ на една залязваща индустрия, вкопчана във властовите структури на неререформирана енергийна система, която използва технологии от миналия век, превърнали разрушителните нива на замърсяване в нещо нормално.

* През последните години в България се наблюдава тенденция на спад в производството на електроенергия от въглища заради намаляващата конкурентоспособност на централите³.

ТЕЦ „Бобов дол“ е приватизирана през 2008 г. – стъпка от процеса на изграждането на „империята Ковачки“, свързвана с известния енергиен бизнесмен⁷, който се представя само като консултант. През последните няколко години добавянето на алтернативни горива, като отпадъци и биомаса, се превърна в модел за застаряващите въглищни централи от групата около Ковачки в опит да се облекчи икономическата тежест от нарастващите цени на въглеродните емисии и сриващата се рентабилност на въглищата. ТЕЦ „Бобов дол“ не прави изключение: през 2019 г. е използвала повече от 2.4 млн. тона твърдо гориво, съставено от 1.65 млн. тона въглища, 748 000 тона биомаса, квалифицирана и като отпадъци в зависимост от съдържанието, и 31 000 тона отпадъци, определени като неопасни⁸. На 9 април 2019 г. централата получи ново комплексно разрешително, с което официално се въвежда използването на тези алтернативни горива⁹. Преди това Министерството на околната среда и водите (МОСВ) разрешава съвместната употреба на неопасни отпадъци по неофициална и нерегламентирана процедура¹⁰ за експериментално изгаряне, считано от 12 ноември 2018 г. за период от шест месеца. През януари 2019 г. депото за съхранение на отпадъци от изгаряне на въглища „Каменик“ получи ново комплексно разрешително, с което списъкът на видовете отпадъци, разрешени за депониране, се разширява с пепел, получена от съвместното изгаряне на въглища с отпадъци и биомаса¹¹.

В производството на електроенергия от въглища се използват огромни количества вода – ценен ресурс, който става все по-оскъден в резултат на климатичната криза. Прогнозите за постоянно намаляване на водните източници и нарастваща конкуренция за наличните ресурси бързо се превръщат в реалност. В същото време от всичката вода, използвана в България, най-голямата част обезпечава само нуждите от охлаждане в енергетиката¹² – количеството възлиза на 75% от общото

потребление на вода през 2018 г. Освен това по отношение на употребата на вода въглищата са най-неефективният енергиен източник, като някои български въглищни централи се нареждат сред най-лошите по този показател¹³. В допълнение, въглищата се отразяват сериозно на качеството на водата във всеки етап от жизнения си цикъл: от добива, през изгарянето, до съхранението на отпадъчната пепел, която обикновено се депонира в големи съоръжения, свързани с дългосрочни негативни въздействия върху околната среда заради неадекватни планове за рекултивация и слаб институционален контрол.

Ето защо потенциалните потоци на замърсяване на водата бяха проучени и анализирани, за да се определи както моментният състав, така и вариациите във времето на отпадъците във водите, зауствани в река Разметаница и генерирани от ТЕЦ „Бобов дол“ – от мястото за съхранение на пепел на площадката на централата, известно като черно езеро, както и от по-голямото депо за дългосрочно съхранение на отпадъци „Каменик“.

Още по-добре известно е, че въглищните електроцентрали са доказан източник на замърсяване на въздуха – невидима заплаха, която засяга буквално всяка част от човешкото тяло¹⁴, както сочат все повече научни доказателства. Дишането на замърсен въздух причинява дискомфорт, задух, кашлица, гразнене на очите, а продължителното излагане може да доведе до сериозни заболявания, като астма, рак на белите дробове, сърдечни заболявания, както и болести на нервната и репродуктивната система. Измерванията на концентрацията на замърсяване на въздуха в районите около електроцентрали обикновено показват по-високи нива на SO₂ и твърди частици ФПЧ₁₀ и ФПЧ_{2,5}, отколкото в по-отдалечените от тях райони.

По тази причина докладът включва проучване, което описва резултатите от примесечно наблюдение на замърсяването

на въздуха, проведено в Големо село. Мониторинг на замърсители като азотен диоксид (NO₂) и ФПЧ₁₀ е извършен от 21 февруари до 22 май 2019 г. Анализът включва също и резултатите от предишно дългосрочно измерване на NO₂ и SO₂, проведено от „Грийнпийс“ – България, както и официален мониторинг, осъществен от Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС).

Резултатите от проучването потвърждават честни изпускания на отпадни води в околната среда от различни места около ТЕЦ „Бобов дол“. Производственият цикъл, който завършва със съхранение на тонове пепел на открито, изискващо последователно управление в продължение на десетилетия след прекратяването на производството на електроенергия, остава в наследство замърсяване и увредена природа за поколения след края на въглищната ера.

Също така работата на електроцентралата създава рискове за здравето на общностите, които живеят в близост, чрез постоянно повишените фонов нива на някои замърсители и скоковете в концентрацията на други в определени части на деня. Освен това действащите в момента регулации и наличният капацитет на институциите са недостатъчни за контрол и предотвратяване на случаите на превишаване на нормите за чистота на въздуха. Това превръща хората и околната среда в заложници на вредното въздействие на въглищната индустрия.

Преките вредни въздействия върху хората и околната среда, мръсното наследство за местните територии и глобалните последици от климатичната криза са спешен призив за устойчива трансформация, за да защитим нашите водни ресурси и да укрепим способностите си за адаптация. Крайна дата за излизане от зависимостта от въглищата би осигурила рамка за добре подготвен план за преход към децентрализирана енергийна система,

базирана на възобновяема енергия. Това е решаваща първа стъпка в отговор на климатичната криза и бързата загуба на биологично разнообразие – глобални кризи с различни последици на местно ниво. Докато светът се намира на кръстопът, има възможност за изграждане на икономики и общности, които се развиват, като същевременно зачитат околната среда. Планираният преход би осигурил диверсификация на местните икономики към дейности, устойчиви на бъдещи промени. И не на последно място, справедливият преход би предоставил на работниците нови възможности за работа, които не изискват компромис със собственото им здраве. Тъй като засегнатите региони ще трябва да се справят с мръсното наследство на въглищата в продължение на поколения, преходът, макар и отдалечен, е необходим повече от всякога.

Резюме

Отпадни води с повишени концентрации на различни метали и металоиди, асоциирани с пепел от възлища, редовно се изпускат в околната среда от местата, където се съхраняват отпадъците, генерирани от ТЕЦ „Бобов дол“. Те включват отпадни води, зауствани в приток на река Разметаница, от съоръжението, наречено голен изравнител, разположено непосредствено под дигата на депо „Каменик“.

Резултатите от проучването показват, че отпадните потоци от ТЕЦ „Бобов дол“ и/или свързаното с централата черно езеро оказват влияние върху качеството на водите и утаечните слоеве на река Разметаница. В рамките на проучването бяха открити доказателства за заустването на значителни количества пепел в река Разметаница от ТЕЦ „Бобов дол“ и неговото черно езеро на 21 май 2019 г.

Среднодневната норма за прахови частици ФПЧ_{10} на Европейския съюз (ЕС) и Световната здравна организация (СЗО) от $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е превишена в пет случая според данните, анализирани в изследването. Един от тях е регистриран от мобилната станция за наблюдение на ИАОС, а четири – от апарата pDR , инсталиран от „Грийнпийс“ – България. Устройствата за измерване на замърсяването са работили в различни и относително кратки периоди и следователно резултатите биха могли да показват наличие на по-мощен проблем – а именно възможно нарушение на законодателството на ЕС, което допуска само 35 превишения годишно.

Отчетени са и 11 превишения на препоръчителните според СЗО среднодневни стойности за SO_2 от $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Средночасовата норма на ЕС за SO_2 от $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е превишена веднъж според данните от периода на проучването, събрани от мобилната станция на ИАОС. Годишно са позволени 24 превишения. Мониторингът на този замършител е извършен само за два периода от по две седмици и следователно е вероятно

през календарната година да бъдат регистрирани и други случаи на превишения на стандартите.

По време на периодите на измерване не са регистрирани нарушения на стандартите за качество на въздуха от ЕС и СЗО за NO_2 или озон (O_3). Краткосрочните данни обаче не позволяват оценка за потенциално превишаване на средногодишните норми по тези показатели. Устройството AQMesh, инсталирано от „Грийнпийс“ – България, измерва относително по-високи концентрации на NO_2 и O_3 в сравнение с данните от другите измервателни уреди, включени в проучването. Директната съпоставка обаче е невъзможна поради различните местоположения и периоди на измерване. Средната стойност на NO_2 ($41 \mu\text{g}/\text{m}^3$) е по-висока от средногодишния стандарт ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Следователно ако концентрациите извън периода на мониторинг останат на сходни нива, може да се очаква превишаване на средногодишната норма за NO_2 .

Наблюдава се добре изразен дневен цикъл на тези два замърсителя с пикови нива на NO_2 и падащи нива на O_3 през деня и обратното през нощта. Нивата на NO_2 не падат под $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ през нощта. В селски район като Големо село, където има ограничени източници на NO_2 през нощта, повишените нива показват ясно, че емисиите от ТЕЦ „Бобов дол“, която работи почти непрекъснато, увеличават фоновата концентрация на този тип замърсяване в региона.

За повече подробности:

Технически доклад за замърсяването на водите от ТЕЦ „Бобов дол“¹⁵

Технически доклад за замърсяването на въздуха от ТЕЦ „Бобов дол“¹⁶



Препоръки

Разследване на източниците на замърсяване и пропорционални санкции за нарушителите

Докато не бъдат въведени мерки за предотвратяване на изпускането на отпадни води и твърди отпадъци от ТЕЦ „Бобов дол“ и местата за съхранение на пепелта от процесите на горене в централата, дейността ѝ ще продължи да оказва сериозно влияние върху качеството на повърхностните води в региона. Наложително е да бъде разследвано очевидното изпускане на значителни количества пепел в река Разметаница през май 2019 г. и да се провери дали е имало подобни изпускания и друг път. Разследването би следвало да препоръча превантивни мерки за предотвратяване на всяко подобно замърсяване в бъдеще, които да бъдат приложени незабавно.

Предотвратяване на замърсяването чрез по-строги регулации

Необходимо е ефективно въвеждане на по-строги регулации, за да се предотврати замърсяването и да се подобри екологичното състояние на река Разметаница. Предвид прогнозирания значителен недостиг на вода в близко бъдеще заради ефектите от климатичната криза в басейна на река Струма е крайно безотговорно да се допускат вредни нива на замърсяване.

Събиране, анализиране и публикуване на данни

Анализите на данните за качеството на въздуха разкриват притеснителни доказателства за нарушения на стандартите на ЕС и на СЗО за замърсители като прахови частици ФПЧ_{10} и SO_2 , както и за повишени фоновы концентрации на NO_2 в района около ТЕЦ „Бобов дол“. Замърсител от такъв калибър трябва да осигури постоянно наблюдение на замърсяването на въздуха, което да бъде провеждано от независим орган, за да се гарантира навременна, прозрачна и публична оценка на данните. В крайна сметка належащо е да бъдат отстранени първопричините за проблема още при източника на замърсяването на въздуха.

Поставяне на грижата за околната среда и климата в основата на процедурата за издаване на разрешителни

Условията в процедурата по издаване на комплексни разрешителни за експлоатацията на въглищни електроцентрали трябва да отговарят на предизвикателството за справяне с проблемите на замърсяването, влошеното състояние на околната среда и ускорението на климатичните промени, вместо да бъдат съобразени с възможностите на морално и технически остарелите инсталации.



Вода

ТЕЦ „Бобов дол“ е разположена на брега на река Разметаница, приток на река Джерман, която се влива в река Струма – централния водоем на Западнобеломорския речен басейн. Електроцентралата има разрешително за изхвърляне на филтрирани отпадни води в река Разметаница в две официални точки за заустване в черното езеро¹⁷ – сгуруотвал в близост до електроцентралата. Летливата пепел се прехвърля от електроцентралата в това съоръжение за временно съхранение и третиране. Впоследствие се транспортира по 5-километрова конвейерна лента до „Каменик“ – подобно на язовир депо за окончателно съхранение на пепелта от ТЕЦ „Бобов дол“. То е разположено в близката планина между селата Каменик и Мали Върбовник. На около 10 км надолу по течението от електроцентралата, Разметаница поема водите на река Каменишка, които идват от съоръжение под дигата на „Каменик“.

Електроцентралите в региона, сред които ТЕЦ „Бобов дол“ е с най-голям капацитет, са самостоятелно отговорни за 6% от общите емисии на промишлени отпадни води¹⁸ на територията на речния басейн. В по-локален мащаб ТЕЦ „Бобов дол“ със своето депо „Каменик“ е един от двата¹⁹ източника на промишлени отпадни води в река Разметаница, а другият са възлищните

мини по-нагоре по течението. Битови отпадни води се заустват от две градски канализационни мрежи²⁰ в град Бобов дол.

В Плана за управление на речния басейн (2016 – 2021) на Западнобеломорския басейн екологичното състояние на Разметаница е оценено като умерено, а химическото състояние – като добро. Въпреки това оценката на реката рязко се влошава през следващите години, като екологичното ѝ състояние стигна до най-лошото възможно ниво. Рамковата директива на ЕС за водите – правното основание за изготвянето на Планове за управление на речните басейни, има класификационна схема с пет категории за екологичното състояние на повърхностните води, в зависимост от степента на въздействие от човешка дейност: високо, добро, умерено, лошо и много лошо. Въпреки че през годините реката поддържа „добро“ химическо състояние, нейният екологичен статус и потенциал постоянно се оценяват като „много лоши“ в годишните бюлетини за мониторинг на водите през 2017²¹, 2018²² и 2019 г.²³ Необходимо е намаляването на замърсяването да се превърне в приоритет до окончателното му премахване с цел подобряване на състоянието на засегнатите водоеми, особено с оглед на прогнозирания недостиг на вода в близко бъдеще поради изменението на климата²⁴.

Описание на пробите

При три посещения в района на ТЕЦ „Бобов дол“ и прилежащата ѝ инфраструктура между ноември 2018 г. и май 2019 г. бяха взети редица проби.

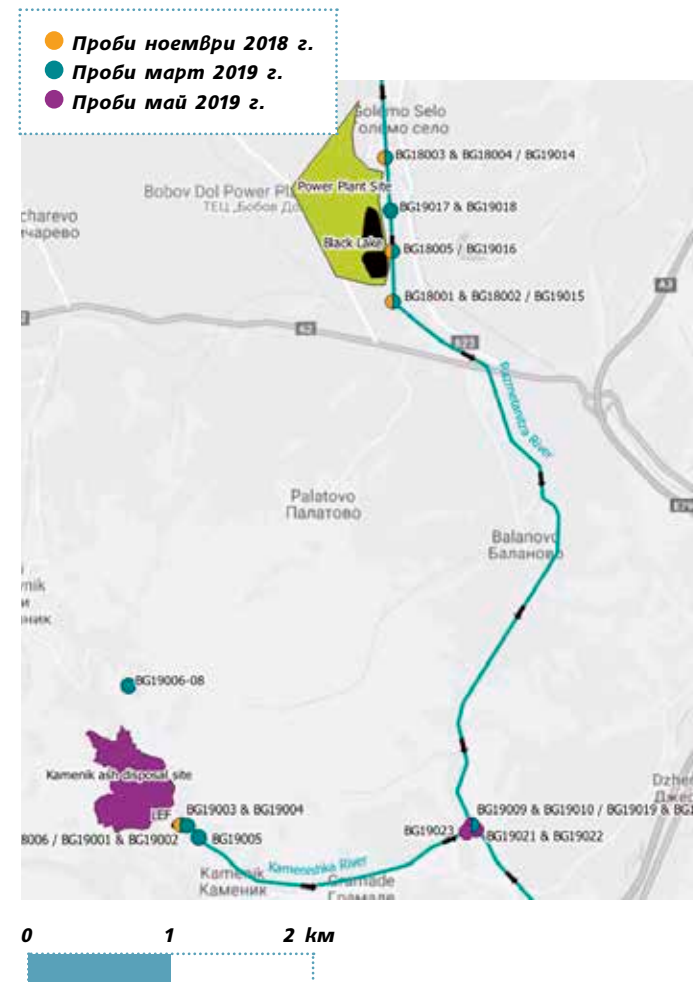
Таблица 1. Списък на посещенията, броя проби и описание на местата на пробовземане

8 – 9 ноември 2018 г.	6 проби	Взети главно от река Разметаница, в непосредствена близост до самата електроцентрала и черното езеро
11 – 13 март 2019 г.	18 проби	Взети около електроцентралата, както и с по-специален фокус върху отпадъците, които влизат и излизат от „Каменик“
21 май 2019 г.	5 проби	Взети с особен фокус върху водите и седиментите непосредствено нагоре и надолу по течението от вливането на река Каменишка в река Разметаница

Възлищата съдържат широка гама метали и металоиди в различни концентрации: някои на относително високи нива, а други – в много малки количества²⁵. Сред тях са токсични елементи, като арсен и живак, както и други елементи, като алуминий, калций, магнезий, манган, калий, рубидий и стронций^{26,27}. Съставът им варира значително при различните източници на възлища.

При изгарянето металите и металоидите се отделят от възлищата. Една фракция се изпуска в димните газове, макар че в общи линии основната част се задържа в летливата пепел – в много случаи при по-високи концентрации, отколкото в неизгорелите възлища²⁸.

Фигура 1. Карта на местата на вземане на проби



По време на горенето металите и металоидите във възлищата претърпяват промени в химическата си форма, което може да доведе до по-лесното им отделяне от получената пепел в сравнение с отделянето им от неизгорелите възлища^{29,30}. След депонирането на летливата пепел с течение на времето металите и металоидите се отделят в различна степен. Получените филтрати може да бъдат наситени с метали/металоиди, които при отделяне да причинят замърсяване на подпочвените и повърхностните води^{31,32,33,34}. Отделянето на токсични микроелементи, като арсен и живак, може да окаже въздействие върху околната среда и човешкото здраве. Отделянето на основни метали, като калций, калий и стронций, в отпадните води може да увеличи солеността и да повлияе на качеството на приемащите водни басейни. Това би могло да има екологични последици в зависимост от комбинацията от отделени метали и крайните им концентрации в приемния водоем^{35,36}.

