



ТЕХНОЛОГИЯ И РЕШЕНИЯ НА ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ РАЗРАБОТВАНЕ НА НАХОДИЩА ЗА ИНЕРТНИ МАТЕРИАЛИ В РАЙОНА НА СОФИЯ С ПОМОЩТА НА ЗЕМСНАРЯД

Златан Червенков¹

¹катедра „Разработване на полезни изкопаеми”, МТФ, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, България, e-mail: z.chervenkov@mgu.bg

РЕЗЮМЕ

Настоящата публикация третира проблемите, пред които се изправят проектантите, технологите, инвеститорите и техниците при разработване на находища на пясъци и чакъли - речна баластра от водоеми, намиращи се в Софийското поле, представляващи част от водосборния басейн на река Искър.

Разработването на пясъчно-чакълени находища в района на София, с помощта на земснаряди е специфичен процес, имащ някои технологични и екологични особености. Добитата баластра е суровина за получаването на фракции за бетонови и асфалтови смеси. Проучените находища в района са петнадесет. Предизвикателствата в експлоатацията им са от един и същ характер, предвид общите условия на залягане на отделните седименти.

Ключови думи: подводен добив, земснаряд, добив на инертни материали, кариери за баластра, добив от поречия и заливни тераси, технологии, параметри.

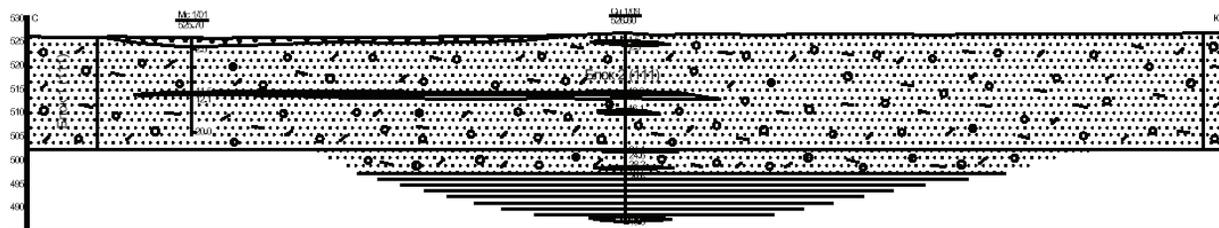
ABSTRACT

This publication deals with the problems faced by designers, technologists, investors and technicians when developing deposits of sand and gravel - river ballast from reservoirs located in the Sofia Field, representing part of the Iskar River catchment basin.

The development of sand-gravel deposits in the Sofia region, with the help of dredges, is a specific process, having some technological and ecological features. The mined ballast is a raw material for obtaining fractions for concrete and asphalt mixtures. There are fifteen studied deposits in the area. The challenges in their exploitation are of the same nature, given the general conditions of deposition of individual sediments.

Геоложки строеж

В геолошко отношение Софийското поле, през годините е доста добре проучено откъм наличие на подземно богатство – речна баластра – пясък и чакъл, състоянието на подземните водни количества и нивата им, прослойките от различни видове глини и глинести формации или включения, както и покривката изразена най-често от пясъчливи почви и горен хумусен слой.



Фиг.1 Геоложки разрез на находище разположено в Софийското поле

Технология на разработване на пясъчно-чакълени находища с земснаряд

„Земснарядите са плаващи земепомпени машини с непрекъснато действие“ [2].



Електрическите земснаряди са плаващи технически съоръжения, открояващи се с най-добри показатели пред познатите средства за подводен добив. Те представляват специализирани машини, съоръжени със засмукващо-нагнетна земепомпа, осъществяваща добив и хидротранспорт на насипни материали от дъното на водни басейни до съоръжения за отделяне на използваната при хидротранспорта вода. Тези съоръжения биват роторни кофови обезводнителни, дехидраторни станции, наливни полета и др. С последващо сепариране и пречистване от нежеланите компоненти, като отмиваемите частици и подобни, добития материал е годен за използване в производството на бетон или асфалт. Използваната за транспорт вода се връща във водоема след пречистване чрез утаяване [2].



