

# ΤΙΝΤΥΑΝΑ ΕΡΕΥΝΑ

---

*Έκθεση σχετικά με τις υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή ΙΡ του  
κοιτάσματος Rozino*

---

| Αριθμός<br>έκδοσης | Ημερομηνία | Κύριες<br>τροποποιήσεις |  | <b>Jess E EOOD</b><br>Σόφια 1404<br>Strelbishte, Tulcha st.<br>κτίριο 112, είσοδος Β,<br>διαμέρισμα 57<br>E-mail: jes-e@abv.bg |
|--------------------|------------|-------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                  | 10/11/2023 | Πρόχειρο                |  |                                                                                                                                |
| 1                  | 27/11/2023 | Τελικό τεύχος           |  |                                                                                                                                |

## Πίνακας περιεχομένων

|    |                                                                                          |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Εισαγωγή.....                                                                            | 2  |
| 2  | Θέση του κοιτάσματος Rozino Περιοχή επενδυτικής πρότασης.....                            | 3  |
| 3  | Γενικές φυσικές και γεωγραφικές πληροφορίες για την περιοχή .....                        | 5  |
| 4  | Κατάσταση της έρευνας στην περιοχή.....                                                  | 7  |
| 5  | Γεωλογικές συνθήκες .....                                                                | 8  |
| 6  | Περιφερειακές υδρογεωλογικές συνθήκες .....                                              | 11 |
| 7  | Υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή της πρότασης επένδυσης του κοιτάσματος Rozino ..... | 13 |
| 8  | Επίπεδα υπόγειων υδάτων .....                                                            | 17 |
| 9  | Χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων .....                                                 | 20 |
| 10 | Συνοπτικά υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά .....                                             | 26 |
| 11 | Συμπέρασμα .....                                                                         | 28 |
| 12 | Αναφορές.....                                                                            | 29 |

## **1 Εισαγωγή**

Η Tintyava Exploration AD βρίσκεται στη δεύτερη διετή παράταση της σύμβασης με το Υπουργείο Ενέργειας για την αναζήτηση και εξερεύνηση στο PLA Tintyava στα Ανατολικά Ροδόπη. Αφού υπέβαλε την έκθεση σχετικά με τα αποθέματα χρυσού στο βουλγαρικό Υπουργείο Ενέργειας για την καταχώριση μιας εμπορικής ανακάλυψης του κοιτάσματος χρυσού Rozino, η Tintyava Exploration AD ξεκίνησε τις προετοιμασίες για την ανάπτυξη του κοιτάσματος. Σύμφωνα με τον νόμο περί ορυκτών πόρων, τα πιστοποιητικά εμπορικής ανακάλυψης εκδίδονται μετά την υποβολή θετικής δήλωσης ΕΠΕ. Επί του παρόντος, η Tintyava Exploration AD έχει ξεκινήσει τη διαδικασία που αναφέρεται στο κεφάλαιο 6 του νόμου περί προστασίας του περιβάλλοντος και έχει υποβάλει επενδυτική πρόταση για την ανάπτυξη του κοιτάσματος Rozino στον δήμο Ivaylovgrad.

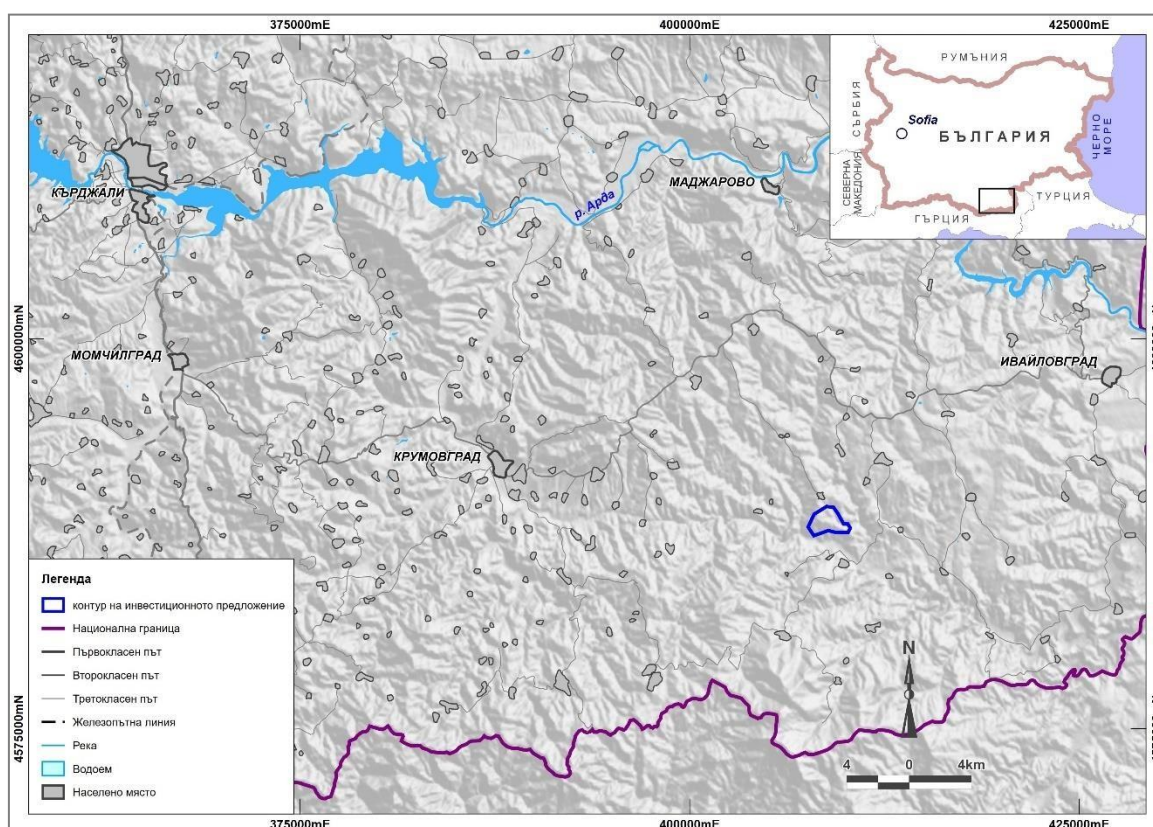
Η εταιρεία συμβούλων Jess-E EOOD προσλήφθηκε για να μελετήσει τις υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή της επενδυτικής πρότασης του κοιτάσματος Rozino, με την ιδέα ότι η μελέτη θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί από μια ομάδα εμπειρογνομόνων που θα αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ανάπτυξης και της εξόρυξης του ορυχείου.