Случаят с черното езеро на ТЕЦ „Бобов дол“

Проби

Отпадните води от производствения цикъл на ТЕЦ „Бобов дол“ се изпускат от съседното черно езеро през две официални точки на заустване в река Разметаница. През ноември 2018 г. проби от речна вода и седименти бяха взети от река Разметаница както нагоре (BG18003-04), така и надолу по течението (BG18001-02) от двете точки на заустване. За съжаление, пробата на речната вода, взета надолу по течението, се счуни при транспортирането до лабораторията и нямаше възможност да бъде анализирана.

Освен това проба от отпадни води беше взета директно от точката на заустване по-нагоре по течението на реката (BG18005). Нямаше възможност за вземане на проби от втората точка на заустване, разположена на около 150 м по-надолу по течението.

Мястото беше посетено през март 2019 г. и отново бяха взети проби от локациите, изброени по-горе, включително от отпадни води от същата точка на заустване (BG19016) и речна вода от река Разметаница нагоре и надолу по течението от двете точки на заустване (съответно BG19014 и BG19015).

Фигура 2: Карта на местата на вземане на проби близо до ТЕЦ „Бобов дол“



Таблица 2*. Данни за проби от речна вода (РВ), отпадни води (ОВ) и речен седимент (Сед) в околностите на ТЕЦ „Бобов дол“ в Големо село, България

Ноември 2018 г.	Проба	Вид	Място	Описание
	BG18001**	РВ	Река Разметаница	200 м надолу по течението от точката на заустване край черното езеро, от която е взета проба
	BG18002	Сед	Река Разметаница	
	BG18003	РВ	Река Разметаница	200 м нагоре по течението от точката на заустване край черното езеро, от която е взета проба
	BG18004	Сед	Река Разметаница	
	BG18005	ОВ	Изпускателна тръба	Едната от двете официални точки на заустване край черното езеро в река Разметаница
Март 2019 г.	Проба	Вид	Място	Описание
	BG19014	РВ	Река Разметаница	200 м нагоре по течението от точката на заустване край черното езеро, от която е взета проба, както BG18003
	BG19015	РВ	Река Разметаница	200 м надолу по течението от точката на заустване край черното езеро, от която е взета проба, както BG18001
	BG19016	ОВ	Изпускателна тръба	Едната от двете официални точки на заустване край черното езеро в река Разметаница, както BG18005

*За GPS координати на точките за вземане на проби направете справка в Техническия доклад за замърсяването на водите от ТЕЦ „Бобов дол“. ** Счупена бутилка, не може да се анализира.

Резултати от водните проби

Водните проби от река Разметаница, взети нагоре по течението от официалните точки на заустване на черното езеро през ноември 2018 г. (BG18003) и март 2019 г. (BG19014), съдържат концентрации на метали и металоиди в диапазони, характерни за незамърсени повърхностни води³⁷.

Пробите от отпадни води, взети от официалната точка на заустване на черното езеро (BG18005 от ноември 2018 г. и BG19016 от март 2019 г.), също имат състав, подобен на пробите от водите нагоре по течението, макар и с малко по-високи концентрации на няколко вида разтворени метали. Резултатите показват, че заустването на води от официалната точка нагоре по течението не е оказвало съществено влияние върху качеството на водата в река Разметаница по това време. За съжаление, не беше възможно да се вземе проба от втората точка на заустване по-надолу по течението.

За разлика от това, пробата от вода от река Разметаница (BG19015), взета надолу по течението от двете точки на заустване от черното езеро през март 2019 г., съдържа много разтворени метали/металоиди в по-високи концентрации в сравнение с речната вода от пробата, взета нагоре по течението (BG19014) в същия ден. Концентрациите на молибден, манган и ванадий, както и на алуминий, арсен, бор и калций бяха особено повишени. Този модел е подобен на констатирания в пробите от отпадни води (BG18006 и BG19001), взети от голния изравнител под депото за съхранение на отпадъци „Каменик“ (за подробности вижте „Случаят с депото за съхранение на отпадъци „Каменик““).

Тези резултати подсказват, че отпадъците от ТЕЦ „Бобов дол“ и/или свързаното с нея черно езеро влияят върху качеството на водата на река Разметаница. Освен това изглежда вероятно втората официална точка на заустване да е източник на такова замърсяване, въпреки че не беше възможно предположението да се потвърди пряко.

Бор

Борът е естествен металоид и присъства като микроелемент във въглищата, обикновено при концентрации в диапазона 5 – 100 мг/кг, макар че някои въглища съдържат концентрации от стотици мг/кг^{58,59}. Борът може да се отделя в атмосферата в газообразна форма по време на изгарянето на въглища⁶⁰, като се съдържа също в генерираната летлива пепел, от която може лесно да се отдели^{61,62,63}.

Борът в околната среда присъства предимно като борати, а концентрациите на елемента в незамърсени повърхностни води обикновено са под 100 µг/л^{64,65,66}. Средните концентрации в незамърсени почви и седименти обикновено са около 30 мг/кг, въпреки че концентрациите може да варират значително в

зависимост от местната геология, като са констатирани и стойности до 100 мг/кг^{67,68,69}.

Борът може да има токсичен ефект върху водните екосистеми, когато концентрацията му надвиши 1000 µг/л⁷⁰. При хората борът в малки количества е важно хранително вещество, но може да има токсично въздействие при по-високи дози, макар и само след поглъщане в големи количества (десетки грамаве), които предизвикват най-често стомашно-чревни смущения⁷¹. В проучвания върху животни са се проявили редица ефекти, най-често върху репродуктивната способност на мъжките индивиди, въпреки че отново се отнасят до поглъщане в големи количества, далеч по-високи от нормалните нива на експозиция⁷². Ограничението за концентрацията на бор в питейната вода в ЕС е 1000 µг/л⁷³, а СЗО определя ориентировъчна стойност за питейна вода от 2400 µг/л⁷⁴.

Таблица 3. Концентрации на разтворени метали и металоиди във филтрирани водни проби (Φ) и общи концентрации на метали и металоиди в цели, нефилтрирани водни проби (О) (µг/л)

Време на вземане на пробата	Ноември 2018 г.				Март 2019 г.					
Код на пробата	BG18003		BG18005		BG19014		BG19015		BG19016	
Място	Разметаница, нагоре по течението от заустването		Точка на заустване от черното езеро		Разметаница, нагоре по течението от заустването		Разметаница, нагоре по течението от заустването		Точка на заустване от черното езеро	
	Φ	О	Φ	О	Φ	О	Φ	О	Φ	О
Алуминий	<5	778	32	210	<5	598	141	3750	24	4175
Антимон	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.3	0.8	0.9	0.1	0.3
Арсен	1.9	2.3	0.7	0.7	1.6	2.0	8.7	12.1	1.9	4.0
Барий	39.1	46.4	24.3	28.3	33.3	44.6	45.7	87.4	23.0	63.1
Бор	76.8	81.0	13.8	13.8	52.6	59.0	173	197	13.2	20.0
Кадмий	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.17	<0.05	0.06	<0.05	0.12
Калций	8920	9140	4735	4850	7280	8260	38500	41300	4375	4930
Общ хром	<0.05	1.66	0.14	1.05	<0.1	1.5	1.1	5.2	0.3	5.3
Хром (VI)	<20	-	<20	-	<50	-	<20	-	<20	-
Кобалт	0.06	0.26	0.05	0.12	<0.1	0.5	<0.1	0.9	<0.1	1.3
Мед	1.4	3.5	4.8	8.7	1.2	3.5	1.5	6.6	4.3	17.8
Галий	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.3	0.9	2.1	<0.2	1.4
Желязо	9	531	37	258	10	514	7	2380	21	3550
Олово	<0.1	1.3	<0.1	1.1	0.6	1.2	0.1	2.9	0.4	4.3
Манган	<0.2	71.6	<0.2	7.2	0.3	269	4.9	172	0.4	60.8
Живак	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Молибден	2.5	2.9	3.0	3.1	1.9	2.3	21.4	21.1	1.3	1.5
Никел	1.6	2.6	0.5	1.2	1.7	2.9	1.2	6.1	0.9	6.5
Калий	7150	7490	1890	1950	5250	6360	4650	6830	1915	2680
Рубидий	2.7	4.1	1.1	1.3	2.6	3.8	5.3	9.7	1.2	5.9
Стронций	818	825	169	172	574	585	614	650	130	148
Талий	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Уран	4.41	4.37	1.13	1.12	3.75	3.76	1.81	2.18	1.21	1.62
Ванадий	0.81	1.98	1.42	1.78	0.7	2.1	42.9	55.5	2.7	13.1
Цинк	1.1	6.9	1.2	6.1	<2	13	<2	18	5	38
pH	-	7.7	-	8.2	-	6.7	-	7.5	-	7.5

Резултати
от седиментните
проби

Концентрациите на някои метали/металоиди в пробата от утаечните слоеве на река Разметаница, взета надолу по течението от електроцентралата през 2018 г. (BG18002), са по-високи от тези в утаечните слоеве нагоре по реката (BG18004). Това се отнася най-вече за калций и стронций, както и за арсен, бор, уран и ванадий. Тези резултати предполагат натрупване на метали/металоиди в речния седимент вследствие на непрекъснати изпускания във времето на непречистени отпадни води през втората точка на заустване, а може би и през първата нагоре по течението, но в други случаи.

Таблица 4. Концентрации на метали и металоиди (мг/кг сухо тегло) в седиментни проби

Година на вземане на пробата	2018	
Код на пробата	BG1800	BG18002
Място	Разметаница, нагоре по течението от заустването	Разметаница, надолу по течението от заустването
Алуминий	27150	29200
Антимон	<0.05	<0.05
Арсен	18.0	38.6
Барий	225	327
Бор	21.4	35.9
Кадмий	0.21	0.22
Калций	2035	23100
Общ хром	31.1	35.4
Хром (VI)	9.5	7.9
Кобалт	28.6	39.7
Мед	11.5	13.0
Галий	26400	28300
Олово	22.0	16.1
Манган	2015	1270
Живак	<0.1	0.2
Молибден	0.7	1.1
Никел	24.8	35.7
Калий	4705	3780
Рубидий	24.9	20.8
Стронций	65	207
Талий	0.4	0.4
Уран	1.97	3.80
Ванадий	42.2	83.5
Цинк	90	64

Арсен

Арсенът е естествен металоид. Съдържанието на арсен във Върглищата може да варира значително между различните източници на Върглища както по отношение на концентрацията, така и по отношение на формата. Концентрациите обикновено са в границите 1 – 19 мг/кг³⁸, макар че някои лигнитни и кафяви Върглища може да имат относително високо съдържание на арсен с концентрации 100 мг/кг³⁹. При изгарянето на Върглищата съдържащият се в тях арсен се освобождава в атмосферата или в летливата пепел, в зависимост от вида на Върглищата и условията на горене⁴⁰.

В околната среда концентрациите на арсен в незамърсени територии обикновено са под 5 мг/л^{41,42,43}, а концентрациите в незамърсени утайки обикновено са под 10 мг/кг, но тези количества може да варират значително между различните места⁴⁴. В повърхностните води арсенът се среща предимно като арсенат (AsV).

Основните начини, по които арсенът попада в човешкото тяло, са чрез храната и питейната вода^{45,46}. Арсеновите съединения във водата се абсорбират бързо при поглъщане⁴⁷. Обикновено най-големи количества арсен се поглъщат чрез храната. Морските дарове са най-известният източник,

въпреки че арсенът в рибите и ракообразните присъства главно в органичната си форма, наречена арсенобетаин, която е значително по-малко вредна⁴⁸.

Арсенът е едновременно остро и хронично отровно вещество. Токсичността му се влияе от степента на окисление, като AsIII е по-токсичен от AsIV, както и от неговата химическа форма⁴⁹. Токсичността на арсена може да окаже влияние на сладководните екосистеми, включително и върху рибите и водните бозайници⁵⁰. При хората остро отравяне с арсен обикновено се свързва с поглъщането на вода, съдържаща висока концентрация на веществото. Токсичността му се влияе в значителна степен от скоростта на отстраняване от тялото, която може да варира при различните индивиди⁵¹. Хроничните ефекти, дължащи се на продължителна експозиция чрез замърсена питейна вода, включват кожни рани, увреждане на нервите и въздействия върху сърдечносъдовата система⁵². По-обезпокоителен е повишеният риск при продължително поглъщане на неорганичен арсен, което може да доведе до рак на кожата, пикочния мехур, черния или белия дроб⁵³. Неорганичните арсенови съединения са класифицирани като канцерогенни за хората от Международната агенция за изследване на рака (IARC)⁵⁴. Повишени рискове от рак на белия дроб и пикочния мехур, както и кожни рани може да възникнат дори при концентрации под 50 µg/l⁵⁵. Ограничението за концентрация на арсен в питейната вода в ЕС е 10 µg/l⁵⁶ – същата, каквато препоръчва и СЗО⁵⁷.

Случаят с депото за съхранение на отпадъци „Каменик“

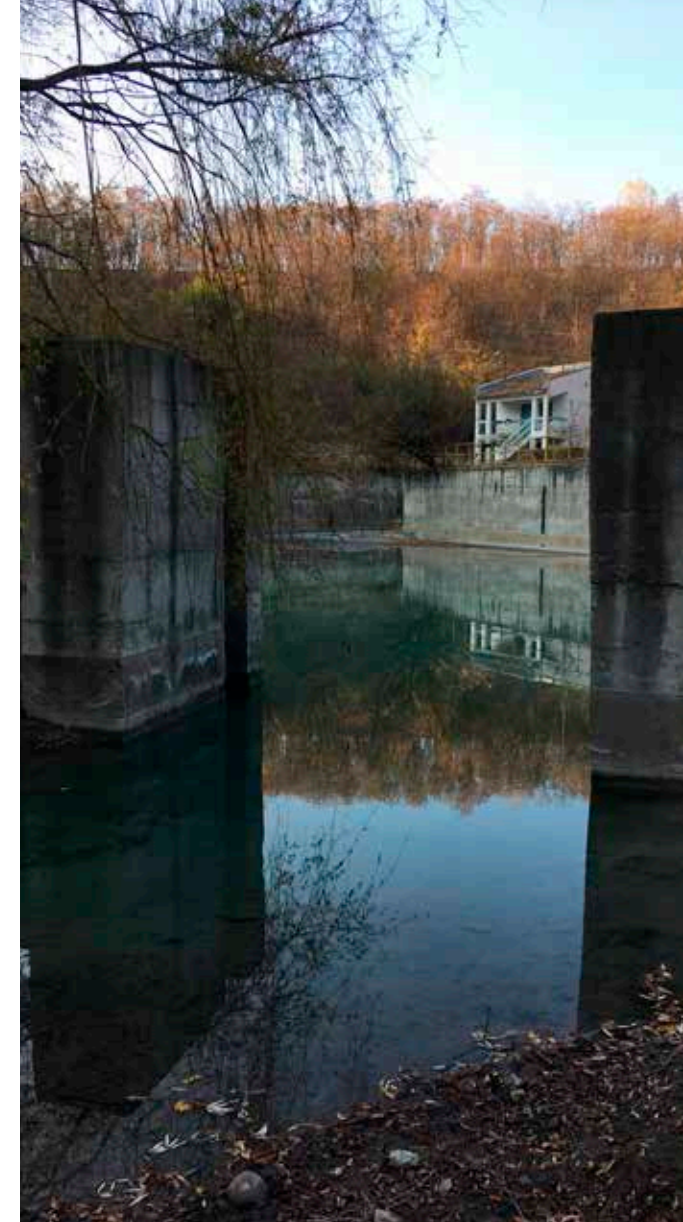
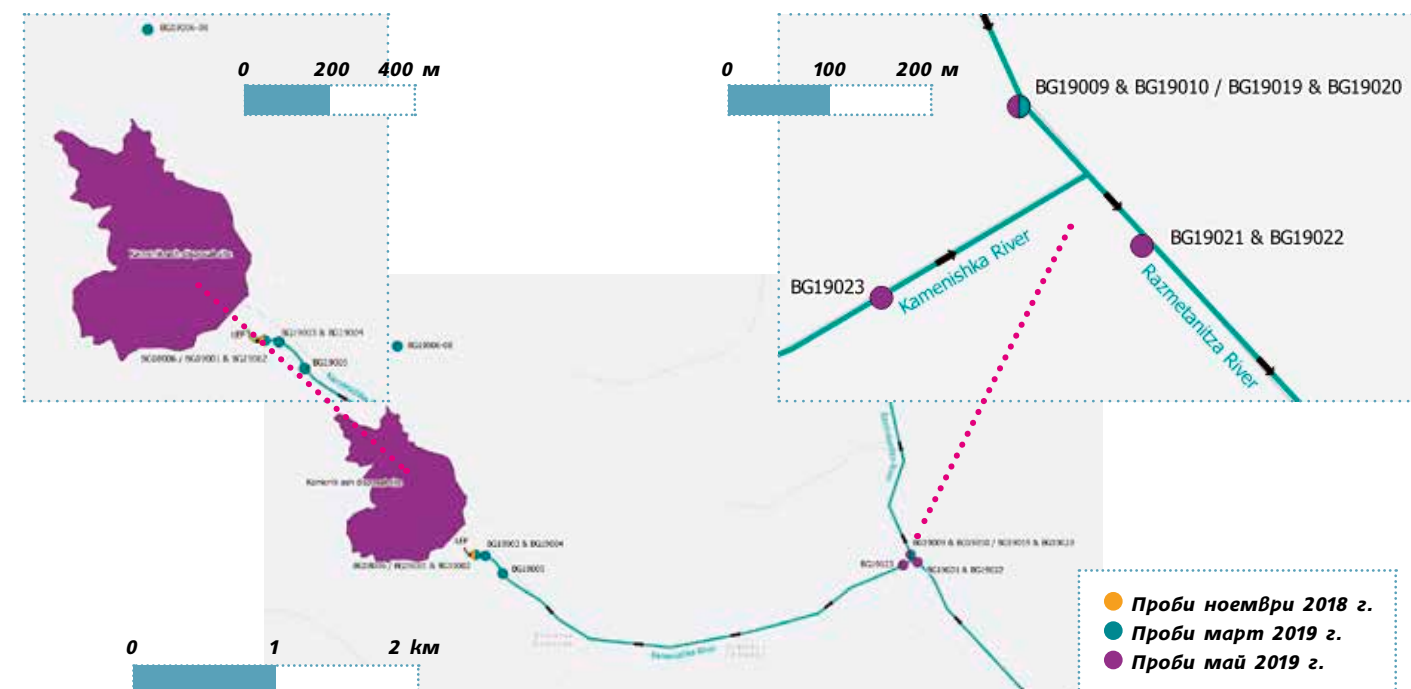
Съоръжението „Каменик“, наречено на близкото село, представлява подобна на язовир конструкция, в която се депонира пепелта, генерирана в работния цикъл на ТЕЦ „Бобов дол“. Отпадъците от горенето на възлища се считат за неутрализирани при струпането и утаяването им в депото. „Каменик“ функционира от 1997 г. с прогнозен капацитет от 43 млн. тона и получи ново комплексно разрешително в началото на 2019 г.⁷⁵, което позволява изграждането на още шест 5-метрови участъка върху дигата на съоръжението и осигурява допълнителни 27 млн. тона от предвидения капацитет⁷⁶. До края на 2018 г. в „Каменик“ са депонирани над 16 млн. тона възлищни отпадъци. Новото разрешително отразява и въвеждането на нови горива – биомаса и отпадъци, в производството на ТЕЦ „Бобов дол“, което води до необходимост от обезвреждане на пепел, получена в резултат на различни процеси на съвместно изгаряне⁷⁷.