Фиг.2 Схема на работа на електрически земснаряд и роторен обезводнител

Фактори ограничаващи свободния избор на технология за разработване със земснаряд

1. Наличие на пътни връзки преминаващи през находището

Неблагоприятен момент при разработване на находища по подводен начин чрез използване на земснаряди е когато през площта на находището преминава път за обслужване на прилежащите съседни площи. При този случай се налага технологичната схема да е разработена, така че да се изведе полезното изкопаемо без да се стигне до нарушаване на пътната основа или целостта на пътното тяло, с оставяне на предпазни целици в откосите над и под вода. При разработването в зоната на пътя забоя да се изземва послойно с предвиден отстъп от пътното тяло, нарастващ в дълбочина, съобразно устойчивия ъгъл на откоса под вода. За по-голяма сигурност се предвижда допълнително безопасно разстояние.

2. Електропроводи пресичащи находището

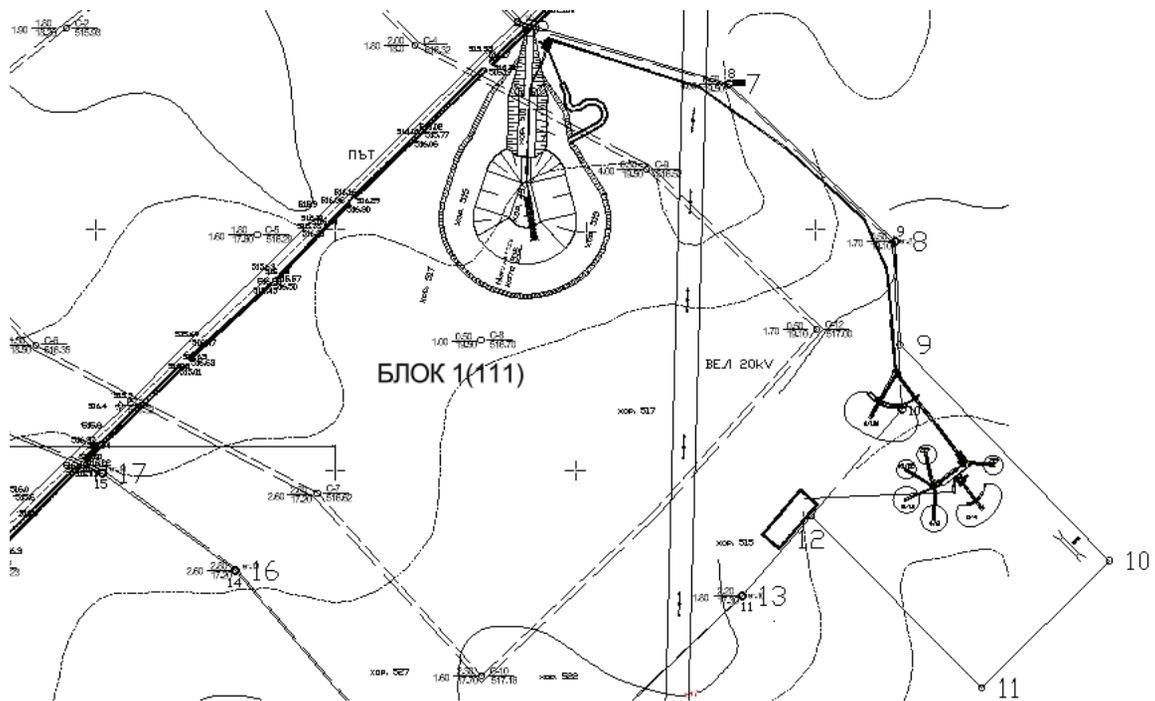
В случай на наличие на изградено трасе от електропреносната мрежа на страната в границите на находището е необходимо да се вземат мерки за запазване на самите съоръжения в едно със сервитутите предвидени за съответния вид на трасето. Както и необходимите площадки за демонтаж и транспорт при предвиждане на изместване на електропровода в последващ етап на развитие на добивните работи в находището.