Η παρούσα έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα των εργασιών για την περιγραφή των υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή της επενδυτικής πρότασης για το κοίτασμα Rozino.

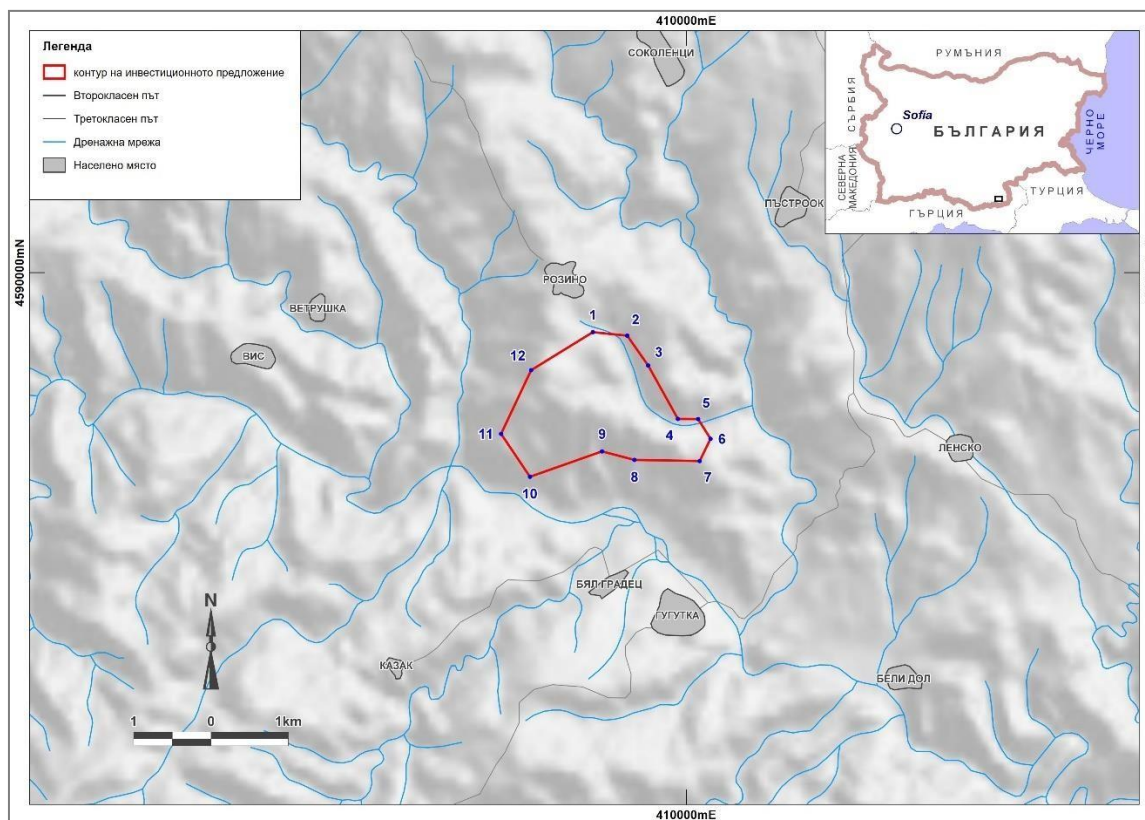
## 2 Τοποθεσία της περιοχής της επενδυτικής πρότασης για το κοιτάσμα Rozino

Η επενδυτική πρόταση (IP) βρίσκεται στον δήμο Ivaylovgrad, στην περιφέρεια Haskovo (Εικόνα 1).

Η περιοχή της πρότασης επένδυσης του κοιτάσματος Rozino έχει έκταση 304,5 εκτάρια στα χωριά Rozino και Gugutka (Σχήμα 2), εκ των οποίων 173,6 εκτάρια αποτελούν ζώνη ασφαλείας και 130,9 εκτάρια προορίζονται για εγκαταστάσεις εξόρυξης. Η πρόσβαση και στα δύο χωριά γίνεται μέσω ασφαλτοστρωμένων δρόμων, ενώ στη συνέχεια χρησιμοποιούνται δασικοί δρόμοι τρίτης κατηγορίας και χωματόδρομοι για την πρόσβαση στην ιδιοκτησία. Τα χωριά διαθέτουν ηλεκτρικό ρεύμα. Η κύρια αρτηρία ύδρευσης στην περιοχή είναι ο ποταμός Byala Reka.



Σχήμα 1. Θέση της περιοχής της επενδυτικής πρότασης για το κοιτάσμα Rozino.