В подножието на дигата на „Каменик“ се намира съоръжението долен изравнител, както е описано в заявлението за издаване на ново комплексно разрешително за депото⁷⁸ и в годишни доклади за околната среда⁷⁹.

Според документите долният изравнител събира водата от територията на сзуроотвала, като потоците филтрирани отпадни води и дъждовна вода остават отделени през цялото време. Предполага се, че отпадните води се вливат в затворен работен цикъл, който ги прехвърля по 12-километров гравитачен тръбопровод⁸⁰ до разположена до черното езеро помпена станция, откъдето се твърди, че се използват повторно в промишления воден цикъл на ТЕЦ „Бобов дол“. Само събраната чрез отделна дренажна система дъждовната вода се зауства в река Каменишка.

В разрез с описанието по-горе, по време на посещенията за вземане на проби от долния изравнител ограденият с бетон участък беше пълен с яркосини води, които изглеждаха като отпадни (фигура 4) и преливаха през нерегламентирани потоци в бетонен канал, който представлява началото на река Каменишка и води към река Разметаница край село Грамаге. Такива наблюдения бяха констатирани малко преди и малко след момента, в който съоръжението получи ново комплексно разрешително през януари 2019 г., очевидно в нарушение на забраната за заустване на промишлени отпадни води във водоем или канализационна система⁸¹. Нещо повече, новото разрешително е предоставено без Оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС), което е счтено за ненужно в решението за преценка на необходимостта от ОВОС, взето от Регионалната инспекция по околната среда и водите (РИОСВ) в Перник по-рано през 2018 г.⁸²

Фигура 3. Карта на местата на вземане на проби в района на депо „Каменик“



Фигура 4. (горе и долу) Яркосини води излизат от бетонното ограждение на долния изравнител и преливат през нерегламентирани потоци в бетонен канал

Проби

През ноември 2018 г. е взета проба (BG18006) от водата, преливаща от долния изравнител, на мястото, където тя влиза в бетонния канал. През март 2019 г. е взета друга водна проба от същото място (BG19001), заедно със седиментна проба от същото място по водния поток (BG19002) (фигура 5).

Няколко метра наголу по течението от мястото за вземане на проби бетонният канал, от който потича река Каменишка, преминава под земята, под черен път, като се появява отново на повърхността от другата страна, където отново се влива в бетонен канал (фигура 6). Около 3.5 км след подземния участък този поток се влива в река Разметаница, на около 10 км наголу по течението от възлищната електроцентрала. През март 2019 г. бяха взети проби (BG19003) от водите и свързания с тях седимент (BG19004) от канала веднага след като той се появява отново на повърхността, както и проба на седимента (BG19005) от канала по-наголу по течението.



Фигура 5. Вземане на проба от седимента под водния поток, който прелива от долния изравнител



Фигура 6. Бетонен канал надолу по течението от долния изравнител, където се появява отново на повърхността, след като преминава под черен път, и бетонният канал по-надолу по течението на река Каменишка



Таблица 5*. Данни за проби от отпадни води (ОВ) и речен седимент (Сед), взети в близост до депото за съхранение на отпадъци „Каменик“ на ТЕЦ „Бобов дол“

Ноември 2018 г.	Проба	Вид	Място	Описание
	BG18006	ОВ	Преливане от долен изравнител	Съоръжение непосредствено под дигата на депо „Каменик“. Водата се влива в участък за съхранение, който прелива в бетонен канал, откъдето води началото си река Каменишка. Пробата е взета в точката на вливане на водата в канала.
Март 2019 г.	Проба	Вид	Място	Описание
	BG19001	ОВ	Преливане от долен изравнител	Точка, в която отпадните води се вливат в бетонен канал, след като преливат от долния изравнител. Същото място като BG18006.
	BG19002	Сед		
	BG19003	ОВ	Надолу по течението, след долен изравнител	Бетонен канал надолу по течението от мястото, където са взети пробите BG19001/02, веднага след като каналът излиза на повърхността след няколко метра подземен участък под черен път.
	BG19004	Сед		
	BG19005	Сед	Още по-надолу по течението, след долен изравнител	Малък канал, в който се влива бетонният канал в началото на река Каменишка. На това място не са взети проби от отпадни води: няма видими притоци на вода в канала между BG19003/04 и това място.

Резултати от водните проби

Пробата от отпадни води (BG18006), взета през ноември 2018 г. под долния изравнител, имаше съвсем различен състав от повърхностните води в околността, пример за които е пробата от речна вода от река Разметаница, взета нагоре по течението от ТЕЦ „Бобов дол“ и прилежащото му черно езеро (BG18003).

Отпадните води от долния изравнител съдържат далеч по-високи концентрации на много метали и металоиди в разтворени форми, особено на молибден – почти 500 пъти повече, галий и рубидий – приблизително 100 пъти повече, и много други с между 5 и 10 пъти по-високи концентрации от тези в речната вода.

*За GPS координати на точките за вземане на проби направете справка в Техническия доклад за замърсяването на водите от ТЕЦ „Бобов дол“.

Макар и по-ниска от повечето групи метали/металоиди, концентрацията на разтворен живак в отпадните води (1.0 µg/l) е по-висока от стандартите за качество на околната среда (СКОС) за вътрешните води в ЕС⁸³, което включва максимално допустим СКОС от 0.07 µg/l (и средногодишен СКОС от 0.05 µg/l). Известно е, че летливата пепел от ТЕЦ „Бобов дол“ съдържа следи от живак с концентрация около половината от средната отчетена за летлива пепел, но в относително подвижна форма⁸⁴.

Концентрации на метали и металоиди, подобни на тези в пробата от 2018 г. (BG18006), бяха открити и в пробите, взети през март 2019 г. от същото място и още две точки по-надолу по течението. Това показва, че бетонният канал е същият, в който преливат водите от долния изравнител, и няма други значителни притоци на вода в подземния му участък.

Металите и металоидите, открити в по-високи концентрации в отпадните води на долния изравнител, са елементи, за които е известно, че се отделят от възглишна летлива пепел, макар че съществуват и много други техни източници^{85,86}. Молибденът и борът лесно се отделят от възглишна летлива пепел, която е и известен източник на галий^{87,88}, въпреки че количеството и скоростта на отделяне от пепелта зависи от конкретния елемент и може да варира значително при пепел от различни видове възглища^{89,90}.

Таблица 6. Концентрации на разтворени метали и металоиди във филтрирани водни проби (Ф) и общи концентрации на метали и металоиди в цели, нефилтрирани водни проби (О) (µg/l)

Време на вземане на пробата	2018 г.				Март 2019 г.			
Код на пробата	BG18006		BG19001		BG19003		BG19009	
Място	Преливане от долен изравнител		Преливане от долен изравнител		Надолу по течението от долен изравните		Разметаница, нагоре по течението от вливането на Каменишка	
	Ф	О	Ф	О	Ф	О	Ф	О
Алуминий	222	283	136	208	160	219	63	1210
Антимон	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.9	0.9
Арсен	27.8	28.4	29.5	29.5	29.5	29.4	10.6	13.1
Барий	49.0	51.0	44.4	48.2	46.3	50.6	62.1	80.3
Бор	345	337	298	326	304	334	239	252
Кадмий	0.12	0.15	0.13	0.15	0.13	0.17	<0.05	<0.05
Калций	41000	41400	41300	41400	43400	44600	29000	30000
Общ хром	<0.05	0.23	0.7	0.9	0.6	0.8	0.8	2.5
Хром (VI)	<20	-	<20	-	<20	-	<20	-
Кобалт	0.05	0.06	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5
Мед	0.5	1.3	0.6	1.9	0.5	1.9	1.2	4.1
Галий	17.5	17.6	15.5	15.9	13.5	13.9	0.6	1.1
Желязо	<5	43	<5	<5	<5	7	12	890
Олово	0.2	0.6	0.3	0.5	0.2	0.7	0.4	2.0
Манган	39.1	44.8	51.0	51.7	56.5	57.5	12.0	293
Живак	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	<0.2	<0.2
Молибден	1170	1155	1070	1120	1020	1040	23.9	23.6
Никел	0.4	1.1	<0.5	1.0	<0.5	1.7	1.0	3.4
Калий	111000	114000	101000	104000	99300	101000	6250	7070
Рубидий	279	280	252	249	227	225	4.7	5.8
Стронций	3660	3685	2810	2850	2950	2990	823	813
Талий	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Уран	0.49	0.48	0.74	0.73	0.95	0.93	5.19	5.16
Ванадий	15.5	15.5	13.6	14.3	12.1	12.6	38.6	47.6
Цинк	0.6	3.1	<2	9	<2	8	4	12
pH	-	-	-	6.9	-	6.9	-	6.8

Резултати от седиментните проби

Пробата от седимента, образуван на мястото, където отпадните води преливат от долния изравнител в бетонния канал в началото на река Каменишка (BG19002), съдържа редица метали/металоиди с повишени концентрации, по-високи от регистрираните в седиментните проби от река Разметаница – както нагоре по течението на заустванията на пепел от черното езеро (BG18004), така и непосредствено преди вливането на река Каменишка в потока ѝ (BG19010).

Концентрациите на калций и стронций бяха особено повишени в сравнение с тези в утайките от река Разметаница, както и тези на арсен, молибден и в по-малка степен на бор и манган.

Седиментите в пробите от твърд материал (BG19004 и BG19005), взети от две различни точки по-надолу по течението в същия канал, съдържат подобни или по-ниски концентрации на всички метали и металоиди, установени в пробата от мястото на преливане от долния изравнител (BG19002).

Въпреки установените разлики в състава на седиментите по течението на река Каменишка, всички проби показват наличието на метали и металоиди, открити и в отпадните води, изпускани от долния изравнител, в повишени концентрации в сравнение със седимента от река Разметаница нагоре по течението от ТЕЦ „Бобов дол“.

Макар да датират от повече от 20 години, предишни данни за потоците отпадъци от

ТЕЦ „Бобов дол“ също показват относително високи концентрации на много от тези метали и металоиди в отпадните води, включително на арсен, бор, манган, ванадий и калций при дори по-високи концентрации от тези в отпадните води от долния изравнител, анализирани в настоящото изследване⁹¹. Според старите данни концентрациите на молибден, стронций и калий във водата на депото са по-високи от тези в повърхностните води по това време, въпреки че концентрациите, констатирани в отпадните води на долния изравнител в пробите за настоящото изследване (BG18006 и BG19001), са дори по-високи. Не е известно дали водата от депото за целите на предишното изследване е взета от някое от местата, от които са взети проби за настоящото.

Въпреки очевидно продължителните изпускания на отпадни води от долния изравнител на „Каменик“, доказани от резултатите от тези седиментни проби, компетентните органи не са предприели никакви мерки за мониторинг на качеството на водите: в заявлението за ново разрешително операторът декларира, че няма да има зауствания на отпадни води в околната среда и следователно самото разрешително не съдържа никакви условия за мониторинг на качеството на местните повърхностни води⁹². Освен това мониторингът на подпочвените води и почвата, който е обусловен в разрешителното, се основава на проби от места над площадката за депониране на пепел и от склоновете от двете страни на дигата, всичките над долния изравнител⁹³. По този начин замърсяването от дългосрочното съхранение на възлищна пепел остава неотчетено, а всички щети са за сметка на околната среда.



Фигура 7. Бетонният канал, който започва под долния изравнител и продължава по река Каменишка

Таблица 7. Концентрации на метали и металоиди (мг/кг сухо тегло) в седиментни проби

Време на вземане на пробата	Ноември 2018 г.		Март 2019 г.		
Код на пробата	BG18004	BG18002	BG19002	BG19004	BG19005
Място	Разметаница, нагоре по течението от точките на заустване	Разметаница, надолу по течението от точките на заустване	Преливане от долен изравнител	Надолу по течението от долен изравнител	Още по-надолу по течението от долен изравнител
Алуминий	27150	29200	11300	2350	6240
Антимон	<0.05	<0.05	0.08	<0.04	0.04
Арсен	18.0	38.6	149	99.7	77.0
Барий	225	327	192	152	148
Бор	21.4	35.9	29.3	25.4	16.6
Кадмий	0.21	0.22	0.07	<0.02	0.04
Калций	2035	23100	41800	49600	32900
Хром	31.1	35.4	9.02	1.52	14.3
Кобалт	9.5	7.9	2.30	0.37	2.05
Мед	28.6	39.7	5.3	1.5	5.3
Галий	11.5	13.0	14.1	18.8	17.2
Желязо	26400	28300	6000	889	8510
Олово	22.0	16.1	4.48	0.93	3.03
Манган	2015	1270	1260	651	620
Живак	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.12
Молибден	0.7	1.1	4.00	4.43	3.61
Никел	24.8	35.7	7.7	1.3	6.4
Калий	4705	3780	2220	544	1140
Рубидий	24.9	20.8	17.0	2.3	8.3
Стронций	65	207	1050	1170	666
Талий	0.4	0.4	0.11	<0.04	0.05
Уран	1.97	3.80	2.17	2.81	2.15
Ванадий	42.2	83.5	18.7	16.4	23.2
Цинк	90	64	16	4	12

Живак

Живакът е естествен метал и във въглищата има следи от живачни съединения. Концентрациите на живак във въглищата обикновено са в диапазона 0.01 – 1 мг/кг, въпреки че някои съдържат до 10 мг/кг^{110,111}. Изгарянето на въглища е основният източник на емисии на живак в околната среда от човешки дейности¹¹².

При изгарянето на въглища живакът се отделя предимно в атмосферата, но известно количество остава и в летливата пепел. Изпусканията в атмосферата зависят от вида на горивото и условията на горене и може да бъдат намалени чрез устройства за контрол на замърсяването, особено чрез мокра десулфуризация на димните газове^{113,114}. Живакът се отделя в димните газове предимно в две форми: елементарен живак и газообразен окислен живак, наричан също реактивен газообразен живак. Мократа десулфуризация намалява емисиите на окислен живак в атмосферата, но обикновено не улавя елементарен живак¹¹⁵. След изпускане в атмосферата елементарният живак може да се разпространи навсякъде по света и да оказва въздействие далеч от източника на замърсяване¹¹⁶.

Живакът е естествен елемент в околната среда, но обикновено е в изключително ниски концентрации. Нивата в незамърсените речни седименти може да варират, като обикновено са под 0.4 мг/кг¹¹⁷. Повърхностните сладки води без известни източници на замърсяване с живак обикновено съдържат по-малко от 1 пг/л (0.001 мг/л)¹¹⁸.

Живакът съществува в различни форми: метален живак (включително живачни пари),

неорганични и органични живачни съединения. Токсичността на живака зависи от формата му¹¹⁹. След изпускане във водна среда живакът може да се трансформира в метилживак – силно токсична органична форма на живак, която може да се натрупва и концентрира прогресивно до по-високите нива на хранителните вериги, особено в рибите¹²⁰. Доказано е, че метилирането на неорганичен живак се наблюдава в сладководни среди¹²¹.

За хората основният източник на живак е храната, където се намира предимно като метилживак^{122,123,124}. Тази форма на токсичния елемент може да се натрупва в организма и въздействието му се изразява в увреждане на нервната система. Метилживакът може лесно да премине през плацентата и кръвно-мозъчната бариера и може да има неблагоприятни ефекти върху развиващия се мозък и централната нервна система при ембриони и деца, сред които понижаване на коефициента на интелигентност, включително при нива, на които са изложени много хора в някои страни и към момента^{125,126,127}. Изследванията също така показват, че експозицията може да увеличи сърдечните и сърдечносъдовите заболявания¹²⁸.

Живакът и неговите съединения са посочени като приоритетно опасни вещества в Рамковата директива за водите на ЕС¹²⁹ и в резултат на това СКОС за водите във вътрешността на ЕС определят максимално допустима концентрация на живак от 0.07 µг/л и максимална средна годишна стойност от 0.05 µг/л¹³⁰. Ограничението за количеството живак в питейната вода в ЕС е 1 µг/л¹³¹, а СЗО определя препоръчителна стойност за неорганичен живак от 6 µг/л¹³².

Молибден

Молибденът е естествен метал, който присъства като микроелемент във въглищата, обикновено при концентрации в интервала 1 – 10 мг/кг, въпреки че някои въглища съдържат концентрации до 300 мг/кг^{94,95}. След изгарянето на въглищата по-голямата част от молибдена остава в летливата пепел, от която може лесно да се отделя^{96,97}.

Концентрациите на молибден в незамърсените повърхностни води обикновено са под 10 µг/л, а често и много по-ниски. Средната концентрация в повърхностните води в Европа е 0.22 µг/л^{98,99,100}. Средните концентрации в незамърсени почви и утайки обикновено са под 10 мг/кг^{101,102}.