3. Наличие на напоителни или отводнителни съоръжения (канавки, канали, водопроводи, сондажи за вода и др.) преминаващи през находището.

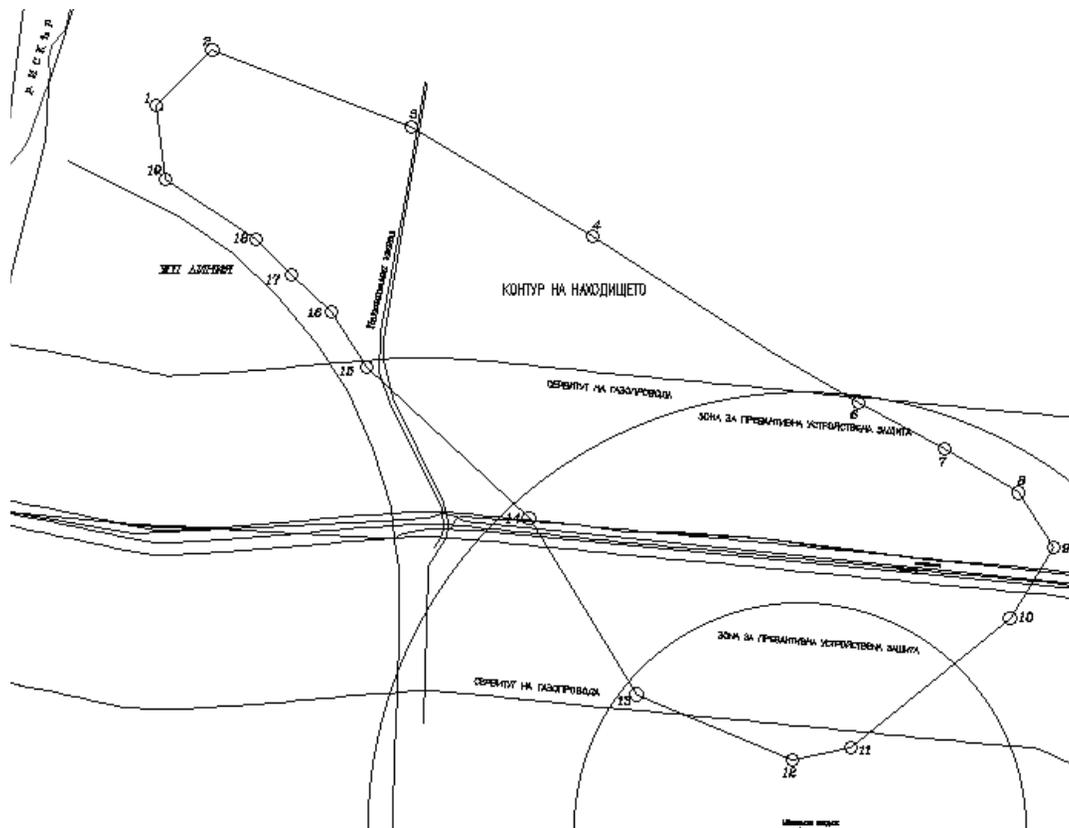
Друг вид съоръжения със значителна степен на значимост и налагаща се нужда от опазването им са напоителните или отводнителни канали. Освен задължителните мерки споменати по предходните точки, тук се налага и гарантирането на отсъствие на хидравлична връзка между съответното съоръжение и водоема за добив.

4. Наличие на газопроводи преминаващи през находището

Трасетата на газопреносната мрежа обикновено се обозначават със съответните знаци за това, но не са изключени случаи на близост или попадане на газопровод в пределите на проучената за добив площ, пример за това е показан на фигура 4.



Фиг.3 Ситуационен план на находище пресечено от полски път и през което преминава електропровод ВЕЛ 20 kV.



Фиг.4 Ситуационен план на находище, през което преминава газопровод, напоителен канал, в близост има сондаж за минерална вода и ЖП линия [8].