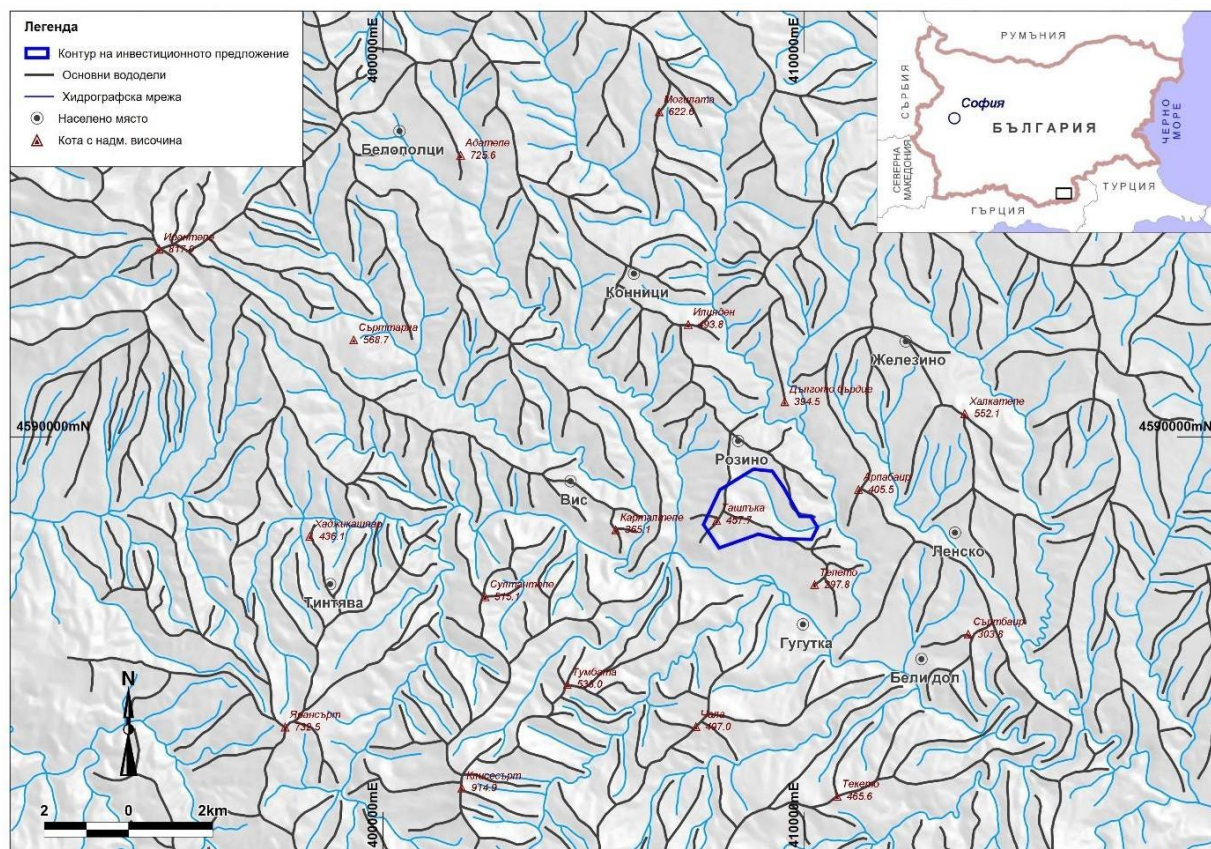


Σχήμα 2. Περίγραμμα της πρότασης επένδυσης στο κοιτάσμα Rozino και υποδομές στην περιοχή.

### 3 Γενικές φυσικές και γεωγραφικές πληροφορίες για την περιοχή

Η τοπογραφία της περιοχής είναι χαμηλή ορεινή και λοφώδης, με επικράτηση των επίπεδων λόφων. Το υψόμετρο πάνω από τη στάθμη της θάλασσας κυμαίνεται μεταξύ 70 και 700 μέτρων, με μέσο όρο 320 μέτρα σε ευρύτερη γεωγραφική προοπτική. Τα ύψη στην περιοχή της πρότασης επένδυσης είναι επίσης περίπου στο ίδιο μέσο όρο. Το υψηλότερο σημείο είναι η κορυφή Tashlaka, με 457,7 μ. (Σχήμα 3). Η περιοχή γύρω από αυτήν διαμελίζεται από τους παραποτάμους του ποταμού Byala Reka, του οποίου η υψομετρική στάθμη της πεδιάδας προς τα νότια (εκτός της IP) είναι 230 – 235 μ.

Σχήμα 3. Υδρογραφικό δίκτυο και κύριες λεκάνες απορροής στην περιοχή μελέτης.



Η περιοχή που μελετήθηκε ανήκει στη γεωγραφική υποπεριοχή Gyumyurdjin-Maglenishka. Η γειτνίασή της με τη λεκάνη του Αιγαίου είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει στο μεταβατικό μεσογειακό κλίμα, με την εμφάνιση μεταβατικού ηπειρωτικού κλίματος βόρεια του ποταμού Biala Reka. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 12-13 °C και η μέση θερμοκρασία τον Ιανουάριο είναι 1-2 °C, ενώ η μέση θερμοκρασία τον Ιούλιο είναι 23-24 °C.

Οι χειμώνες είναι σχετικά ήπιοι, με τους πιο κρύους μήνες να είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Οι χιονοπτώσεις κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου κυμαίνονται μεταξύ 30 και 50% του συνολικού ύψους βροχόπτωσης, και το χιόνι δεν παραμένει για περισσότερο από 4-6 ημέρες. Την άνοιξη, η θερμοκρασία αρχίζει να παραμένει σταθερά πάνω από 5 °C κατά το δεύτερο μισό του Μαρτίου. Τα καλοκαίρια είναι ηλιόλουστα και ζεστά, με μέση μηνιαία θερμοκρασία στους θερμότερους μήνες (Ιούλιο και Αύγουστο) 24 °C και σπάνιες μέγιστες θερμοκρασίες 36-38 °C. Τα φθινόπωρα είναι επίσης ζεστά, με μέση θερμοκρασία τον Οκτώβριο 10,5 °C. Η θερμοκρασία παραμένει σταθερά κάτω από 5 °C μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου.

Η κατεύθυνση του ανέμου στους ανοιχτούς χώρους είναι κυρίως από βορρά και βορειοδυτικά, με ένα δεύτερο μέγιστο από νότια-νοτιοανατολικά. Οι άνεμοι επηρεάζονται από την τοπογραφία και συχνά ακολουθούν τις κοιλάδες.