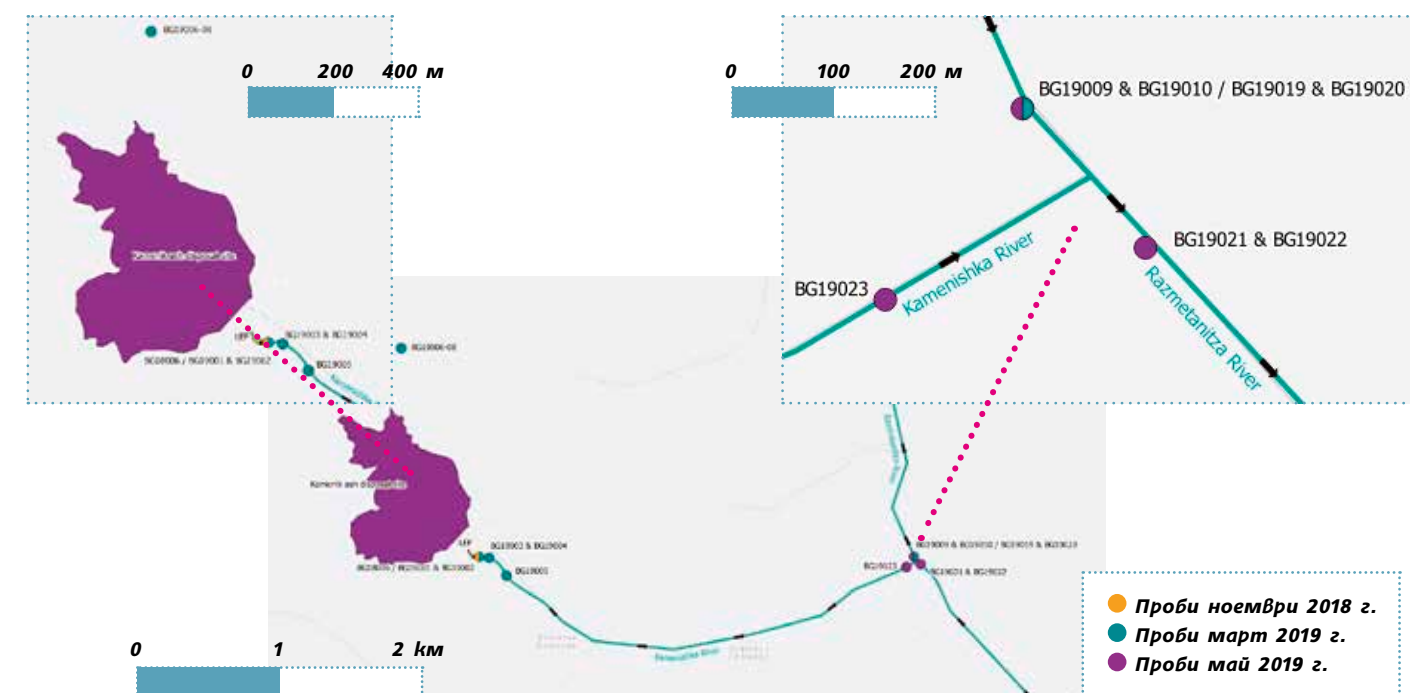
Молибденът се счита за важен хранителен микроелемент, а някои молибденови съединения

се използват като хранителни добавки. За хората вредни въздействия се наблюдават само при поглъщане на много високи дози^{103,104,105}. Разтворимите соли на молибденов оксид (молибдати) може да бъдат токсични за сладководните организми, макар и отново само при много високи концентрации, обикновено над 100 мг/л (100000 µг/л)¹⁰⁶.

СЗО препоръчва здравословна стойност от 70 µг/л молибден в питейната вода, въпреки че тази ориентировъчна стойност вече не се използва, тъй като СЗО отчита, че концентрации над това ниво рядко се срещат в питейната вода¹⁰⁷. ЕС не е определил ограничение за количеството молибден¹⁰⁸ в питейната вода, макар че в някои части на ЕС реално са приложени ограничения – Дания например определя граница от 20 µг/л молибден за питейна вода¹⁰⁹.

Случаят със сливането на реките

Фигура 8. Карта на местата на вземане на проби около точката на вливане на река Каменишка в Разметаница



Проби

През март 2019 г. бяха взети проби от речна вода (BG19009) и от утайката (BG19010) на река Разметаница непосредствено преди река Каменишка да се влее в нея. При посещенията река Каменишка за кратко минаваше през заблатен участък, преди да се влее в Разметаница, а в района на вливането нямаше видим воден поток над земята.

Този участък беше посетен отново през май 2019 г. и от същото място беше взета още една проба речна вода (BG19019), както и проба от свързаната с нея речна утайка (BG19020). По същото време беше взета и водна проба от река Каменишка (BG19023), на около 40 м нагоре по течението от вливането в Разметаница и преди блатистия участък. Освен това бяха взети и проби от водата (BG19021) и свързаната с нея речна утайка (BG19022) от комбинираните потоци надолу по течението на река Разметаница след вливането на Каменишка.

Таблица 8¹³³: Данни за проби от речна вода (РВ), отпадни води (ОВ), речен седимент (Сед) и пепел, взети в близост до депо „Каменик“ на ТЕЦ „Бобов дол“

Март 2019 г.	Проба	Вид	Място	Описание
	BG19006	ОВ	Депо „Каменик“	Бетонен канал, който обикновено транспортира смесена с вода пепел от конвейерна лента до тръба, изсипваща сместа в депо „Каменик“. По време на вземането на проби (11 март 2019 г.) по канала течеше само вода и дебитът беше по-нисък от наблюдавания по-рано.
	BG19007	Пепел	Депо „Каменик“	Твърд материал, натрупан по стените на бетонния канал. Пробата е взета на 11 март на същото място като BG19006.
	BG19008	Смес на пепел и вода	Депо „Каменик“	Пробата е взета от същия канал като BG19006 в друг ден (13 март), прикл. 150 м надолу по канала. По това време се наблюдава постоянен поток от вода, примесена с пепел.
	BG19009	РВ	Разметаница преди вливането на Каменишка	Прикл. 10 км надолу по течението от ТЕЦ „Бобов дол“, прикл. 10 м преди вливането на река Каменишка (продължението на потока след долния изравнител).
	BG19010	Сед		
Май 2019 г.	Проба	Вид	Място	Описание
	BG19019	РВ	Разметаница преди вливането на Каменишка	Прикл. 10 м нагоре преди вливането на река Каменишка (същото място като BG19009; BG19010).
	BG19020	Сед		
	BG19021	РВ	Разметаница след вливането на Каменишка	Прикл. 20 м след вливането на река Каменишка.
	BG19022	Сед		
	BG19023	РВ	Река Каменишка	Прикл. 40 м преди вливането в река Разметаница.

Водната проба (BG19009), взета от река Разметаница през март 2019 г. непосредствено преди вливането на река Каменишка, съдържа най-общо разтворени метали/металоиди в концентрации, подобни или малко по-ниски от тези, открити във водната проба BG19015, взета от същата река след двете точки за заустване от черното езеро на ТЕЦ „Бобов дол“. Във втора проба, взета от същото място през май 2019 г. (BG19019), са установени подобни или малко по-високи концентрации.

Също така, както може да се очаква, водната проба (BG19023), взета от река Каменишка непосредствено преди вливането в река Разметаница, има съдържание на ключови метали и металоиди, сходно с това във водните проби, взети нагоре по течението, по-близо до долния изравнител (BG18006, BG19001, BG19003).

Водната проба от комбинираните речни потоци в река Разметаница, взета непосредствено след вливането на Каменишка (BG19021), има много сходен

състав с този на пробата от река Разметаница, взета в същия ден преди сливането на двете реки (BG19019), въпреки смесването на потоците им, което вероятно е резултат от много по-високия дебит на Разметаница. Независимо от това, наличието на високи концентрации на метали във водите на река Каменишка потвърждава, че отпадните води, изтичащи от депото за съхранение на отпадъци и преливащи от долния изравнител, са съществен допълнителен източник на замърсяване на околната среда в речната система.

Случаят с Въглищната пепел В речните води

Фигура 9. Река Разметаница преди вливането в река Каменишка: (а) март 2019 г., (б) май 2019 г.



По време на посещенията на място през май 2019 г. се вижда, че водата в река Разметаница е наситена с огромни количества твърд материал. Потокът е непрозрачен и тъмносив на цвят, значително по-различен на вид в сравнение с март, когато речната вода е далеч по-прозрачна и изглежда, че съдържа много по-малко суспендирани твърди

вещества (фигура 9). Това се наблюдава и по-нагоре по течението на реката, в близост до електроцентралата, на около 1.5 км по точките на заустване от черното езеро.

Между другото, и двете цели (нефилтрирани) водни проби, взети от река Разметаница през май (BG19019 и BG19021), съдържат далеч по-високи концентрации на всички метали и металоиди в сравнение с водната проба, взета през март 2019 г. (BG19009). Тази констатация не е изненада предвид далеч по-високото насищане на речната вода със суспендирани твърди вещества, наблюдавано през май.

Сравнението на проби от тези суспендирани твърди частици с пробите от утайки, взети от река Разметаница през март 2019 г., когато речната вода е далеч по-бистра, показва, че суспендираните вещества през май 2019 г. са много по-различни по състав от тези на речната утайка, най-вече по отношение на концентрациите на бор, калций, молибден, стронций, уран и ванадий.

Сравнение със смесената с вода пепел В „Каменик“

С оглед на видимо различния характер на водата на река Разметаница през май 2019 г. в сравнение с март 2019 г. беше направен и анализ на суспендираните твърди частици, филтрирани от пробите от речна вода от май 2019 г. (BG19019SS и BG19021SS), за да се направи сравнение с пробите от пепел, взети през март от „Каменик“.

Суспендираните твърди частици (BG19019SS и BG19021SS) имат много сходно съдържание по отношение на концентрациите на метали и металоиди.

За да се направи сравнение с пепелта, са взети и проби от бетонен канал близо до „Каменик“. Този канал се използва за транспортиране на пепел, докарана от черното езеро по конвейерна лента, и след това, смесена с вода, до тръба, която я излива в депото за съхранение на отпадъци. Проба от смесената с вода пепел (BG19008) е взета директно от канала.

Транспортирането на смесена с вода възлищна пепел по този отворен бетонен канал води до натрупване на материал от страни (фигура 10), както показват анализът на пробата на твърд материал (BG19007), и от време на време води до разливи в околната среда (фигура 11). Химичният състав на натрупания твърд материал (BG19007) е много подобен на този на твърдите вещества в суспензията, чрез която се осъществява транспортирането по канала (BG19008).

Концентрациите на ключови метали/металоиди в твърдите вещества, филтрирани от речната вода (BG19019SS и BG19021SS), са много сходни с тези в суспензията, взета от канала (BG19008). Това показва, че твърдият материал във водата на река Разметаница през май 2019 г. е предимно пепел от черното езеро на ТЕЦ „Бобов дол“.



Фигура 10. Твърд материал, натрупан по страните на бетонния канал, използван за транспортиране на пепелна суспензия, близо до депото за съхранение на възлищни отпадъци „Каменик“



Фигура 12. Пробата от суспензия от възлищна пепел (BG19008, 13 март 2019 г.) е високоалкална (pH = 12.7)

Фигура 11. По време на транспортирането през отворения бетонен канал смесената с вода възлищна пепел понякога се разлива в околната среда.



Резултати от водни проби

Таблица 9. Концентрации на разтворени метали и металоиди във филтрирани водни проби (Ф) и обща концентрация на метали и металоиди в цели, нефилтрирани водни проби (О) (μg/l)

Време на вземане на пробата	Май 2019 г.					
Код на пробата	BG19019		BG19021		BG19023	
Място	Разметаница преди вливането на Каменишка		Разметаница след вливането на Каменишка		Каменишка	
	Ф	О	Ф	О	Ф	О
Алуминий	124	216000	126	168000	32	2200
Антимон	2.6	8.3	2.7	6.7	0.4	0.6
Арсен	42.0	321	43.1	282	23.6	24.5
Барий	74.6	1980	67.9	1670	67.3	84.8
Бор	312	587	277	614	321	327
Кадмий	0.10	3.02	<0.05	1.73	0.18	0.16
Калций	64900	148000	56700	127000	46300	46950
Общ хром	1.6	286	1.5	215	0.3	3.2
Хром (VI)	<20	-	<20	-	<20	-
Кобалт	<0.1	53.4	<0.1	44.0	<0.1	0.8
Мед	1.6	274	1.4	220	2.9	7.1
Галий	1.1	67.4	1.1	55.5	7.6	9.8
Желязо	6	141000	7	117000	<5	1695
Олово	0.2	139	0.1	119	0.4	1.8
Манган	35.3	1680	30.8	1400	11.6	65.4
Живак	0.2	2.0	0.3	1.7	0.5	0.5
Молибден	26.5	47.1	26.1	41.6	972	936
Никел	1.2	322	1.1	261	0.8	3.7
Калий	5970	37100	5970	30500	96150	96550
Рубидий	7.6	254	7.7	197	198	200
Стронций	955	2270	904	2010	3230	3250
Талий	<0.1	3.5	<0.1	2.9	<0.1	<0.1
Уран	5.89	43.3	5.66	37.1	4.60	4.80
Ванадий	45.6	877	45.9	723	9.3	13.5
Цинк	<2	432	<2	350	<2	12
pH	-	7.5	-	7.8	-	-

Таблица 10. Концентрации на метали и металоиди (мг/кг сухо тегло) в проби от пепел, седимент (Сед) и суспендирани твърди частици от речна вода (СТЧ). По данни от научни публикации: (а) Типичен диапазон на концентрации в летлива пепел (EPRI 2009); (б) Отчетени концентрации в пепелта от черното езеро на ТЕЦ „Бобов дол“ (Василева и др., 1997 г.); данни от Костова и др., 2011 г.

Време на вземане на пробата	Март 2019 г.			Май 2019 г.				По данни от научни публикации		
Код на пробата	BG19007	BG19008	BG19010	BG19020	BG19022	BG19019 SS	BG19021 SS	-		
Вид	Пепел	Пепел	Сед	Сед	Сед	СТЧ	СТЧ	Пепел		
Място	Пепел от страните на канал	Смесена с вода пепел	Разметаница преди вливането на Каменишка	Разметаница преди вливането на Каменишка	Разметаница след вливането на Каменишка	Разметаница преди вливането на Каменишка	Разметаница след вливането на Каменишка	Летлива пепел, типична ^(а)	Пепел от черното езеро, ТЕЦ „Бобов дол“ ^(б)	Летлива пепел, ТЕЦ „Бобов дол“ ^(б)
Алуминий	47150	44500	20000	29600	41400	42600	41500	70000-140000	-	-
Антимон	0.09	0.18	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	BDL-16	3.3	3.4
Арсен	50.2	67.8	18.4	17.2	20.8	38.2	36.0	22-260	45	56
Барий	460	441	198	220	343	337	334	380-5100	650	875
Бор	97.3	117	11.7	24.0	48.0	56.4	55.8	120-1000	-	-
Кадмий	0.27	0.36	0.15	0.14	0.15	0.39	0.23	BDL-3.7	-	-
Калций	12150	10600	1880	4320	10400	10300	10300	7,400-150000	-	-
Хром	70.2	72.8	29.1	46.0	59.4	65.8	63.6	27-300	110	118
Кобалт	18.1	17.6	9.13	10.3	12.8	12.4	12.2	-	24	25
Мед	39.5	40.5	21.8	28.1	49.6	54.7	52.8	62-220	45	55
Галий	16.5	16.9	8.7	10.4	12.8	14.2	13.7	-	20	25
Желязо	43000	38900	24700	26100	35800	32200	31800	34000-130000	-	-
Олово	20.6	25.0	19.4	14.4	13.1	16.4	16.4	21-230	35	40
Манган	225	187	570	420	362	291	282	91-700	-	-
Живак	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.01-0.51	-	0.035-0.055 ^(в)
Молибден	6.56	8.09	0.76	0.92	2.52	3.73	3.52	9.0-60	6	7
Никел	43.7	47.9	27.1	37.8	64.9	71.9	75.4	47-230	90	110
Калий	4805	4430	2480	4455	5460	5400	5330	6200-21000	-	-
Рубидий	51.5	47.8	33.0	35.7	38.6	40.0	38.7	-	175	146
Стронций	368	335	73.1	116	242	234	230	270-3100	400	430
Талий	0.59	0.70	0.35	0.43	0.44	0.56	0.53	BDL-45	<1	<1
Уран	5.61	5.69	1.79	3.20	6.14	6.81	6.81	BDL-19	14	10
Ванадий	160	165	45.9	80.1	122	146	143	BDL-360	196	244
Цинк	81	94	69	54.3	59.5	73.7	67.8	63-680	130	155

Слаб институционален контрол

След вземането на проби от речна вода и наблюдаваната мътност и неестествен сив цвят на водния поток, наситен, както изглежда, с големи количества възлишна пепел на 21 май 2019 г., „Грийнпийс“ – България подаде сигнал до РИОСВ в Перник по специалния зелен телефон. По-късно към сигнала по имейл бяха изпратени и снимки. В писмен отговор РИОСВ – Перник описа предприетите мерки във връзка с евентуалното неразрешено заустване на възлишна пепел в река Разметаница. В деня на сигнала контролиращият орган е събрал информация по телефона и е направил заключението, че реката е мътна поради проливните дъждове от предишния ден. Също по телефона РИОСВ – Перник е поискала информация за възникнали извънредни ситуации в експлоатационния цикъл на ТЕЦ „Бобов дол“ и операторът съобщава, че такива не е имало през трите дни преди сигнала. В крайна сметка не е направено посещение в района и не са взети проби от речната вода от страна на контролиращия орган.

При предишен подобен случай през ноември 2017 г., след сигнал по зеления телефон, РИОСВ – Перник извършва проверки и установява, че ТЕЦ „Бобов дол“ зауства отпадните води в река Разметаница в нарушение на комплексното си

разрешително. Операторът е глобен с 3000 лв., като след оспорване в съда глобата е окончателно потвърдена през лятото на 2018 г.¹³⁴

Освен това седмица преди сигнала на „Грийнпийс“, РИОСВ – Перник налага „текуща месечна санкция“ на ТЕЦ „Бобов дол“ от 2816 лв. месечно след проверката за контрол на емисиите на отпадните води на електроцентралата, проведена през февруари 2019 г. Документите, които „Грийнпийс“ – България получи чрез искане по Закона за достъп до информация, показват, че операторът не спазва индивидуалните емисионни ограничения от комплексното си разрешително. Съдържанието на неразтворени вещества е повече от шест пъти над пределно допустимите стойности, съдържанието на желязо – над четири пъти над пределно допустимите стойности, а рН надвишава горната гранична стойност¹³⁵.