За предотвратяване на негативните последици от извършването на добивни дейности в находищата в района на град София, при спазване на ограниченията посочени по-горе, могат да се приложат следните мерки:

- Избор на система на разработване с разделяне находището на добивни участъци, като се избегне съответната изградена и налична инфраструктура или съоръжение.
- Строго спазване на безопасните отстояния и гарантиране поддържането на устойчив ъгъл на откоса в зоните на добив в близост от съответното съоръжение.
- Софтуерни решения за следене и контрол на местоположението на земснаряда спрямо съответната зона за охрана. Както и възможен стоп на работата на земснаряда при навлизане в съответните сервитути.
- Обучения и инструкции на персонала за работа със софтуер за управление и контрол на системите, с цел недопускане грешки чрез повишаване квалификационната компетентност.
- Постоянен мониторинг на „специфичните опасни“ зони от технически лица.
- Насипване на неизползваемите компоненти от баластрата отделени при промиване в откосите след изземване на съответните участъци или блокове, такива могат да са утайките получени след роторния обезводнител или от промиването на баластрата. Това ще доведе до изплитняване на околобрежните зони в близост до съоръженията.

Параметри на добива със земснаряд

1. Работни стъпала

При добив със земснаряд най-често работното стъпало е едно, ако не се налага сепариране на полезното изкопаемо по вид на разпространението му в дълбочина. В този случай броят на стъпалата се определя от различните слоеве за добив, броят им и тяхната дебелина [2].

2. Работна стружка на изземване на баластрата

Работната стружка представлява частта от масива на изземвания слой баластра отделена от масива чрез работния орган при едно пълно преместване на земснаряда от единия до другия край на добивния участък от забоя. Нейните геометрични параметри като височина и ширина са в пряка зависимост от производителността на земепомпата, пориозността и степента на разрохкване на материала от забоя.

„За най-производителния начин на изземване на забоя с вертикални многоредни стружки спомагателните операции включват: преместване на ротора в границите на слоя за изземване на поредната стружка; изменение на посоката на движение на работния орган при снемане на стружки от слоя; извеждане от забоя и спускане на ротора за обработване на по-долу лежащия слой; преместване на багера за осъществяване на следващия цикъл“ [3].

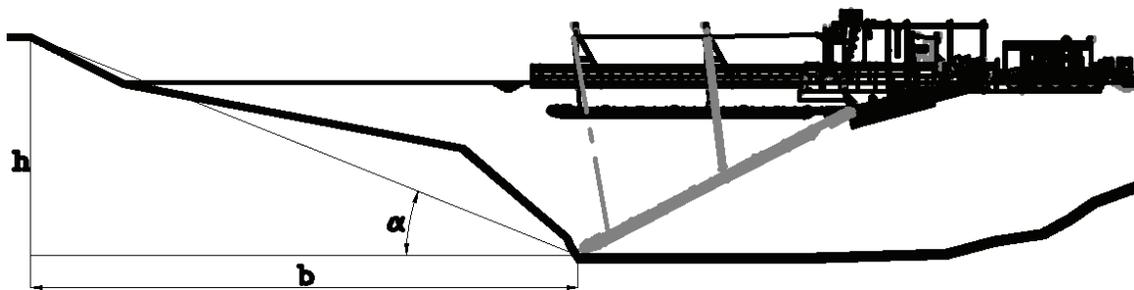
3. Стъпка на напредване

Дължината на стъпката на напредване е функция от използваните секции на плаващите пулпопроводи от една страна и от параметрите на находището и земепомпата от друга. Стъпката на напредване има ключова роля в организацията на работа, планирането и развитието на баластриерата по време. Оптимален вариант е използването на различни дължини на секциите пулповод с оглед най-ефективно напредване на добивните дейности според вида и характера на материала в съответния участък.