Η ετήσια νεφοκάλυψη είναι υψηλότερη το χειμώνα (52-65%) και χαμηλότερη το καλοκαίρι (30-35%).

Τα υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του κρύου μέρους του έτους, με παρόμοιες τιμές γύρω στο 80% κατά τη διάρκεια όλων των μηνών. Το καλοκαίρι, η σχετική υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 65% και 70%, με χαμηλό τον Αύγουστο.

Ο ετήσιος αριθμός ημερών με ομίχλη είναι υψηλός το χειμώνα (3,3 - 3,5 ημέρες) και χαμηλός τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, όταν συχνά δεν υπάρχει ομίχλη σε ολόκληρη την περιοχή ή ο αριθμός των ημερών με ομίχλη είναι 0,1 έως 0,3.

Ο ετήσιος μέσος όρος βροχόπτωσης ποικίλλει σημαντικά, με υψηλό το χειμώνα (Νοέμβριος, Δεκέμβριος), όταν ο μηνιαίος μέσος όρος είναι 95 έως 135 mm/m<sup>2</sup>. Η βροχόπτωση την άνοιξη είναι ελαφρώς χαμηλότερη από ό,τι το χειμώνα, αλλά η συσσώρευση μέρους της χειμερινής βροχόπτωσης με τη μορφή χιονιού και η τήξη του χιονιού την άνοιξη δημιουργούν ίσες συνθήκες αποστράγγισης κατά τη διάρκεια αυτών των δύο εποχών. Οι χαμηλότερες μηνιαίες βροχοπτώσεις, 45-55 mm/m<sup>(2)</sup>, παρατηρούνται τον Αύγουστο ή τον Σεπτέμβριο.

Το υδρολογικό καθεστώς καθορίζεται κυρίως από το κλίμα, τις γεωλογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες και την τοπογραφία, με τη δομή του εδάφους και των φυτών της λεκάνης απορροής να έρχεται σε δεύτερη θέση. Η λεγόμενη μεσογειακή κατανομή της ροής είναι χαρακτηριστική της περιοχής. Σημαντικό μέρος της ροής παρατηρείται μεταξύ Νοεμβρίου και Μαρτίου-Απριλίου, με έντονη αύξηση στις αρχές της άνοιξης λόγω της τήξης του χιονιού και των βροχοπτώσεων. Η ροή κυμαίνεται μεταξύ 5 και 25 l/sec/m<sup>2</sup>, με μέση ετήσια βροχόπτωση 700 έως 1.100 l/m<sup>2</sup>.

#### 4 Κατάσταση της έρευνας στην περιοχή

Η γεωλογία της περιοχής του κοιτάσματος Rozino έχει μελετηθεί λεπτομερώς στο παρελθόν, αλλά και στο παρόν. Δυστυχώς, η κατάσταση της έρευνας όσον αφορά τις τεχνικές και γεωλογικές συνθήκες και τις υδρογεωλογικές συνθήκες είναι εξαιρετικά κακή. Οι υδρογεωλογικές δοκιμές και οι μελέτες έργων που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν για την παροχή νερού στα χωριά Gugutka και Rozino δεν έχουν αρχειοθετηθεί και δεν είναι διαθέσιμες στην εταιρεία Water Supply and Sewage EOOD του Haskovo.

Στο παρελθόν, η γεωλογική δομή του κοιτάσματος Rozino αποτέλεσε αντικείμενο γεωλογικής χαρτογράφησης σε κλίμακα 1:100.000, με μεταγενέστερη χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:25.000, ενώ εκδόθηκαν χάρτες σε κλίμακα 1:100.000 και 1:50.000.

Το 2001, το δικαίωμα αναζήτησης και εξερεύνησης στο κοιτάσμα Rozino, το οποίο επικαλύπτεται με την τρέχουσα PLA Tintyava, είχε παραχωρηθεί από το MOEW στην Hereward Ventures Bulgaria AD (HVB) και, στη συνέχεια, μεταβιβάστηκε στην Karakal Cambridge Bulgaria EAD (πρώην Ivanhoe Hereward Bulgaria EAD). Τα δεδομένα από αυτές τις γεωλογικές μελέτες παρουσιάζονται στις αντίστοιχες εκθέσεις του 2004, 2006, 2008 και 2009. (Βλ. Ενότητα 10, Αναφορές.)

Κατά την περίοδο 2017-2004, το δικαίωμα αναζήτησης και εξερεύνησης μεταβιβάστηκε στην Gorubso – Kurdzhali AD και, στη συνέχεια, το 2018, στην Tintyava Exploration AD. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, πραγματοποιήθηκαν κυρίως εργασίες εξερεύνησης και αξιολόγησης στο κοιτάσμα Rozino, με λιγότερες εργασίες αναζήτησης στα υπόλοιπα τμήματα της ιδιοκτησίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα μια προκαταρκτική οικονομική αξιολόγηση με εκτιμήσεις και καταχώριση των αποθεμάτων στο κοιτάσμα Rozino. Επίσης, ξεκίνησαν οι εργασίες για την προμελέτη σκοπιμότητας, με παρακολούθηση για τη συλλογή δεδομένων για την ΕΠΕ.

Οι υδρολογικές και υδρογεωλογικές μελέτες στην περιοχή της άδειας σχετίζονται επίσης με αυτή την περίοδο μετά το 2017.

Η υδρολογική αξιολόγηση της ροής του ποταμού Byala Reka και του παραπόταμου του Arpa Dere πραγματοποιήθηκε το 2019, όταν παρουσιάστηκαν δεδομένα σχετικά με διάφορες παραμέτρους κατανομής της ροής σε ένα τυπικό έτος (V. Slavon, 2019).