Тези примери показват, че наложените санкции не действат възпиращо за бъдещи нарушения на екологичните стандарти и не служат като мотив за оператора да предотврати подобни случаи в бъдеще. Нещо повече, капацитетът на институциите се оказва недостатъчен за установяване на ефективен контрол, въпреки наличието на подобни скорошни обстоятелства, създали прецеденти. При това ИАОС не взема предвид историята на замърсяването в процедурите за издаване на разрешителни, както би следвало да бъде в името на защитата на здравето на хората и околната среда.

Въздух

ТЕЦ „Бобов дол“ е само на няколко километра от къщите в Големо село, където живеят около 400 души. Жителите често се оплакват от замърсяване на въздуха – от черен дим от високите комини на съоръжението или от бял прах от варовик, който се сипе в района заради неизправности на сероочистващите инсталации. Мястото е разположено в широко разгърната долина, където е малко вероятно местната топография да съдейства за разпръскване на замърсяването. Тъй като комбинацията от видове възлища и по-общо използваният в централата микс от горива се променя във времето, емисиите на замърсители също могат да се променят.

Основният източник на замърсяване на въздуха в изследвания район е изгарянето на твърди горива и по-специално изгарянето на възлища за битово отопление в Големо село и за производство на електроенергия в ТЕЦ „Бобов дол“.

По отношение на замърсяването на въздуха от трафик, най-близкият натоварен път е магистрала А3, която минава на около 3 км източно от Големо село. Около него обаче има само второстепенни пътища и следователно е вероятно местният трафик да има относително малък дял сред източниците на замърсяване. Въпреки това част от възлищата, предназначени за електроцентралата през периода на това изследване, се доставя с камиони, които минават по пътя през Големо село по

няколко пъти на ден. Макар и товарът на камионите да е покрит, за да се предотврати разпиляването на прах, тежкотоварните превозни средства имат потенциала да генерират допълнително замърсяване на въздуха чрез отработени газове, ресуспендиране и други свързани процеси.

Обикновено възлищата се доставят до централата чрез товарен жп транспорт, като влаковете пристигат два пъти на ден. Според съобщенията в местни медии през месеците на изследването железопътната линия е използвана за доставка на отпадъци (RDF)¹³⁶. Разположената между Големо село и теца жп линия е оборудвана с електропроводи, които задвижват електрически локомотиви. Следователно също е малко вероятно самата железница да бъде сериозен източник на замърсяване на въздуха.

Земята в изследвания район се използва предимно за селскостопански цели, което може да доведе до емисии на прахови частици и други замърсители на въздуха. ТЕЦ „Бобов дол“ и свързаните с нея инсталации са единственото значително индустриално присъствие.

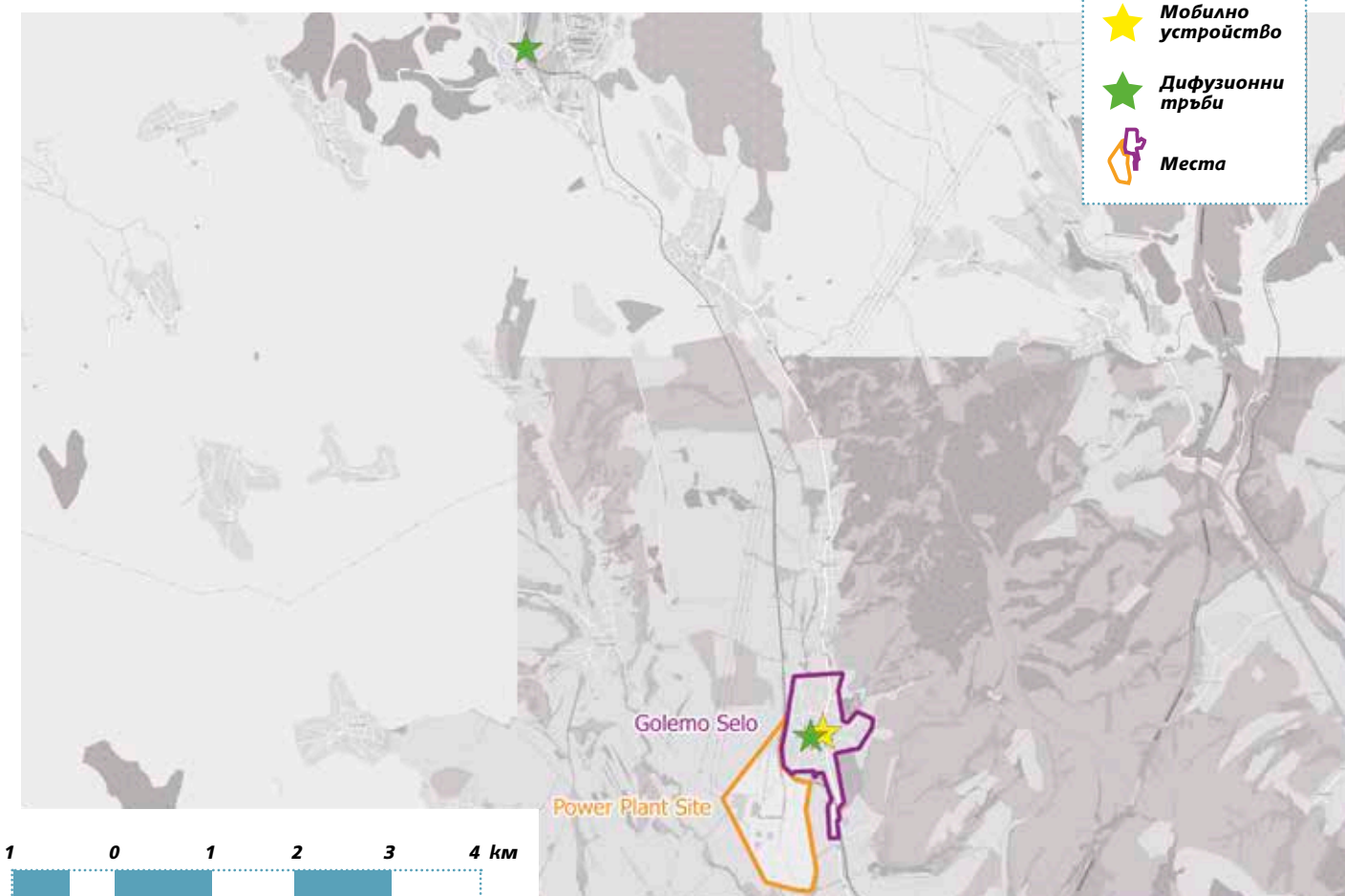
Базираното на данните за емисиите от 2016 г. моделиране показва, че замърсяването от централата води до 21 преждевременни смъртни случая, 465 дни със симптоми на астма при деца с астма, 10 случая на хроничен бронхит при възрастни, 16 приема в болница поради дихателни или сърдечносъдови симптоми, 5050 загубени работни дни и общо 61 000 евро за здравни разходи на година¹³⁷.

Материали и методи

Този доклад представя резултатите от тримесечно мониторингово изследване на замърсителите на въздуха, проведено в Големо село, близо до ТЕЦ „Бобов дол“. Анализът се основава на четири вида данни:

- наблюдение на замърсителите на въздуха, сред които азотен монооксид (NO), NO₂ и O₃, проведено от „Грийнпийс“ – България с апарат AQMesh от 21 февруари до 22 май 2019 г.;
- наблюдение на концентрациите на ФПЧ₁₀, проведено от „Грийнпийс“ – България с устройство pDR в няколко периода между 21 февруари и 22 май 2019 г.;
- резултати от мониторингово изследване с дифузионни тръби, извършено през 2018 г.;
- официален мониторинг на замърсителите на въздуха, сред които SO₂, NO₂ и ФПЧ₁₀, извършен от ИАОС с мобилна измервателна станция през пролетта на 2019 г.

Фигура 13. Места с монтирани дифузионни тръби (2017 – 2018 г.)



Устройствата AQMesh и pDR бяха монтирани в жилищен район на Големо село. Дифузионните тръби бяха поставени на централни места в Големо село и Бобов дол, а мобилната измервателна станция на ИАОС – в центъра на Големо село, както е показано на **фигура 13**.¹³⁸

Възлицните електроцентрали обикновено работят непрекъснато, с периодични изключения за поддръжка. На 17 март, по време на периода на изследването, ТЕЦ „Бобов дол“ спря да работи заради ниските цени на електричеството¹³⁹ и възобнови работата си в 08:00 ч. на 18 март. Централата отново преустанови работа поради планиран ремонт на 6 април и я възобнови сутринта на 8 април¹⁴⁰.

Районът, който е обект на изследването в този доклад, е определен на фигура 13 и обхваща ТЕЦ „Бобов дол“, Големо село и околните селища в област Кюстендил. Районът включва жилищни имоти и детска градина, чиито обитатели са чувствителни към въздействието на въздушното замърсяване.

Мобилна измервателна станция на ИАОС

Фигура 14. Мобилната измервателна станция на ИАОС



В България съществува мрежа от автоматични измервателни станции за качеството на въздуха, която се управлява от ИАОС. Нито една от тях не се намира в изследваната зона. По време на проучването обаче в центъра на Големо село беше паркирана една от мобилните станции на ИАОС, която събира почасови данни за замърсителите на въздуха, включително за SO₂, NO, NO₂, O₃ и ФПЧ₁₀.

Мобилната измервателна станция е събирала данни за два периода в рамките на проучването: 15 – 29 март 2019 г. и 23 април – 11 май 2019 г.

Резултатите от официалния мониторинг са предоставени от ИАОС след искане за достъп до информация

AQMesh

Апаратът AQMesh представлява автономно устройство, което измерва концентрацията на замърсяващи газове (включително NO, NO₂ и O₃) във въздуха и се захранва с батерия.

През периода на изследване AQMesh беше разположен на прибл. 2 м височина. В близките жилищни имоти често се използват печки на дърва и възлицата за отопление и готвене. В най-близкия жилищен имот до мястото за наблюдение използването на печка спря в средата на април 2019 г., докато в други наблизо продължиха да горят твърди горива и след тази дата.

Фигура 15. Устройство AQMesh



pDR

Персоналният DataRAM 1500 (pDR) представлява преносим апарат за наблюдение на твърди прахови частици на компанията Thermo Scientific. PDR 1500 внимателно отделя частиците според техния размер, след което използва лазер за точно измерване на концентрациите на ФПЧ във въздуха. Устройството беше разположено в жилищната част на Големо село на изток от ТЕЦ „Бобов дол“ от 21 февруари до 22 май 2019 г., на височина приблизително 2 м. Устройството беше настроено за наблюдение на концентрацията на ФПЧ₁₀, с инсталирана специална приставка. pDR работи непрекъснато, докато се захранва от вградената си батерия. Ето защо записът не е непрекъснат и има липсващи данни в периоди между изчерпването на батерията и повторното ѝ зареждане. Данните за периодите на измерване на pDR са показани в **таблица 11**.

Фигура 16. Устройство рDR



Таблица 11. Данни за периодите на измерване на рDR

Номер	Начална дата	Крайна дата	Продължителност
1	28 февруари	1 март	2 дни
2	8 март	9 март	2 дни
3	16 март	18 март	3 дни
4	28 март	29 март	2 дни
5	3 април	21 април	19 дни

Дифузионни тръби

Фигура 17. Дифузионна тръба



Дифузионните тръби¹⁴¹ са прост и достъпен инструмент за наблюдение на неорганични съединения във въздуха – в конкретния случай NO₂ и SO₂. Всяка тръба има две капачки; едната от тях съдържа мрежест стоманен диск, покрит с химикал, който абсорбира съответния замърсител. Работи чрез процес, наречен молекулярна дифузия, което означава, че съединенията се преместват от участък с висока концентрация към такъв с ниска концентрация.

Съединенията във въздуха са с по-висока концентрация, отколкото в тръбата, затова навлизат в нея и се улавят от абсорбента върху металния диск. Тъй като съединенията се абсорбират, концентрацията в тръбата се поддържа ниска и следователно процесът продължава за периода на наблюдение.

„Грийнпийс“ – България проведе тримесечно изследване с дифузионни тръби в Големо село и Бобов дол между декември 2017 г. и март 2018 г.

Пределно допустими стойности за замърсяване

В рамките на ЕС съществува регулация за емисиите на замърсители във въздуха. Наблюдаваните в това изследване замърсители са сред тези, спрямо които държавите членки са длъжни да поддържат определени стандарти за качество на атмосферния въздух¹⁴², определени в Директивата за качеството на въздуха¹⁴³ (и четири нейни дъщерни директиви), както е обобщено в **таблица 12**.

Таблица 12. Европейски стандарти за качество на атмосферния въздух

Замърсител	Концентрация (µg/m³)	Период на осредняване	Разрешени превишения на годишна база
SO ₂	350	1 час	24
	125	24 часа	3
ФПЧ ₁₀	50	1 ден	35
	40	Календарна година	-
ФПЧ _{2.5}	25	Календарна година	-
O ₃	180	1 час	-
	120	Максимална концентрация за 8 последователни часа	25 дни/годишно средно за 3 години
NO ₂	200	1 час	18
	40	Календарна година	-

Таблица 13 показва препоръките на СЗО за качеството на въздуха. Те не са правно обвързващи в България, но са широко приет еталон за оценка на качеството на въздуха. Препоръчителните стойности на СЗО се основават на защитата на здравето и обикновено са по-строги от сравнимите стандарти на ЕС, които са установени чрез политически, а не чрез научен консенсус.

Таблица 13. Препоръки на СЗО за качеството на въздуха

Замърсител	Концентрация (µg/m³)	Период на осредняване	Разрешени превишения на годишна база
SO ₂	500	10 минути	0
	20	24 часа	0
ФПЧ ₁₀	50	24 часа	0
	20	Календарна година	-
ФПЧ _{2.5}	25	24 часа	0
	10	Календарна година	-
O ₃	100	Максимална концентрация за 8 последователни часа	0
NO ₂	200	1 час	0
	40	Календарна година	-

Освен това държавите – членки на ЕС, се ангажират да намалят своите емисии на замърсители като SO₂ и азотни оксиди (NO_x), наред с други замърсители, съгласно Директивата за намаляване на националните емисии¹⁴⁴, която влезе в сила на 31 декември 2016 г. Правителствата трябва да гарантират нейното спазване както от гражданите, така и от индустрията. Ангажиментите на България по Директивата са показани в **таблица 14**.

Таблица 14. Ангажименти на България по Директивата за намаляване на националните емисии

	За всяка година от 2020 до 2029 г.	За всяка година от 2030 г.
Намаление на SO ₂ в сравнение с 2005 г.	78%	88%
Намаление на NO _x в сравнение с 2005 г.	41%	58%
Намаление на неметанови летливи органични съединения в сравнение с 2005 г.	21%	50%
Намаление на амоняка (NH ₃) в сравнение с 2005 г.	3%	12%
Намаление на ФПЧ _{2,5} в сравнение с 2005 г.	20%	41%

Освен това допустимите стойности на емисиите на някои замърсители във въздуха от горивните инсталации и индустрията са определени в Директивата за емисиите от промишлеността¹⁴⁵. Директивата се отнася до емисиите на SO₂, NO₂ и прах от горивни инсталации с номинална входяща топлинна мощност от 50 MW, като изисква прилагането на най-добрите налични техники за управление на въздействието върху околната среда в промишлеността.

Резултати

Фини прахови частици с размер 10 микрометра в диаметър или по-малко (ФПЧ)₁₀

През различните периоди на мониторинг на изследването бяха регистрирани общо пет превишения на среднодневната норма за ФПЧ₁₀ на ЕС и СЗО от 50 µg/m³. Законодателството на ЕС допуска 35 превишения годишно.

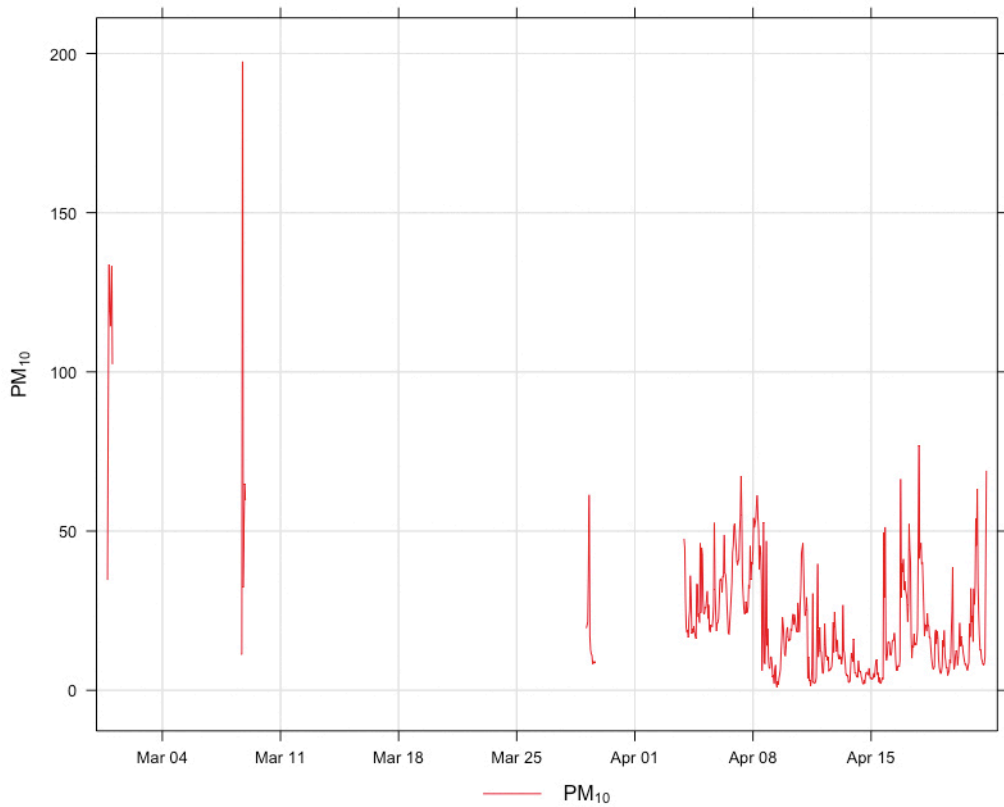
Таблица 15. Обобщение на измерените превишения на среднодневните норми за ФПЧ₁₀ (µg/m³)

Дата	Средна дневна стойност на ФПЧ ₁₀	Измервателно устройство
28.02.2019 г.	102.4	pDR
01.03.2019 г.	54.5	pDR
08.03.2019 г.	57.3	pDR
17.03.2019 г.	54.6	pDR
09.05.2019 г.	120	Мобилна станция на ИАОС

По време на измерването с pDR имаше прекъсвания заради захранването на устройството и затова липсват данни за периоди през февруари и март. Почти непрекъснато наблюдение е постигнато между 3 и 21 април 2019 г. През тези периоди на измерване са отчетени четири превишения на среднодневната норма на ЕС и СЗО.