4. Ъгъл на устойчив откос на бордовете

Това е ъгълът, при достигане на който бордовете ще останат устойчиви, без опасност от свличане и обрушване на бреговете. За баластрените находища от Софийското поле са определени различни стойности за устойчив ъгъл на откоса (от 26° до 32°). Правилното му определяне е с много висока степен на значимост, предвид запазване очертанията на водоема, охраняване на прилежащи обекти или сгради и съоръжения в и около находището.

5. Минимално отстояние от горния ръб на стъпалото до зоната на добив

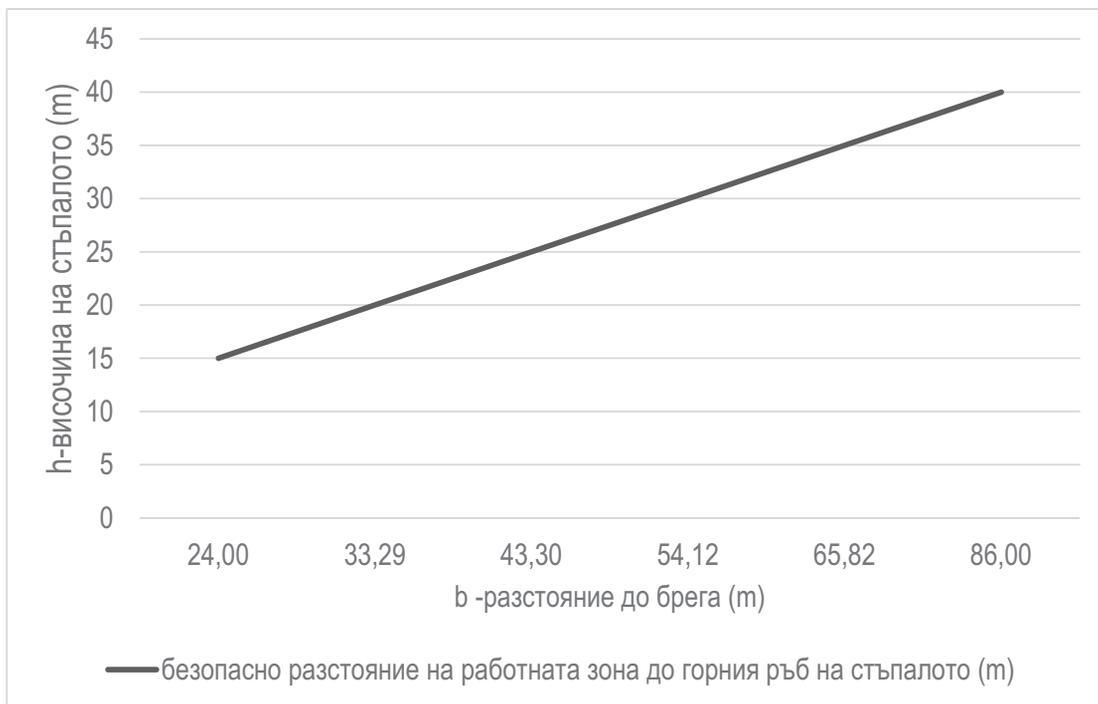


Фиг. 5 Схема на добивна линия на земснаряд

Това е дистанцията в хоризонтална равнина от работния орган до брега, под която съществува риск от свличане или обрушване (включва откоса под и над вода).

В пряка зависимост е от дълбочината на добив (височината на добивното стъпало-h) и определения устойчив ъгъл на откоса - α за даденото находище, изчислява се по формула 1.1.

$$b = 1 + (h \cdot \cotg \alpha), \text{ m} \quad (1.1)$$



Фиг. 6. Графика на безопасното разстояние от зоната на добив до горния ръб на стъпалото

На графиката от фигура 6 са визуализирани стойностите на минималното безопасно отстояние от работния орган до горния ръб на стъпалото в хоризонтално направление при различните дълбочини на добив и стойности на ъгъла на устойчив откос.

Екологичен аспект

В района на град София има обособени 13 защитени територии, които имат различни режими на ползване (защита), те са отделени в четири категории: природни паркове; резервати; защитени местности; природни забележителности (7).