Το 2019 πραγματοποιήθηκαν υδρογεωλογικές δοκιμές σε ερευνητικές γεωτρήσεις και δοκιμαστικούς λάκκους γύρω από τον σχεδιαζόμενο λάκκο του κοιτάσματος Rosino. Σε αυτές τις εργασίες πραγματοποιήθηκαν υδραυλικές δοκιμές και δοκιμές Lugeon για τον προσδιορισμό των αναλογιών διαρροής βράχων και εδάφους στην περιοχή που μελετήθηκε (Golder Associates, 2019).

Η Proektirane i Analizi EOOD πραγματοποίησε μια αρχική μελέτη σχετικά με τη δυνατότητα κατασκευής ενός αντλιοστασίου για την παροχή των απαραίτητων υδάτινων πόρων στην περιοχή. Το κύριο συμπέρασμα ήταν ότι ένα αντλιοστάσιο γλυκού νερού αποτελεί μια τεχνικά εφικτή λύση για την παροχή των απαραίτητων ποσοτήτων νερού στην περιοχή, ενώ ταυτόχρονα πληροί τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για ελάχιστη ροή νερού στην κοίτη του ποταμού (Proektirane i Analizi EOOD, 2020).

Μια αρχική υδρογεωλογική μελέτη των αλλουβιακών αποθέσεων στην περιοχή είχε πραγματοποιηθεί σε δύο τοποθεσίες - μία σε μια γεώτρηση στα υλικά της πλημμυρικής πεδιάδας του ποταμού Byala Reka και μία στην πλημμυρική πεδιάδα του ποταμού Arpa dere (Jes E EOOD, 2020). Η μελέτη αυτή έδειξε καλύτερες προοπτικές για τα αλλουβιακά ιζήματα του ποταμού Byala Reka.

Υδρογεωλογικές δοκιμές των υπόγειων υδάτων στα παλαιογενή ιζήματα πραγματοποιήθηκαν σε τρεις ερευνητικές γεωτρήσεις το 2020 (Jes E EOOD, 2020). Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι τα υπόγεια ύδατα δεν μπορούν να θεωρηθούν πιθανός πόρος ύδρευσης λόγω του χαμηλού συντελεστή διαρροής τους.

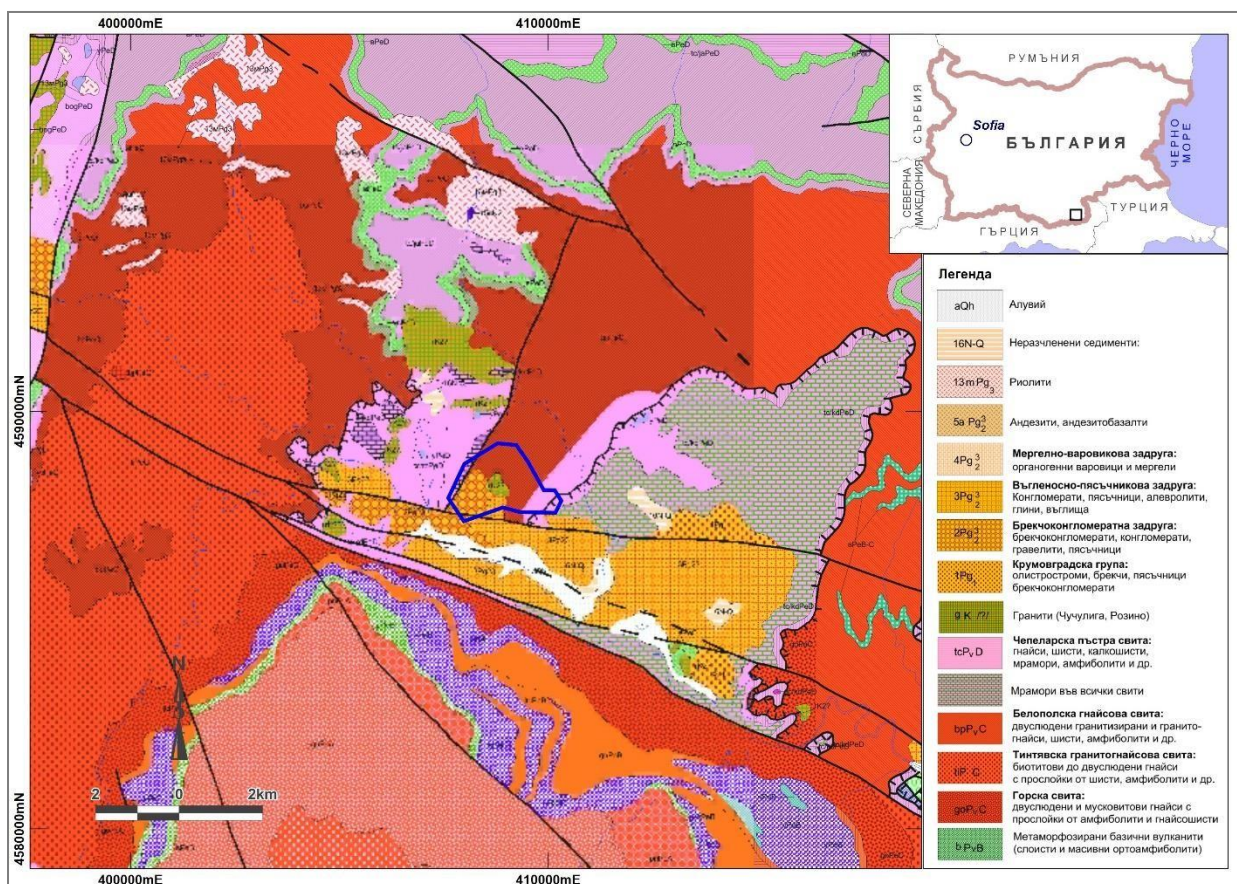
Διεξήχθησαν δοκιμές άντλησης με άντληση νερού σε δύο φρεάτια σωλήνων στην αλλουβιακή απόθεση του ποταμού Byala Reka (Jes E EOOD, 2021).