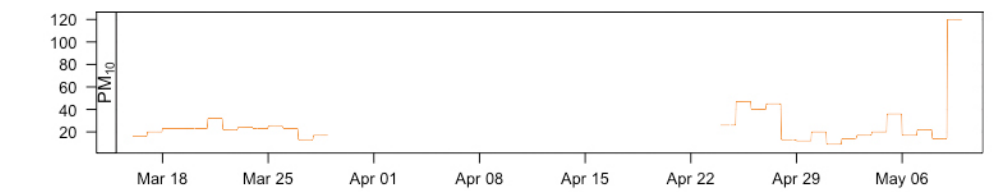
Средночасовите концентрации на ФПЧ₁₀, измерени с апарата pDR в Голямо село, са представени на **фигура 18**.

Фигура 18. Концентрации на ФПЧ₁₀ (µg/m³), измерени с устройството pDR



Според данните от мобилната станция на ИАОС среднодневният лимит на ЕС и средноденоношната препоръчителна стойност на СЗО за ФПЧ₁₀ от 50 µg/m³ са превишени веднъж (на 9 май 2019 г.). Годишно се разрешават 25 превишения. Мониторинг е извършен само от 15 до 29 март 2019 г. и от 23 април до 11 май 2019 г. Следователно е вероятно през календарната година да бъдат регистрирани допълнителни превишения на тези стандарти.

Фигура 19. Отчетени среднодневни концентрации на ФПЧ₁₀ (µg/m³) при измерването с мобилната станция на ИАОС през два периода на мониторинг в Големо село през 2019 г.



Фини прахови частици (ФПЧ)

ФПЧ представляват сложна смес от твърди и течни частици от органични и неорганични, суспендирани във въздуха вещества. Изгарянето на твърди горива, включително възлица за производство на енергия, води до емисии на ФПЧ, наред с други замърсители. Някои възлицини компоненти генерират повече частици при изгаряне, което означава, че видът на използваното гориво може да повлияе на количеството генерирани ФПЧ. ФПЧ може да се емитират директно (първични ФПЧ) или да се образуват в атмосферата чрез химични реакции (вторични ФПЧ). Твърдите частици може да се класифицират според размера си. Частиците с размер 10 микрометра в диаметър или по-малко са известни като ФПЧ₁₀, а такива с размер 2.5 микрометра в диаметър или по-малко – ФПЧ_{2,5}.

ФПЧ₁₀ може да дразнят очите, носа и гърлото на човек¹⁴⁶. Дори грубите ФПЧ₁₀ могат да проникнат и да се настаят дълбоко в белите дробове, докато по-малките ФПЧ_{2,5} могат да проникват през белодробната бариера гвъздух – кръв“ и да навлизат в кръвоносната система, което ги прави още по-вредни¹⁴⁷. Хроничното излагане на частици има различни въздействия върху здравето, включващи сърдечносъдови проблеми като сърдечна аритмия и инфаркт, както и белодробни болести като астматични пристъпи и бронхит¹⁴⁸. Международната агенция за изследване на рака (IARC) класифицира замърсяването на въздуха като цяло и по-специално замърсяването с ФПЧ като канцерогенно за хората¹⁴⁹. Според СЗО ФПЧ засягат повече хора от всеки друг замърсител и оказват въздействие върху здравето дори при много ниски концентрации. Няма ниво на замърсяване с ФПЧ, което да се признава за безопасно¹⁵⁰.

Серен диоксиг SO₂

Средночасовата норма на ЕС за SO₂ от 350 µg/m³ е превишена веднъж (на 3 май 2019 г.) по време на мониторинга с мобилната станция. Годишно са разрешени 35 превишения. Измерването е извършено само в периодите 15 – 29 март 2019 г. и 23 април – 11 май 2019 г. Следователно е вероятно през календарната година да бъдат регистрирани допълнителни превишения на нормите на ЕС.

В същото време обаче са регистрирани 11 превишения на средноденонощната препоръчителна стойност за SO₂ на СЗО от 20 µg/m³ (таблица 16).

Таблица 16. Обобщение на измерените превишения на средноденонощната препоръчителна стойност за SO₂ на СЗО (µg/m³)

Дата	Среднодневна стойност на SO ₂
18.03.2019 г.	32.2
19.03.2019 г.	20.8
22.03.2019 г.	28.2
23.03.2019 г.	26.9
25.03.2019 г.	28.6
25.04.2019 г.	43.8
30.04.2019 г.	44.8
02.05.2019 г.	23.3
03.05.2019 г.	48.1
08.05.2019 г.	57.2
09.05.2019 г.	49.8

Дневният цикъл на SO₂ показва сутрешни и вечерни пикове, съответстващи на изгарянето на битово твърдо гориво над фоновата концентрация.

Фигура 20. Отчетени средночасови концентрации на SO₂ (µg/m³) от мобилната измервателна станция през два периода на мониторинг в Големо село през 2019 г.



Двойки дифузионни тръби бяха поставени в Бобов дол и Големо село през 2017 г. и 2018 г. Резултатите за SO₂ от всяка двойка са по-близки в Бобов дол, отколкото в Големо село, което предполага, че при резултатите в Големо село има по-голяма вероятност за грешка.

Таблица 17. Обобщение за наблюдението с дифузионни тръби през 2017 – 2018 г. (µg/m³)

Локация	Начална дата	Крайна дата	Концентрация на SO ₂
Големо село	16.12.2017 г.	12.01.2018 г.	187
			78
	12.01.2017 г.	13.02.2017 г.	36
			36
	13.02.2017 г.	16.03.2017 г.	37
			40
Бобов дол	16.12.2017 г.	12.01.2018 г.	32
			36
	12.01.2017 г.	13.02.2017 г.	77
			73
	13.02.2017 г.	16.03.2017 г.	33
			31
Лаборатория за анализ			Gradko

Серен диоксиг SO₂

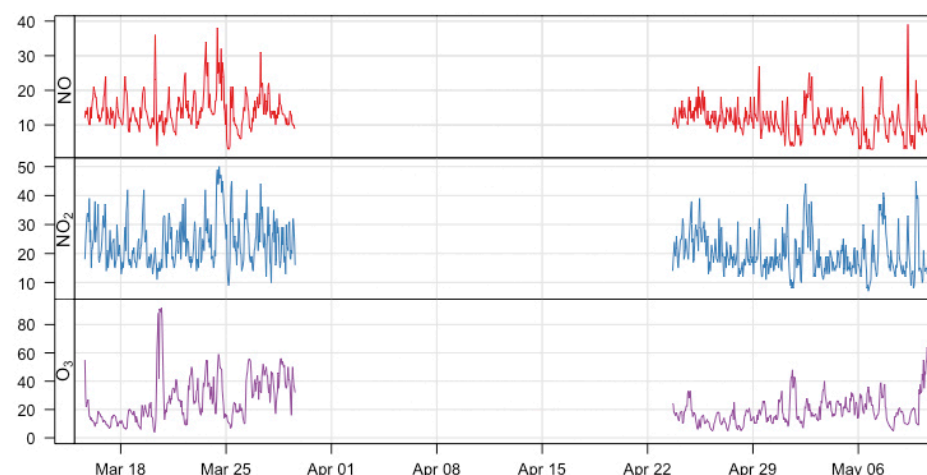
Серният диоксиг е безцветен газ с остра миризма. Образова се при естествени процеси и антропогенни дейности, като изгаряне на изкопаеми горива, особено възлица. Съществуват сериозни доказателства за отрицателни въздействия върху здравето в резултат на излагане на SO₂, включително

респираторни състояния като хронична обструктивна белодробна болест^{151,152}, бронхит¹⁵³ и незаразни заболявания като инсулт^{154,155}, сърдечносъдови заболявания¹⁵⁶ и (чрез ФПЧ) рак на белия дроб¹⁵⁷. При реакция на SO₂ с водни молекули в атмосферата се образува сярна киселина – основният компонент на киселинните дъждове, които са вредни за растенията и животните.

Азотни оксиди (NO_x) и озон (O_3)

Мобилната измервателна станция на ИАОС не регистрира превишаване на стандартите за качество на въздуха в ЕС за NO_2 или O_3 през периодите на мониторинг. Все пак данните от краткосрочното наблюдение не позволяват оценка на превишаванията на средногодишните норми за качество на въздуха.

Фигура 21. Отчетени средночасови концентрации на NO_x и O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) от мобилната измервателна станция през два периода на измерване в Големо село през 2019 г.



На **фигура 21** е представен анализ на измененията във времето на отчетените концентрации на NO , NO_2 и O_3 . Има ясно изразен дневен цикъл на NO_2 и O_3 , при който концентрациите на двете вещества се увеличават след ниските си стойности през нощта. Максималната концентрация на O_3 съвпада с часовете на максималното слънчево греене, докато NO_2 достига два пика всеки ден. Ниските нива на NO_2 по обяд вероятно се дължат на намаляване, причинено от реакции в присъствието на слънчева светлина, които генерират максималните стойности на O_3 и NO в обедните часове.

Азотни оксиди NO_x

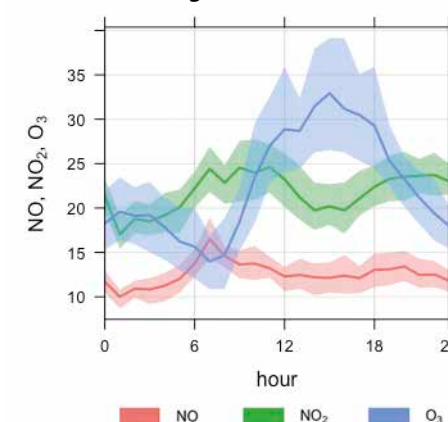
При процеса на изгаряне на въглищата съдържащият се в горивото азот и молекулярният азот от атмосферата реагират, за да създадат азотни оксиди (включително NO и NO_2). Тези газове се обозначават като NO_x . NO бързо се окислява, образувайки NO_2 . NO_2 е токсичен газ, който причинява значително възпаление на дихателните пътища. Основните източници на неговите антропогенни емисии са горивните процеси¹⁵⁸, главно производството на енергия от изкопаеми горива, като въглища.

Като замърсител той играе и важна роля в образуването на $\text{ФПЧ}_{2,5}$. Замърсяването с NO_x е основен източник на нитратни аерозоли, важна част от ФПЧ , а също води до образуването на озон O_3 в присъствието на ултравиолетова светлина¹⁵⁹. Азотните оксиди имат многобройни вредни ефекти върху човешкото здраве, особено върху сърдечносъдовата и дихателната система, и обострят симптомите на астма, хронична обструктивна белодробна болест и други респираторни заболявания^{160,161}.

Всеки пик на NO_2 съвпада с интервалите, свързани с горенето на твърди горива в бита, трафика и други локални горивни процеси, преди и след обяд.

Минималните стойности на NO_2 през нощта не падат под $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. В селски район като Големо село, където има ограничени източници на NO_2 през нощта, повишените концентрации по това време на денонощието предоставят доказателства за предположението, че фоновата концентрация в региона е повлияна от емисиите от въглищната електроцентрала, която работи почти непрекъснато.

Фигура 22. Концентрации на NO (червено), на NO_2 (зелено) и на O_3 (синьо), измерени от мобилната измервателна станция ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); Графиката показва средната стойност и 95% доверителен интервал за всеки час от седмицата.



Фигура 23. Дифузионни тръби, поставени в района на Бобов дол



Резултатите от тримесечното изследване на NO_2 и SO_2 с дифузионни тръби, проведено от „Грийнпийс“ – България в Големо село и Бобов дол между декември 2017 г. и март 2018 г., са представени в **таблица 18**. Дублиращите дифузионни тръби за NO_2 , поставени на всяко място, показват близки стойности с основните тръби. Разликата между двете проби е в рамките на 10% и за двете населени места в региона, обхванат от изследването. Това осигурява добра степен на надеждност на измерването на средните концентрации на NO_2 през периода на мониторинг.

Таблица 18. Обобщение на данните от измерване с дифузионни тръби за 2017 – 2018 г. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Място	Начална дата	Крайна дата	Концентрация на NO ₂
Големо село	16.12.2017 г.	12.01.2018 г.	12
			12
	12.01.2017 г.	13.02.2018 г.	10
			11
	13.02.2018 г.	16.03.2018 г.	8
			8
Бобов дол	16.12.2017 г.	12.01.2018 г.	19
			21
	12.01.2018 г.	13.02.2018 г.	19
			-
	13.02.2018 г.	16.03.2018 г.	15
			16
Лаборатория за анализ			Buro Blauw

Регистрираните концентрации на NO² са в границите, очаквани за полуселски условия, като най-високата средномесечна стойност е 21 µg/m³ в Бобов дол. Концентрациите през всеки месец на мониторинг са значително под 40 µg/m³, което предполага, че няма вероятност за превишаване на средногодишния стандарт на ЕС за NO² на местата на изследване в Големо село или Бобов дол.

Средните концентрации на NO² и O₃, измерени с апарата AQMesh, са съответно 41 µg/m³ и 40 µg/m³ – значително по-високи от средните стойности, отчетени в изследването на NO² с дифузионните тръби през 2018 г., или от резултатите от мобилната измервателна станция. Резултатите от различните измервания не са пряко сравними, тъй като местата и периодите на изследване са различни.

Таблица 19. Обобщение на измерванията с апарата AQMesh (µg/m³)

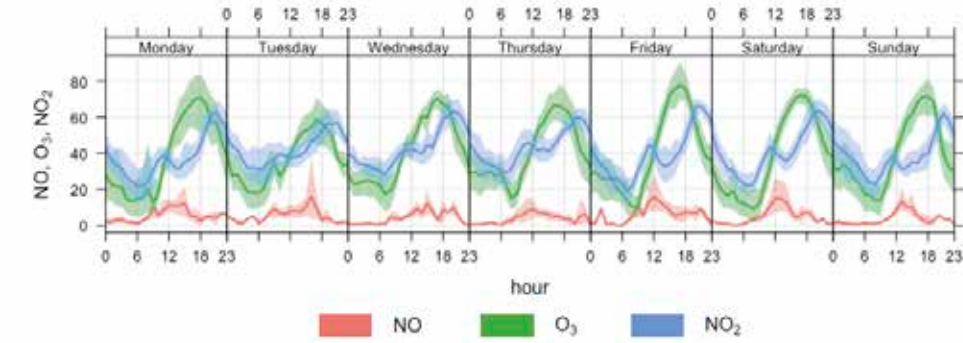
Замърсител	Средна стойност	Максимална стойност	Максимална дневна стойност	Максимална средна стойност за 8 последователни часа	Максимална средна стойност за 24 последователни часа
NO ₂	41	89.1	65.1	77.1	69
O ₃	40.5	103	54.6	91.6	70

Пряко сравнение със средногодишната допустима стойност за NO² на ЕС не е възможно при данни от краткосрочни измервания. Средната стойност за периода на наблюдение на NO² (41 µg/m³) е по-висока от средногодишната норма (40 µg/m³). Следователно ако концентрациите извън периода на измерване останат на сходни нива, нормата за NO² ще бъде превишена. През периода на измерване на мястото на наблюдение с AQMesh няма превишение нито на препоръчителните лимити на СЗО, нито на нормите на ЕС за NO² (за 1 час) или O₃ (средно за 8 часа).

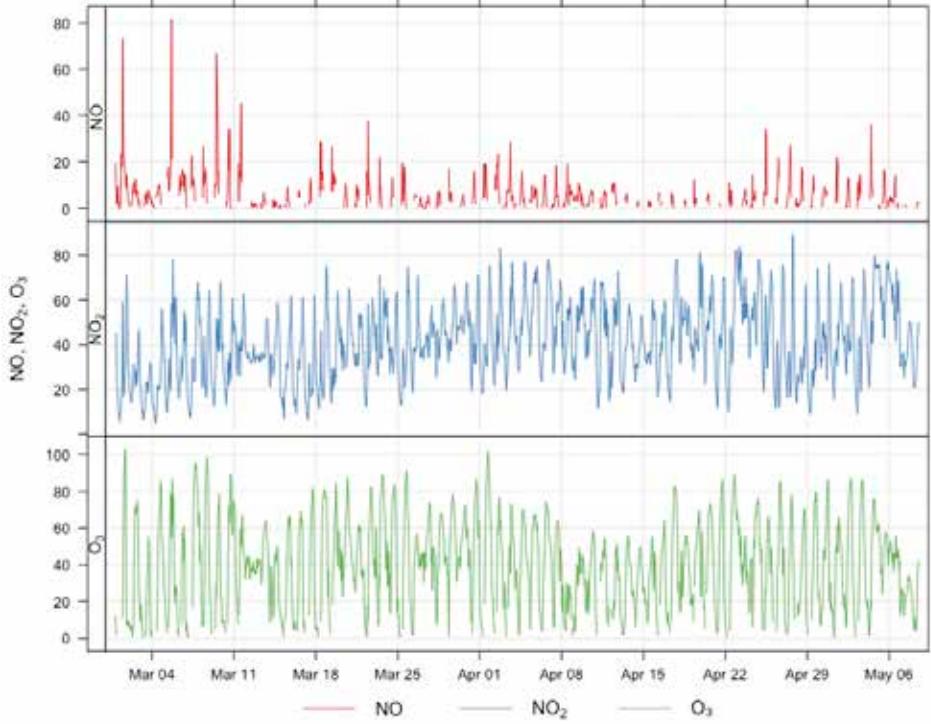
Анализ на изменението във времето на концентрациите на NO, NO² и O₃ е представен на **фигури 24 и 25**. Резултатите от него са сходни с тези от данните от мобилната измервателна станция. Има добре изразен дневен цикъл на NO² и O₃ и взаимодействието между NO², O₃ и NO води до намаляване на O₃ през нощта и съответно до повишаване на NO и O₃ в средата на деня.

Минималните концентрации на NO² през нощта не падат под 20 µg/m³. Тази повишена концентрация през нощта свидетелства, че емисиите от въздушната електроцентрала оказват въздействие върху фоновите концентрации на NO² в региона. Чрез увеличаване на фоновите концентрации на NO² се намалява „свободното пространство“ за емисии от други източници преди превишаване на нормите за замърсяване. Следователно вероятността за превишаване на стандартите за качество на въздуха за NO² се увеличава в резултат на работата на ТЕЦ „Бобов дол“.