В таблица 1 са посочени видовете защитени територии и обектите подлежащи на защита. Освен тях, в района на София се намират и три Защитени зони по Натура-2000: Рибарници



Челопечене BG0002114; Долни Богров – Казичене BG0002004; Витоша BG0000113, целта на обособяването им е опазване на гнездящи, мигриращи и зимуващи птици, както и естествените местообитания на защитени и редки растителни и животински видове, включени в "Червена книга на РБ" и в списъка на застрашените видове в Европа [1].

Таблица 1.

Вид територия	Наименование	Обект третиращ територията
Природни паркове	Природен парк Витоша	Да се обявят за строго охранителен периметър и природен парк с резерватите в него, горите и пасбищата-яйлаци в планина Витоша.
Резервати	1. Резерват Бистришко бранище 2. Резерват Торфено бранище	Смърчови гори. Субалпийски торфища.
Защитени местности	1. Блатата с. Долни Богоров 2. Врана – 1 3. Еленина бара 4. Извора 5. Манастирска кория 6. Турченица	Запазване естествените местообитания на защитени и редки видове птици. Опазване на местообитания на редки и застрашени растителни и животински видове, в т.ч. Тис и джел; Съхранение на уникална гора и уникален парк със забележителен ландшафт. Опазване на склопена култура от сребрист смърч - рядък вид. Запазване на останки от вековна дъбова гора - 22 вековни дървета и средата необходима за тяхното съществуване. Опазване на уникална букова гора около манастир "Св. Св. Кирил и Методий" на възраст между 120 и 140 години. Опазване на иглолистна култура от бял и черен бор, зелена дугласка и сребрист смърч. Културата представлява сбор от географски произходи от бял и черен бор, с които са залесявани южните склонове на Стара планина.
Природни забележителности	1. Кътинските пирамиди 2. Урвич	Опазване на земни пирамиди. Запазване територия с характерен ландшафт, представляваща съчетание от гори и скални образувания по поречието на р. Искър.

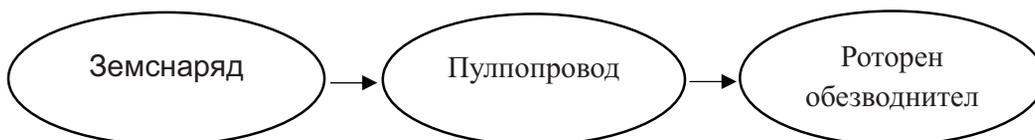
В зони с определен защитен статут, като описаните по-горе [1,6,7,8], най-благоприятен за използване при експлоатация на находища, попадащи в цитираните зони в единство със заобикалящата го флора и фауна е електрическият земснаряд, с ниските си нива на шум и вибрации основно, но и с липсата на изпускани вредни емисии. Промените в хидрологията на района, в който се извършва добивът, създават условия за развитие на водни екосистеми. Земснарядите не нарушават



местата за размножаване на рибите и водоплаващите птици, не влошават качеството на водата, щадят и опазват локалната флора и фауна.

Качествени особености на произведените материали

Получените фракции след сепарацията и промиването на речната баластра се използват основно за пълнители в производството на бетон. Те трябва да отговарят на стандарти като БДС EN 12620:2002+A1:2008, за минималните изисквания към добавъчните материали за бетон. Наличието на фина фракция във получените продукти е един от основните параметри влияещи на качеството на произведения бетон и за фракция 0/4 милиметра (пясък), например съдържанието на частиците преминали през сито с отвори 0,0063 мм трябва да е от 0% до 3%, а за чакълени фракции е от 0% до 1,5%.



При използване на показаната схема за подводен добив земснаряд – пулпопровод – роторен обезводнител (обезводнително колело), голяма част от фината фракция, влияеща отрицателно на качеството, бива отделена заедно с водата и след последващо утаяване в специални утайтели се използва за целите на рекултивация или като инертен материал за обратни засипи. Баластрата добита по този начин е с голяма чистота и с показатели задоволяващи изискванията за качество към получените готови продукти.