Το 2020, η GCS επανεξέτασε τις αξιολογήσεις των υδάτινων πόρων για το έργο του κοιτάσματος Rozino (GCS, 2020). Η έκθεσή της εξετάζει τα διαθέσιμα υδρολογικά και υδρογεωλογικά δεδομένα, καθώς και τα πιθανά σενάρια διαχείρισης των υδάτινων πόρων για το μεταλλευτικό έργο.

## 5 Το γεωλογικό περιβάλλον

Το κοίτασμα Rozino βρίσκεται στα ανατολικά Ροδόπη, ανατολικά του θόλου Belorechki. Έχει σχηματιστεί σε ένα παλαιογενές graben, τυπικό των ανατολικών Ροδόπων, και έχει γεμίσει κυρίως με τερτιγενή χονδροειδή κλαστικά ιζήματα και ηφαιστειακά ιζήματα. Η υδροθερμική δραστηριότητα προκλήθηκε κατά το τέλος του Ολιγόκαινου από υποαβυσσικές διεισδύσεις μέτριας οξύτητας που σχημάτισαν επιθερμική μεταλλοποίηση χρυσού.

Το Σχήμα 4 παρακάτω παρουσιάζει έναν γεωλογικό χάρτη της περιοχής. Στον παλαιογενή λεκάνες διακρίνονται διάφορα πολύ μεταμορφωμένα συκροτήματα, μεσοζωικοί (?) σχιστόλιθοι και απλιτικοί γρανίτες, που επικαλύπτονται μεταξύ τους. Ως αποτέλεσμα της εξερεύνησης περιγράφονται οι ακόλουθες ακολουθίες του υποβάθρου: ανώτερο στρώμα από μιγματίτη, σερπεντινίτη, αμφιβολιτικό συγκρότημα και μάρμαρα, και κατώτερο στρώμα από γνεύσιο και γρανίτες.



Σχήμα 4. Γεωλογικός χάρτης της χαρτογραφημένης περιοχής, κλίμακα = Μ 1:100.000.

Δύο σειρές εκπροσωπούνται στην περιοχή των παλαιογενών ιζημάτων - μια σειρά από δρεκκία-συγκροτήματα και μια σειρά από άνθρακα-περιέχοντα άμμο της προαβωνικής εποχής. Αυτές οι σειρές έχουν βάθος 800 - 1.000 m και, αντίστοιχα, 100 έως 800 m.

Η σειρά των συσσωματωμάτων breccia περιλαμβάνει κομμάτια του μεταμορφωμένου υποβάθρου, γρανιτένιους όγκους, υπεραζιτικούς και διαφθορίτες με αμμώδη και ανθρακούχα αμμώδη συνδετικά.

Η σειρά άνθρακα-άμμου περιλαμβάνει πολυμικτικούς ψαμμίτες με ασβεστολιθική-αργιλώδη σύνδεση, συσσωματώματα χαλικιού, αλευρολιθικούς ψαμμίτες, μάργες, σχιστόλιθους άνθρακα και άνθρακα.

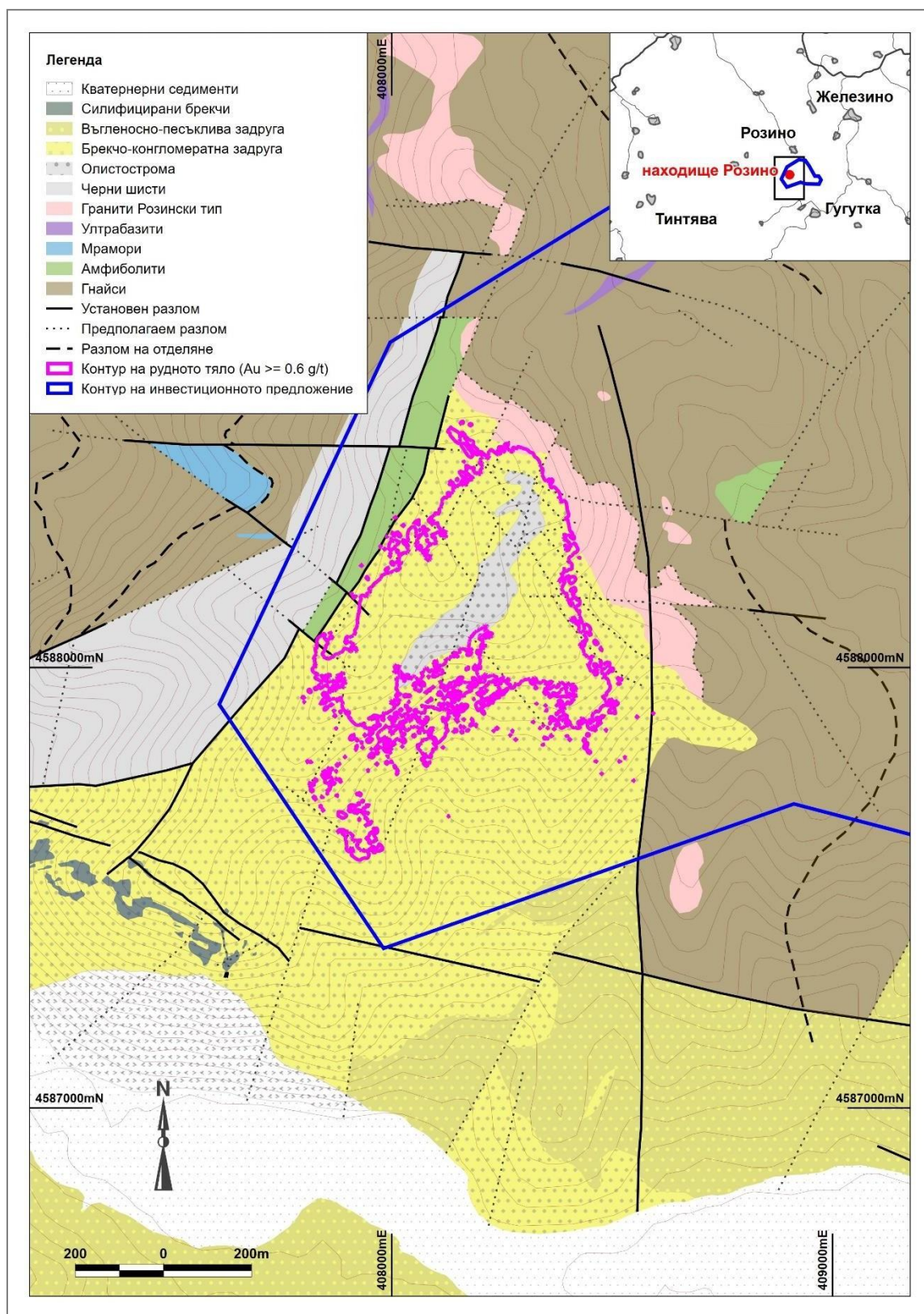
Οι ιζήματα, οι ελουβιακές και αλλουβιακές άργιλοι, οι άμμοι και τα χαλίκια αντιπροσωπεύουν τα τεταρτογενή αποθέματα. Τα ιζήματα και το κολλώδες υλικό αποτελούνται κυρίως από αργιλώδη άμμο και άμμο-χαλίκι, σχηματίζοντας μια σχεδόν αδιάκοπη επιφάνεια μικρού πάχους. Τα αλλουβιακά ιζήματα αποτελούνται από χαλίκι και άμμο σε διαφορετικές αναλογίες, σπάνια διακοπτόμενα από παρεμβολές αργιλώδους άμμου, και αποτελούν