Фигура 24. Концентрации на NO (червено), на NO² (синьо) и O₃ (зелено), измерени от AQMesh (µg/m³). Графиките показват средната стойност и 95% доверителен интервал за всеки час от седмицата



Фигура 25. Концентрации на NO (червено), на NO² (синьо) и на O₃ (зелено), измерени с AQMesh (µg/m³)



Озон O₃

Докато озонът в стратосферата предпазва повърхността на Земята от вредното ултравиолетово лъчение от Слънцето, в приземния атмосферен слой той е замърсител на въздуха и една от основните съставки на смога. Не се емитира директно от въздушни електроцентрали, а се образува вторично, когато други замърсители, като азотни

оксиди, включително NO², и летливи органични съединения реагират със слънчевата светлина. Затова най-високите нива на замърсяване с озон се наблюдават при слънчево време. Въздействието на замърсяването с озон върху здравето включва болка в гърдите, дразнене в гърлото и възпаление на дихателните пътища, нарушена белодробна функция и засилени симптоми на бронхит, емфизем и астма. Озонът може да увеличи податливостта на инфекции¹⁶².



Източници

¹ Global Carbon Project. (2019). Supplemental data of Global Carbon Budget 2019 (Version 1.0) [Data set]. Global Carbon Project. <https://doi.org/10.18160/gcp-2019>

² BP. (2020). bp Statistical Review of World Energy 2020, p. 60 <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>

³ Станчев, И. (2021). България е произвела с 22% по-малко ток от въглища през 2020 г. [online]. [Capital.bg](https://www.capital.bg/biznes/energetika/2021/01/28/4168116_bulgariia_e_proizvela_s_22_po-malko_tok_ot_vuglishta/). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: https://www.capital.bg/biznes/energetika/2021/01/28/4168116_bulgariia_e_proizvela_s_22_po-malko_tok_ot_vuglishta/

⁴ Електроенергиен системен оператор. (2020). Статистическа книжка 2019. [online]. www.eso.bg. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://www.eso.bg/?did=379>

⁵ Комисия за енергийно и водно регулиране. (2018). Решение № БП-3. [online]. www.dker.bg. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://www.dker.bg/uploads/reshenia/2018/res-bp3-2018.pdf>

⁶ Електроенергиен системен оператор. (2020). Статистическа книжка 2019. [online]. www.eso.bg. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://www.eso.bg/?did=379>

⁷ „Грийнпийс“ – България. (2018). „Финансовите мини“. „Грийнпийс“ – България. [online]. [Greenpeace.bg](https://www.greenpeace.org/bulgaria/publikatsiya/1689/finansovite-mini/). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://www.greenpeace.org/bulgaria/publikatsiya/1689/finansovite-mini/>

⁸ ТЕЦ „Бобов дол“. (2020). Годишен доклад за 2019 г. Изпълнителна агенция по околна среда. [online]. [Eea.government.bg](http://eea.government.bg/bg/r-r/r-kpkz/GD_doc_19/GDOS_2019_TEC_Bobovdol.doc). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: http://eea.government.bg/bg/r-r/r-kpkz/GD_doc_19/GDOS_2019_TEC_Bobovdol.doc

⁹ Изпълнителна агенция по околна среда. (2019). Решение № 45-H4-ИО-А0/2019. [online]. [Moew.government.bg](http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=6ea744c8-d8fb-4d25-aaf0-3f37498713c6). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=6ea744c8-d8fb-4d25-aaf0-3f37498713c6>

¹⁰ „Грийнпийс“ – България. (13 октомври 2020 г.). Разкрита е тайната кореспонденция, благодарение на която ТЕЦ „Бобов дол“ изгаря хиляди тонове отпадъци. [online]. [Greenpeace.bg](https://www.greenpeace.org/bulgaria/press/4710/razkrita-taina-korespondentsiya-tec-bobov-dol-izgaryane-otpadutsi/). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://www.greenpeace.org/bulgaria/press/4710/razkrita-taina-korespondentsiya-tec-bobov-dol-izgaryane-otpadutsi/>

¹¹ Изпълнителна агенция по околна среда. (2019). Решение № 299-H1-ИО-А0/2019. [online]. [Moew.government.bg](http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=46f8d013-5588-4c55-943c-c7dda0ed7386). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=46f8d013-5588-4c55-943c-c7dda0ed7386>

¹² Национален статистически институт. (n.d.). Използвана вода по икономически дейности - общо за страната, по статистически райони и райони за басейново управление на водите. [online]. Национален статистически институт. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://www.nsi.bg/en/content/5142/water-used-economic-activity-total-country-statistical-region-and-river-basin-district>

¹³ Секулова, Ф. (2014). Вода за живот или вода за въглища. „Грийнпийс“ – България. [online]. [Greenpeace.bg](https://www.greenpeace.org/bulgaria/publikatsiya/590/%d0%b2%d0%be%d0%b4%d0%b0-%d0%b7%d0%b0-%d0%b6%d0%b8%d0%b2%d0%be%d1%82-%d0%b8%d0%bb%d0%b8-%d0%b2%d0%be%d0%b4%d0%b0-%d0%b7%d0%b0-%d0%b2%d1%8a%d0%b3%d0%bb%d0%b8%d1%89%d0%b0/). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://www.greenpeace.org/bulgaria/publikatsiya/590/%d0%b2%d0%be%d0%b4%d0%b0-%d0%b7%d0%b0-%d0%b6%d0%b8%d0%b2%d0%be%d1%82-%d0%b8%d0%bb%d0%b8-%d0%b2%d0%be%d0%b4%d0%b0-%d0%b7%d0%b0-%d0%b2%d1%8a%d0%b3%d0%bb%d0%b8%d1%89%d0%b0/>

¹⁴ Carrington, Damian. Revealed: air pollution may be damaging 'every organ in the body'. The Guardian, 2019, <https://www.theguardian.com/environment/ng-interactive/2019/may/17/air-pollution-may-be-damaging-every-organ-and-cell-in-the-body-finds-global-review?fbclid=IwAR2mjRwQ7baM3QqzW56FwNa5X6C1wr4JHnrJlqRTvSF499nNFhnyaozvqV4>

¹⁵ Brigden, K., Labunska, I., & Santillo, D. (2019). Metals, metalloids and organic contaminants in wastewater, river water, sediment and ash samples associated with the Bobov Dol coal fired power plant, Golemo Selo, Bulgaria. Greenpeace Research Laboratories Technical Report. <https://www.greenpeace.to/greenpeace/?p=3225>

¹⁶ Farrow, A., & Santillo, D. (2019). Air quality monitoring in the vicinity of Bobov Dol coal fired power station, Bulgaria 21st February – 22nd May 2019. Greenpeace Research Laboratories Technical Report. <https://www.greenpeace.to/greenpeace/?p=3267>

¹⁷ Изпълнителна агенция по околна среда. (2019). Решение № 45-H4-ИО-А0/2019. [online]. [Moew.government.bg](http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=6ea744c8-d8fb-4d25-aaf0-3f37498713c6). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=6ea744c8-d8fb-4d25-aaf0-3f37498713c6>

¹⁸ Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. (2016). План за управление на речните басейни на Западнобеломорски район (2016-2021). Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. с. 89. [online]. [Wabd.bg](https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf

¹⁹ Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. (2016). План за управление на речните басейни на Западнобеломорски район (2016-2021). Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. Приложение 2.2.1.b Зауствания на промишлени отпадъчни води в Западнобеломорски район (карта) & Приложение 2.2.1.b Зауствания на промишлени отпадъчни води в Западнобеломорски район (списък). [online]. [Wabd.bg](https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf

²⁰ Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. (2016). План за управление на речните басейни на Западнобеломорски район (2016-2021). Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. Приложение 2.2.1.a Зауствания на битови отпадъчни води в Западнобеломорски район (карта) & Приложение 2.2.1.a Зауствания на битови отпадъчни води в Западнобеломорски район (списък). [online]. [Wabd.bg](https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf

²¹ Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. (2018). Бюлетин за състоянието на повърхностните и подземните води в Западнобеломорски район за Басейново управление през 2017 г. р-р 25 [online]. [Wabd.bg](https://wabd.bg/docs/dokladi/buletin2017.pdf). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://wabd.bg/docs/dokladi/buletin2017.pdf>

²² Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. Бюлетин за състоянието на повърхностните и подземните води в Западнобеломорски район за Басейново управление през 2018 г. р-р 18 [online]. [Wabd.bg](https://wabd.bg/content/wp-content/uploads/2019/06/%D0%93%D0%BE%D0%B4%D0%93%D0%B8%D0%B5%D0%BD-%D0%B1%D1%8E%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BD-%D0%B7%D0%B0-2018%D0%B3.pdf). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://wabd.bg/content/wp-content/uploads/2019/06/%D0%93%D0%BE%D0%B4%D0%93%D0%B8%D0%B5%D0%BD-%D0%B1%D1%8E%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BD-%D0%B7%D0%B0-2018%D0%B3.pdf>

²³ Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. Бюлетин за състоянието на повърхностните и подземните води в Западнобеломорски район за Басейново управление през 2019 г. р-р 24 [online]. [Wabd.bg](https://wabd.bg/content/wp-content/uploads/2020/06/20052020-%D0%9E%D0%94%D0%9E%D0%91%D0%A0%D0%95%D0%9D-%D0%91%D0%AE%D0%9B%D0%95%D0%A2%D0%98%D0%9D-2019-%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BB.pdf). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://wabd.bg/content/wp-content/uploads/2020/06/20052020-%D0%9E%D0%94%D0%9E%D0%91%D0%A0%D0%95%D0%9D-%D0%91%D0%AE%D0%9B%D0%95%D0%A2%D0%98%D0%9D-2019-%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BB.pdf>

²⁴ Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. (2016). План за управление на речните басейни на Западнобеломорски район (2016-2021). Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“. с. р-р 83 [online]. [Wabd.bg](https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: https://wabd.bg/docs/plans/purb1621/02_Razdel_2_Vidove_Natisk.pdf

²⁵ EPRI (2009) Coal Ash: Characteristics, Management, and Environmental Issues. Electric Power Research Institute (EPRI). Report 1019022, September 2009, 12pp.

²⁶ Finkelman, R.B. (1998) Trace Elements in Coal. Environmental and

Health Significance. Biological Trace Element Research 67(3): 197-204

²⁷ Lecomte, T., Ferrerí a de la Fuente, J.F., Neuwahl, F., Canova, M., Pinasseau, A., Jankov, I., Brinkmann, T., Roudier, S., Sancho, L.D. (2017) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants; EUR 28836 EN; doi:10.2760/949

²⁸ Lecomte et al. 2017

²⁹ Vassilev, S.V. and Vassileva, C.G. (1997). Geochemistry of coals, coal ashes and combustion wastes from coal-fired power stations. Fuel Processing Technology 51: 19-45

³⁰ Vassilev, S.V., Vassileva, C.G., Baxter, D., Andersen, L.K. (2010) Relationships between chemical and mineral composition of coal and their potential applications as genetic indicators. Part 1. Chemical characteristics. Geologica Balcanica, 39(3): 21-41

³¹ Donahoe, R.J. (2004) Secondary mineral formation in coal combustion byproduct disposal facilities: implications for trace element sequestration. Geological Society, Special Publications 236 (1): 641-658

³² Izquierdo, M. and Querol, X. (2012) Leaching behaviour of elements from coal combustion fly ash: An overview. International Journal of Coal Geology 94: 54–66

³³ Kosson, D.S., Sanchez, F., Kariher, P., Turner, L.H., Delapp, R., Seignette, P. (2009) Characterization of Coal Combustion Residues from Electric Utilities – Leaching and Characterization Data. EPA-600/R-09/151. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency

³⁴ Ruhl, L., Vengosh, A., Dwyer, G.S., Hsu-Kim, H., Schwartz, G., Romanski, A., Smith, S.D. (2012) The Impact of Coal Combustion Residue Effluent on Water Resources: A North Carolina Example. Environmental Science & Technology 46: 12226–12233

³⁵ Berezina N.A. (2003) Tolerance of Freshwater Invertebrates to Changes in Water Salinity. Russian Journal of Ecology. 34(4): 261–266

³⁶ Canedo-Arguelles, M., Kefford, B., Schafer, R. (2019) Salt in freshwaters: causes, effects and prospects - introduction to the theme issue. Philosophical Transactions Royal Society B 374: 20180002

³⁷ Flem, B., Reimann, C., Fabian, K., Birke, M., Filzmoser, P., Banks, D. (2018) Graphical statistics to explore the natural and anthropogenic processes influencing the inorganic quality of drinking water, ground water and surface water. Applied Geochemistry, 88(B), 133-148

³⁸ Lecomte, T., Ferrerí a de la Fuente, J.F., Neuwahl, F., Canova, M., Pinasseau, A., Jankov, I., Brinkmann, T., Roudier, S., Sancho, L.D. (2017) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants; EUR 28836 EN; doi:10.2760/949

³⁹ Yudovich, Ya.E. & Ketris, M.P. (2005) Arsenic in coal: a review. International Journal of Coal Geology, 61: 141– 196

⁴⁰ Yudovich & Ketris 2005

⁴¹ ATSDR (2007) Toxicological Profile for Arsenic. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), United States Public Health Service, August 2007

⁴² Flem, B., Reimann, C., Fabian, K., Birke, M., Filzmoser, P., Banks, D. (2018) Graphical statistics to explore the natural and anthropogenic processes influencing the inorganic quality of drinking water, ground water and surface water. Applied Geochemistry, 88(B), 133-148

⁴³ Salomons, W. and Forstner, U. (1984) Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, ISBN 3540127550

⁴⁴ Mandal, B.K. and Suzuki, K.T. (2002) Arsenic around the world: A review. Talanta 58:201-235

⁴⁵ ATSDR (2007) Toxicological Profile for Arsenic. Agency for Toxic

Substances and Disease Registry (ATSDR), United States Public Health Service, August 2007

⁴⁶ IARC (2012) Arsenic and Arsenic Compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 100C. <http://publications.iarc.fr/120>

⁴⁷ WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. World Health Organisation (WHO). https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

⁴⁸ ATSDR (2007) Toxicological Profile for Arsenic. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), United States Public Health Service, August 2007

⁴⁹ Mandal, B.K. and Suzuki, K.T. (2002) Arsenic around the world: A review. Talanta 58:201-235

⁵⁰ Ventura-Lima, J., Bogo, M.R., Monserrat, J.M. (2011) Arsenic toxicity in mammals and aquatic animals: A comparative biochemical approach. Ecotoxicology and Environmental Safety 74(3): 211-218

⁵¹ WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. World Health Organisation (WHO). https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

⁵² WHO (2011)

⁵³ IARC (2012) Arsenic and Arsenic Compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 100C. <http://publications.iarc.fr/120>

⁵⁴ IARC (2012)

⁵⁵ WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. World Health Organisation (WHO). https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

⁵⁶ ЕС (1998) Директива 98/83/ЕО на Съвета от 3 ноември 1998 година относно качеството на водите, предназначени за консумация от човека и последващи изменения. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31998L0083>

⁵⁷ WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. World Health Organisation (WHO). https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

⁵⁸ Finkelman, R.B. (1998) Trace Elements in Coal. Environmental and Health Significance. Biological Trace Element Research 67(3): 197-204

⁵⁹ Swaine, D.J. (1994) Trace elements in coal and their dispersal during combustion. Fuel Processing Technology 39: 121-137

⁶⁰ Swaine (1994)

⁶¹ Izquierdo, M. and Querol, X. (2012) Leaching behaviour of elements from coal combustion fly ash: An overview. International Journal of Coal Geology 94: 54–66

⁶² Kosson, D.S., Sanchez, F., Kariher, P., Turner, L.H., Delapp, R., Seignette, P. (2009) Characterization of Coal Combustion Residues from Electric Utilities – Leaching and Characterization Data. EPA-600/R-09/151. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency

⁶³ Ruhl, L.S., Dwyer, G.S., Hsu-Kim, H., Hower, J.C., Vengosh, A. (2014) Boron and Strontium Isotopic Characterization of Coal Combustion Residuals: Validation of New Environmental Tracers. Environmental Science & Technology, 48(24), 14790–14798

⁶⁴ ATSDR (2010) Toxicological Profile for Boron. Agency for Toxic

Substances and Disease Registry (ATSDR), United States Public Health Service, November 2010

⁶⁵ Flem, B., Reimann, C., Fabian, K., Birke, M., Filzmoser, P., Banks, D. (2018) Graphical statistics to explore the natural and anthropogenic processes influencing the inorganic quality of drinking water, ground water and surface water. Applied Geochemistry, 88(B), 133-148

⁶⁶ WHO (2009) Boron in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/HSE/WSH/09.01/2. World Health Organisation (WHO)

⁶⁷ ATSDR (2010) Toxicological Profile for Boron. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), United States Public Health Service, November 2010

⁶⁸ Harder, H. (1970) Boron content of sediments as a tool in facies analysis. Sedimentary Geology, 4(1-2): 153-175

⁶⁹ Emiroğlu, O., Çiçek, A., Arslan, N., Aksan, S., Rüzgar, M. (2010) Boron concentration in water, sediment and different organisms around large borate deposits of Turkey. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 84(4): 427-31

⁷⁰ WHO (1998) Environmental Health Criteria 204: Boron. International Programme on Chemical Safety. Geneva, Switzerland. DCN SE01918. World Health Organisation (WHO)

⁷¹ WHO (2009) Boron in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/HSE/WSH/09.01/2. World Health Organisation (WHO)

⁷² WHO (2009)

⁷³ ЕС (1998) Директива 98/83/ЕО на Съвета от 3 ноември 1998 година относно качеството на водите, предназначени за консумация от човека и последващи изменения. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31998L0083>

⁷⁴ WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

⁷⁵ Изпълнителна агенция по околна среда. (2019). Решение № 299-Н1-ИО-А0/2019. [online]. [Moew.government.bg](http://moew.government.bg). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=46f8d013-5588-4c55-943c-c7dda0ed7386>