Технически трудности и решение

Земснарядите изискват много внимание по време на работа, особено когато се работи в тежки условия, като високи и стръмни брегове, нееднородност на полезното изкопаемо, наличие на глинести пластове и твърди жилни глинести включения, дълбоки водни басейни или турбулентни реки. Те трябва да се адаптират към различни подводни минни условия и теренни особености, без да съществува възможност за пряк визуален контакт с обекта на добив. Ето защо в последно време все повече се разчита на различни системи за следене и контрол на параметрите на добива, както и на възможности за управление и прецизиране на добивно-транспортния процес с помощта на автоматизирани системи и изкуствен интелект.

Регулаторни и правни ограничения

Електрическите земснаряди по същество са плаващи технически средства (ПТС) и като такива подлежат на регистрация и контрол от Дирекция „Корабна инспекция“, Изпълнителна агенция "Морска Администрация" и Министерството на транспорта. Изискват се специални квалификационни свидетелства за правоуправление на кораб до 40 БТ (брuto тона), както и свързаните с това специализирани разрешителни.

Социални и икономически въздействия

Инертните материали – пясъци и чакъли имат важно значение в прогреса и процесите на обновяване облика на столицата. Строителството на все по-модерни и технически актуални архитектурни комплекси, с изграждането и развиването на инфраструктурни проекти от ново поколение, все по-развиващото се метро и увеличаването на населението на София води до търсене на решения за добив с най-малко загуби, с най-високи производителност и ефективност и с най-високо



и стабилно качество на крайния продукт, добива на баластра със земснаряд дава отговор на тези предизвикателства в пълнота.

Обособените водоеми и езера след изчерпване на залежите от пясъци и чакъли – речна баластра, разкриват възможности за обособяване на водни паркове и градини, развиване на водни спортове и създаване на зони за отдих, релакс и рекреация на населението на столицата и околните населени места. Подобни примери са езерото в ж.к. Дружба и езерото край село Казичене.

Заключение

В района на град София с помощта на земснаряд, се експлоатират успешно няколко находища на речна баластра. Налице са редица технологични предизвикателства и ограничения от разнообразен характер, но чрез прецизно планиране и спазване на технологичните и екологични изисквания се постигат високи производствени резултати. В едно с високото качество и модернизирането на добивните процеси, прилагането на иновативни технологии, подводния добив със земснаряд е предпочитан и надежден по отношение на прилагане на добри устойчиви практики за най-рационалното изземване и използване на ресурсите и опазване на околната среда, както в наши дни така и в бъдеще.

Литература:

1. Единна информационна система за НАТУРА 2000: <https://natura2000.egov.bg/EsriBg.Natura.Public.Web.App/Home/Map>
2. Копрев И. (2016) Подводен добив на полезни изкопаеми
3. Копрев И. (2017) Екологични аспекти на механизацията при подводен добив на полезни изкопаеми. XIV Международна конференция по открит и подводен добив на полезни изкопаеми. Международен дом на учените "Фр. Ж. Кюри", к.к. "Св. Св. Константин и Елена", Варна, 03 – 07 Юли, 2017., стр. 445-448.
4. Копрев И., А. Паскалев (2015) Производителност на широко обхванат подводен разрохвач. Годишник на МГУ, том 58, свитък II, Добив и преработка на минерални суровини, София, 2015, стр. 22 – 24.
5. Terziyski, D., Kaykov, D. (2023). A simulation of the materials flow in a quarrying operation. Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Vol. 66, pp. 69-73 ISSN 2738-8816
6. Областна администрация София: <https://sfoblast.egov.bg/wps/portal/district-sofia-grad/district/%D0%BEverview/environment.natural-resources>
7. <https://econominews.com/index.php/turizam/82-zabelezhitelnosti-v-balgariya/703-sofiya-grad-rezervati-zashtiteni-mestnosti-i-prirodni-zabelezhitelnosti>
8. РИОСВ София: <https://www.riew-sofia.org/>