το υλικό που σχηματίζει τις κοιλάδες και τις πλημμυρικές πεδιάδες του ποταμού Byala Reka και των παραποτάμων του.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η υδροθερμική δραστηριότητα είναι η αιτία της απόθεσης πολύτιμων μετάλλων και της πολυμεταλλικής ορυκτοποίησης στην περιοχή. Η συγκέντρωση χρυσού στο κοιτάσμα συνέπεσε με το σχηματισμό των μετασωματικών σχηματισμών χαλαζία-αδουλαρίας του τύπου « », ενώ ο μόλυβδος, ο ψευδάργυρος και ο χαλκός σχηματίστηκαν από κοινού με την αργιλίωση και με το σχηματισμό μετασωματικών αντικαταστάσεων τύπου αργιλίτη. Το ευνοϊκό περιβάλλον για την απόθεση μεταλλοφοριών παρέχεται από τα συσσωματώματα δρεκκίας, στην περίπτωση του χρυσού, και από τα μεταμορφωμένα πετρώματα, στην περίπτωση των μεταλλοφοριών μολύβδου και ψευδαργύρου. Το γεωλογικό σχήμα του κοιτάσματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 5 παρακάτω.

Τα μεταλλευτικά σώματα στο κοιτάσμα έχουν πολύπλοκη μορφολογία, με απότομη κλίση και σχεδόν οριζόντια. Το κύριο μεταλλευτικό σώμα ανήκει σε μια γεωχημική ανωμαλία κατά μήκος ενός δευτερεύοντος γεωχημικού φωτοστέφανου.

Η μεταλλοποίηση είναι σπάνια. Έχουν εντοπιστεί ορυκτά όπως πυρίτης, μαρκαζίτης, χαλκοπυρίτης, σφαλερίτης, γαληνίτης, μαγνητίτης και δευτερεύοντα ορυκτά χαλκού. Τα μεταλλικά ορυκτά είναι λεπτοκοκκώδη ή σχηματίζουν λεπτές φλέβες. Δεν έχει παρατηρηθεί ορατό χρυσό. Ο φυσικός χρυσός περιέχει ακανόνιστα και οβάλ εγκλείσματα σε πυρίτη, μεγέθους 0,01 έως 0,1 mm.



Σχήμα 5. Γεωλογικό σχήμα του κοιτάσματος Rozino

(χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη χαρτογράφηση της Tintyava Exploration AD)

## 6 Περιφερειακές υδρογεωλογικές συνθήκες

Σύμφωνα με την υποψηφιότητα που υιοθέτησε η Βουλγαρία, τα υπόγεια υδατικά συστήματα στην περιοχή που μελετήθηκε γύρω από το κοιτάσμα Rozino συνδέονται με ένα υπόγειο υδατικό σύστημα (GBW) με κωδικό BG3G000PtPg049 - Fissure Water – το Ανατολικό Σύμπλεγμα των Ροδόπων.

Κατά μήκος του ποταμού Byala reka στην περιοχή που μελετήθηκε έχουν σχηματιστεί αλλουβιακές αποθέσεις που αποτελούνται από ογκόλιθους, ανισόκοκκα χαλίκια και άμμο σε διαφορετικές αναλογίες και περιλαμβάνουν αμμώδεις-αργιλόδεις φακούς και παρεμβολές. Σε ορισμένα σημεία έχουν βάθος μεγαλύτερο από 5-6 μέτρα. Αυτές οι αποθέσεις βρίσκονται εκτός του υπογείου υδατικού συστήματος BG3G000000Q010 – Νερό πόρων στο τεταρτογενές – ποταμός Άρδα. Καθώς δεν έχουν βιώσιμες περιοχές, τα συστήματα αυτά δεν παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον και δεν έχουν προταθεί ως οριοθετημένα υπογεια υδατικά συστήματα, ούτε περιλαμβάνονται στον κατάλογο των υπογείων υδατικών συστημάτων της περιοχής του Ανατολικού Αιγαίου:

Σώμα υπόγειων υδάτων BG3G000PtPg049 - Ρωγμή – Σύμπλεγμα Ανατολικών Ροδόπων.