⁷⁶ ТЕЦ „Бобов дол“. (2020). Годишен доклад за 2019 г. В изпълнение на дейностите, за които е предоставено Комплексно разрешително № 299-Н1-ИО-А0/2019 на депо за неопасни производствени отпадъци - Каменик. Изпълнителна агенция по околна среда. С. 4. [online]. [Eea.government.bg](http://eea.government.bg/bg/r-r/r-kpkz/GD_doc_19/GDOS_2019_Kamenik.doc). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: http://eea.government.bg/bg/r-r/r-kpkz/GD_doc_19/GDOS_2019_Kamenik.doc

⁷⁷ Изпълнителна агенция по околна среда. (2019). Решение №. 299-Н1-ИО-А0/2019. С. 4 [online]. [Moew.government.bg](http://moew.government.bg). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=46f8d013-5588-4c55-943c-c7dda0ed7386>

⁷⁸ ТЕЦ „Бобов дол“. (2018). Допълнено заявление за издаване на комплексно разрешително на Депо за неопасни производствени отпадъци - сгуоотвал Каменик. С. 13

⁷⁹ ТЕЦ „Бобов дол“. (2020). Годишен доклад за 2019 г. В изпълнение на дейностите, за които е предоставено Комплексно разрешително № 299-Н1-ИО-А0/2019 на депо за неопасни производствени отпадъци - Каменик. Изпълнителна агенция по околна среда. С. 5. [online]. [Eea.government.bg](http://eea.government.bg/bg/r-r/r-kpkz/GD_doc_19/GDOS_2019_Kamenik.doc). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: http://eea.government.bg/bg/r-r/r-kpkz/GD_doc_19/GDOS_2019_Kamenik.doc

⁸⁰ Регионална инспекция по околна среда и Воду - Перник. (2018). Решение № ПЕ-23-ПР/2018. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://www.pk.riovs-pernik.com/images/docs/Ovos/PE-23-PR-2018.pdf>

⁸¹ Изпълнителна агенция по околна среда. (2019). Решение № 299-Н1-ИО-А0/2019. С. 7 [online]. [Moew.government.bg](http://moew.government.bg). [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://registers.moew.government.bg/kr/File/GetResolutionFile?docKey=46f8d013-5588-4c55-943c-c7dda0ed7386>

⁸² Регионална инспекция по околна среда и Воду - Перник. (2018). Решение № ПЕ-23-ПР/2018. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <http://www.pk.riovs-pernik.com/images/docs/Ovos/PE-23-PR-2018.pdf>

⁸³ EU (2008) Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/105/oj>

⁸⁴ Kostova, I., Vassileva, C., Hower, J., Mastalerz, M., Vassilev, S., Nikolova, N. (2011) Mercury in coals and fly ashes from republika and bobov dol thermoelectric power plants. Comptes Rendus de L'Academie Bulgare des Sciences, 64(2): 253-262

⁸⁵ Kosson, D.S., Sanchez, F., Kariher, P., Turner, L.H., Delapp, R., Seignette, P. (2009) Characterization of Coal Combustion Residues from Electric Utilities – Leaching and Characterization Data. EPA-600/R-09/151. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency

⁸⁶ Izquierdo, M. and Querol, X. (2012) Leaching behaviour of elements from coal combustion fly ash: An overview. International Journal of Coal Geology 94: 54–66

⁸⁷ Lu, F., Xiao, T., Lin, J., Ning, Z., Long, Q., Xiao, L., Huang, F., Wang, W., Xiao, Q., Lan, X., Chen, H. (2017) Resources and extraction of gallium: A review. Hydrometallurgy, 174:105-115

⁸⁸ Ruhl, L.S., Dwyer, G.S., Hsu-Kim, H., Hower, J.C., Vengosh, A. (2014) Boron and Strontium Isotopic Characterization of Coal Combustion Residuals: Validation of New Environmental Tracers. Environmental Science & Technology, 48(24), 14790–14798

⁸⁹ Kosson, D.S., Sanchez, F., Kariher, P., Turner, L.H., Delapp, R., Seignette, P. (2009) Characterization of Coal Combustion Residues from Electric Utilities – Leaching and Characterization Data. EPA-600/R-09/151. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency

⁹⁰ Vassilev, S.V., Vassileva, C.G., Baxter, D., Andersen, L.K. (2010) Relationships between chemical and mineral composition of coal and their potential applications as genetic indicators. Part 1. Chemical characteristics. Geologica Balcanica, 39(3): 21-41

⁹¹ Vassilev, S.V. and Vassileva, C.G. (1997). Geochemistry of coals, coal ashes and combustion wastes from coal-fired power stations. Fuel Processing Technology 51: 19-45

⁹² ТЕЦ „Бобов дол“. (2018). Допълнено заявление за издаване на комплексно разрешително на Депо за неопасни производствени отпадъци - сгуоотвал Каменик. С. 47

⁹³ ТЕЦ „Бобов дол“. (2018). Допълнено заявление за издаване на комплексно разрешително на Депо за неопасни производствени отпадъци - сгуоотвал Каменик. С. 103

⁹⁴ Finkelman, R.B. (1998) Trace Elements in Coal. Environmental and Health Significance. Biological Trace Element Research 67(3): 197-204

⁹⁵ Swaine, D.J. (1994) Trace elements in coal and their dispersal during combustion. Fuel Processing Technology 39: 121-137

⁹⁶ Izquierdo, M. and Querol, X. (2012) Leaching behaviour of elements from coal combustion fly ash: An overview. International Journal of Coal Geology 94: 54–66

⁹⁷ Kosson, D.S., Sanchez, F., Kariher, P., Turner, L.H., Delapp, R., Seignette, P. (2009) Characterization of Coal Combustion Residues from Electric Utilities – Leaching and Characterization Data. EPA-600/R-09/151.

⁹⁸ Flem, B., Reimann, C., Fabian, K., Birke, M., Filzmoser, P., Banks, D. (2018) Graphical statistics to explore the natural and anthropogenic processes influencing the inorganic quality of drinking water, ground water and surface water. *Applied Geochemistry*, 88(B), 133-148

⁹⁹ Smedley, P.L. and Kinniburgh, D.G. (2017) Molybdenum in natural waters: A review of occurrence, distributions and controls. *Applied Geochemistry* 84: 387-432

¹⁰⁰ WHO (2003) Molybdenum in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organisation (WHO)

¹⁰¹ Salomons, W. and Forstner, U. (1984) *Metals in the hydrocycle*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, ISBN 3540127550

¹⁰² Smedley, P.L. and Kinniburgh, D.G. (2017) Molybdenum in natural waters: A review of occurrence, distributions and controls. *Applied Geochemistry* 84: 387-432

¹⁰³ Christensen, F.M., Warming, M., Kjølholt, J., Heckmann, L.-H.L., Nilsson, N.H. (2015) Survey of molybdenum trioxide. Environmental Project No. 1716. Danish Environmental Protection Agency, Ministry of Environment, Denmark

¹⁰⁴ Smedley, P.L. and Kinniburgh, D.G. (2017) Molybdenum in natural waters: A review of occurrence, distributions and controls. *Applied Geochemistry* 84: 387-432

¹⁰⁵ WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

¹⁰⁶ Christensen, F.M., Warming, M., Kjølholt, J., Heckmann, L.-H.L., Nilsson, N.H. (2015) Survey of molybdenum trioxide. Environmental Project No. 1716. Danish Environmental Protection Agency, Ministry of Environment, Denmark

¹⁰⁷ WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

¹⁰⁸ ЕС (1998) Директива 98/83/ЕО на Съвета от 3 ноември 1998 година относно качеството на водите, предназначени за консумация от човека и последващи изменения. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31998L0083>

¹⁰⁹ Miljøministeriet (2014) Bekendtgørelse om vand-kvalitet og tilsyn med vand-forsyningsanlæg (Statutory Order on water quality and inspection of water supply facilities). BEK nr 292 af 26/03/2014. Miljøministeriet (Ministry of the Environment of Denmark)

¹¹⁰ Finkelman, R.B. (1998) Trace Elements in Coal. *Environmental and Health Significance*. Biological Trace Element Research 67(3): 197-204

¹¹¹ Swaine, D.J. (1994) Trace elements in coal and their dispersal during combustion. *Fuel Processing Technology* 39: 121-137

¹¹² Pacyna, E.G., Pacyna, J.M., Steenhuisen, F. & Wilson, W. (2006) Global anthropogenic mercury emission inventory for 2000. *Atmospheric Environment* 40: 4048–4063

¹¹³ Lecomte, T., Ferrería de la Fuente, J.F., Neuwahl, F., Canova, M., Pinasseau, A., Jankov, I., Brinkmann, T., Roudier, S., Sancho, L.D. (2017) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants; EUR 28836 EN; doi:10.2760/949

¹¹⁴ UNEP (2002) Global Mercury Assessment, United Nations Environment Programme (UNEP) Chemicals, Geneva,

Switzerland. Available at; www.chem.unep.ch/mercury

¹¹⁵ Lecomte, T., Ferrería de la Fuente, J.F., Neuwahl, F., Canova, M., Pinasseau, A., Jankov, I., Brinkmann, T., Roudier, S., Sancho, L.D. (2017) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants; EUR 28836 EN; doi:10.2760/949

¹¹⁶ UNEP (2002) Global Mercury Assessment, United Nations Environment Programme (UNEP) Chemicals, Geneva, Switzerland. Available at; www.chem.unep.ch/mercury

¹¹⁷ Salomons, W. and Forstner, U. (1984) *Metals in the hydrocycle*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, ISBN 3540127550

¹¹⁸ Hope, B.K. & Rubin, J.R. (2005) Mercury levels and relationships in water, sediment, and fish tissue in the Willamette Basin, Oregon. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 48(3): 367-380

¹¹⁹ Clarkson, T.W. & Magos, L. (2006) The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Critical Reviews In Toxicology* 36(8): 609-662

¹²⁰ UNEP (2002) Global Mercury Assessment, United Nations Environment Programme (UNEP) Chemicals, Geneva, Switzerland. Available at; www.chem.unep.ch/mercury

¹²¹ WHO (2003) Elemental mercury and inorganic mercury compounds: Human health aspects. Concise international chemical assessment document 50. World Health Organization (WHO). ISBN 9241530502

¹²² Harris, R.C., Rudd, J.W.M., Amyot, M., Babiarz, C.L., Beaty, K.G., Blanchfield, P.J., Bodaly, R.A., Branfireun, B.A., Gilmour, C.C., Graydon, J.A., Heyes, A., Hintelmann, H., Hurley, J.P., Kelly, C.A., Krabbenhoft, D.P., Lindberg, S.E., Mason, R.P., Paterson, M.J., Podemski, C.L., Robinson, A., Sandilands, K.A., Southworth, G.R., St. Louis, V.L. & Tate, M.T. (2007) Whole-ecosystem study shows rapid fish-mercury response to changes in mercury deposition. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(42): 16586–16591

¹²³ UNEP (2002) Global Mercury Assessment, United Nations Environment Programme (UNEP) Chemicals, Geneva, Switzerland. Available at; www.chem.unep.ch/mercury

¹²⁴ WHO (2003) Elemental mercury and inorganic mercury compounds: Human health aspects. Concise international chemical assessment document 50. World Health Organization (WHO). ISBN 9241530502

¹²⁵ Axelrad, D.A., Bellinger, D.C. Ryan, L.M. & Woodruff T.J. (2007) Dose–Response Relationship of Prenatal Mercury Exposure and IQ: An Integrative Analysis of Epidemiologic Data. *Environmental Health Perspectives* 115(4): 609-615

¹²⁶ Mahaffey, K.R., Clickner, R.P. & Bodurow, C.C. (2004) Blood Organic Mercury and Dietary Mercury Intake: National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 and 2000. *Environmental Health Perspectives* 112(5): 562-570

¹²⁷ UNEP (2002) Global Mercury Assessment, United Nations Environment Programme (UNEP) Chemicals, Geneva, Switzerland. Available at; www.chem.unep.ch/mercury

¹²⁸ Virtanen, J.K., Voutilainen, S., Rissanen, T.H., Mursu, J., Tuomainen, T., Korhonen, M.J., Valkonen, V., Seppälä, K., Laukkanen, J.A., Salonen, J.T. (2005) Mercury, Fish Oils, and Risk of Acute Coronary Events and Cardiovascular Disease, Coronary Heart Disease, and All-Cause Mortality in Men in Eastern Finland. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology* 25: 228-233

¹²⁹ EU (2001) Decision No 2455/2001/EC of the European Parliament and of the Council of 20 November 2001 establishing the list of priority substances in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC. *Official Journal L* 331 , 15/12/2001: 0001 – 0005

¹³⁰ EU (2008) Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/105/oj>

¹³¹ ЕС (1998) Директива 98/83/ЕО на Съвета от 3 ноември 1998 година относно качеството на водите, предназначени за консумация от човека и последващи изменения. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31998L0083>

¹³² WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality, Chemical aspects. Forth Edition, ISBN 9789241548151. World Health Organisation (WHO). https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

¹³³ For GPS locations of the points of sampling please consult the Technical Report.

¹³⁴ Actualno.com. (27 юни 2018 г.). Глоба за ТЕЦ "Бобов дол" за замърсяване на река Джерман с отпадни води. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: https://www.actualno.com/society/globa-za-tec-bobov-dol-za-zamysjavan-na-reka-djerman-s-otpadni-vodi-news_681941.html

¹³⁵ Регионална инспекция по околна среда и води - Перник. (2019). Наказателно постановление № С-8-2/13.05.2019.

¹³⁶ Kamerton.news. (10 май 2019 г.). Читатели: 20 Вагона с отпадъци от Италия са докарани на гарата в Големо село тази нощ. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://kamerton.news/content/content/details/1282/lang/1>

¹³⁷ Jones, D., Moore, C., Richards, W., Gierens, R., Myllyvirta, L., Primc, Z., Lazarus, A., Schaible, C., & Flisowska, J. (2018). Last Gasp: The Coal Companies Making Europe Sick. Sandbag/ Ember. <https://ember-climate.org/project/lastgasp/>

¹³⁸ Map data copyrighted OpenStreetMap contributors and available from <https://www.openstreetmap.org>

¹³⁹ News.bg. (17 март 2019 г.). ТЕЦ "Бобов дол" спря заради ниските цени на тока. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://news.bg/energy/tets-bobov-dol-sprya-zaradi-niskite-tseni-na-toka.html>

¹⁴⁰ News.bg. (2019). ТЕЦ "Бобов дол" спира работа планово го понеделник. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://news.bg/regions/tets-bobov-dol-spira-rabota-planovo-do-ponedelnik.html>

¹⁴¹ GRADKO Environmental. (n.d.). How do Palmes diffusion tubes work? <https://www.gradko.com/environmental/environmental-resources/technical-resources/technical-data-sheets/how-do-palmes-tubes-work.pdf>

¹⁴² European Commission. (n.d.). Air Quality Standards. <https://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.html>

¹⁴³ ЕС (2008). Директива 2008/50/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 21 май 2008 година относно качеството на атмосферния въздух и за по-чист въздух за Европа. [online]. [цитиран 25.02.2021 г.]. Достъпно на адрес: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>

¹⁴⁴ EU (2016). Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2016.344.01.0001.01.ENG

¹⁴⁵ EU (2010) Directive 2010/75/EU of the European Parliament

and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0075>

¹⁴⁶ United States Environmental Protection Agency. (n.d.). How Does PM Affect Human Health? <https://www3.epa.gov/region1/airquality/pm-human-health.html>

¹⁴⁷ WHO. (2018). Ambient (outdoor) air pollution. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

¹⁴⁸ United States Environmental Protection Agency. (n.d.). How Does PM Affect Human Health? <https://www3.epa.gov/region1/airquality/pm-human-health.html>

¹⁴⁹ Loomis, D., Wei Huang, Guosheng Chen; The International Agency for Research on Cancer (IARC) evaluation of the carcinogenicity of outdoor air pollution: focus on China, 2014

¹⁵⁰ World Health Organization. (2013). Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project. Retrieved from http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf

¹⁵¹ DeVries, R., Kriebel, D., & Sama, S. (2017). Outdoor air pollution and COPD-related emergency department visits, hospital admissions, and mortality: a meta-analysis. *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 14(1), 113–121. <https://doi.org/10.1080/15412555.2016.1216956>

¹⁵² Khaniabadi, Y. O. et al. Chronic obstructive pulmonary diseases related to outdoor PM10, O3, SO2, and NO2 in a heavily polluted megacity of Iran. *Environ Sci Pollut Res* 25, 17726-34. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1902-9>

¹⁵³ Leitte, A. M. et al. (2009). Respiratory health, effects of ambient air pollution and its modification by air humidity in Drobeta-Turnu Severin, Romania. *Sci. Total Environ.* 407(13), 4004–4011. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.02.042>

¹⁵⁴ Yang, W., Wang, X., Deng, Q., Fan, W., & Wang, W. (2014). An evidence-based appraisal of global association between air pollution and risk of stroke. *Int. J. Cardiol.* 175(2), 307–313. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.05.044>

¹⁵⁵ Shah, A. S. V. et al. (2015). Short term exposure to air pollution and stroke: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 350. <https://doi.org/10.1136/bmj.h1295>

¹⁵⁶ Lin, C., et al. (2018). A global perspective on sulfur oxide controls in coal-fired power plants and cardiovascular disease. *Sci. Rep.* 8, 2611. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20404-2>

¹⁵⁷ Mandel, J. H., et al. (2015). Ambient air pollution and lung disease in China: health effects, study design approaches and future research. *Front. Med.* 9: 392-400. <https://doi.org/10.1007/s11684-015-0397-8>

¹⁵⁸ WHO. (2018). Ambient (outdoor) air pollution. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

¹⁵⁹ WHO (2018)

¹⁶⁰ Anderson, H. R., Atkinson, R. W., Bremner, S. A., Carrington, J., & Peacock J. (2007). Quantitative systematic review of short term associations between ambient air pollution (particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide), and mortality and morbidity. London, Department of Health (2007). Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/215975/dh_121202.pdf

¹⁶¹ Guarnieri, M., & Balmes, J. (2014). Outdoor air pollution and asthma. *The Lancet* 383(9928), 1581–1592. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60617-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60617-6)

¹⁶² United States Environmental Protection Agency. Ground-level Ozone Pollution. <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics>

„Мръсното завещание на Въглищата“

Издаден през февруари 2021 г.

От „Грийнпийс“ – България

Автори:

*Кевин Бригден, Ейдън Фароу,
Десислава Микова*

Редактор: Меглена Антонова

Коректор: Павлина Върбанова

Снимки: „Грийнпийс“

Дизайн: Даниела Янкова

GREENPEACE