Τα ακόλουθα σώματα έχουν οριστεί κατά την αρχική οριοθέτηση των υδροφορέων υπόγειων υδάτων στην υπό εξέταση περιοχή, όπως αναφέρεται στο σημείο 2 του παραρτήματος II της οδηγίας-πλαίσιου για τα ύδατα 2000/60/EK: GWB-BG3G00000Pt046 - Νερό σχισμών σε πρωτεροζωικούς γενεύσιους, γενεύσιους-σχιστόλιθους, μιγματίτες και GWB-BG3G00000Pg028 - Νερό σχισμών σε παλαιογενή ιζήματα και ηφαίστεια. (Διεύθυνση Ανατολικής Αιγαίου, Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού 2010-2015, Τμήμα 1, Παραρτήματα 1-6 και 1.7). Μετά την ολοκλήρωση του έργου «Μελέτη των διασυννοριακών υδάτινων σωμάτων μεταξύ Βουλγαρίας και Ελλάδας BG-GRGWB», 8 από τα αρχικά καθορισμένα GWB, συμπεριλαμβανομένων των GWB-BG3G00000Pt046 και GWB-BG3G00000Pg028, ενώθηκαν και ορίστηκαν ως GWB BG3G000PtPg049 (Διεύθυνση Λεκάνης Ανατολικού Αιγαίου - Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού 2016-2021, Τμήμα 1, Παραρτήματα . 23 και 24).

Επιπλέον, σε αυτό το γενικευμένο γεωλογικό και λιθολογικό τμήμα του GWB BG3G000PtPg049 περιλαμβάνονται λιθολογικοί τύποι αρκετά διαφορετικού τύπου και ηλικίας. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί στην περιοχή που μελετήθηκε αντιπροσωπεύονται από μια μεταμορφωμένη βάση (μιγματίτες, σερπεντινίτες, αμφιβολίτες, μάρμαρα, γενεύσιοι και γρανίτες) και από ένα παλαιογενές ιζηματογενές σύμπλεγμα (βρέκκια και κροκαλοπαγή, πολυμικτικοί χονδροκοκκώδεις έως αλευριτικοί ψαμμίτες, μάργες και σχιστόλιθοι άνθρακα).

Τα υπόγεια ύδατα κυκλοφορούν αποκλειστικά κατά μήκος μηχανικών διαταραχών, όπως ρωγμές και τεκτονικές ασυνέχειες, σε αυτούς τους σχεδόν αδιαπέραστους από το νερό λιθολογικούς τύπους. Η μη ομοιόμορφη υδροφορητική ικανότητα αυτών των πετρωμάτων καθορίζεται από τη γεωλογία και τη λιθολογία των πετρωμάτων και, κυρίως, από τις ακανόνιστες αρμούς και ρήξεις.

Ανάλογα με το βάθος της ροής και της συσσώρευσης, το νερό των ρωγμών μπορεί να χωριστεί υπό όρους σε νερό εντός της ενεργού ανταλλαγής νερού πάνω από το τοπικό επίπεδο βάσης διάβρωσης και νερό που κυκλοφορεί βαθιά κάτω από το επίπεδο βάσης διάβρωσης.

Το νερό στην ενεργή περιοχή ανταλλαγής νερού είναι κρύο, με θερμοκρασίες που φτάνουν τους 15-17°C. Η κύρια πηγή υπόγειων υδάτων σε αυτό το GWB είναι η διήθηση που σχετίζεται με τις βροχοπτώσεις. Η ανανέωση του νερού εξαρτάται άμεσα από το καθεστώς των βροχοπτώσεων. Σε αυτό το μεταβατικό μεσογειακό κλίμα, τα υπόγεια ύδατα της περιοχής ανανεώνονται κυρίως μέσω άμεσης διήθησης κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με μεγαλύτερης διάρκειας βροχοπτώσεις και τήξη χιονιού. Οι βροχοπτώσεις μικρής διάρκειας και η σημαντική διαπνοή και εξατμισοδιαπνοή το καλοκαίρι σημαίνουν ότι τα υπόγεια ύδατα ανανεώνονται ελάχιστα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Συχνότερα, το νερό των ρωγμών στην ενεργή περιοχή ανταλλαγής νερού δεν συγκρατείται. Αποστραγγίζεται πάνω από το επίπεδο διάβρωσης και τροφοδοτεί μικρές πηγές με ρυθμούς ροής έως 0,050-0,200 l/s. Οι περισσότερες πηγές στερεύουν κατά τη διάρκεια της περιόδου ξηρασίας και οι ρυθμοί ροής τους αυξάνονται κατά τη διάρκεια της περιόδου βροχών.

Το νερό των ρωγμών που κυκλοφορεί σε μεγάλο βάθος στον γενεύσιο και στα παλαιογενή ιζήματα συσσωρεύεται κάτω από το επίπεδο διάβρωσης, στη ζώνη των τεκτονικών αρμών. Το νερό των ρωγμών που κυκλοφορεί σε

μεγάλο βάθος ανανεώνεται επίσης μέσω της διήθησης των βροχοπτώσεων και του επιφανειακού ρέοντος νερού. Η θερμοκρασία αυτού του νερού φτάνει τους 20 °C. Αυτό το νερό δημιουργεί έναν υδροφορέα που ταξινομείται ως ρωγμή και δεν είναι φτωχός σε διαθεσιμότητα.

Οι λιθολογικοί τύποι που απαρτίζουν το GWB BG3G000PtPg049 είναι, από υδρογεωλογική άποψη, εξαιρετικά στεγνοί και εξηγούν τη χαμηλή αφθονία νερού σε αυτό το GWB. Ως εκ τούτου, αυτό το υδατικό σύστημα δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον ως πηγή ύδρευσης ( ) και δεν έχει αποτελέσει αντικείμενο στοχευμένων μελετών υδρογεωλογικής εξερεύνησης και αξιολόγησης για γλυκό νερό. Είναι, επομένως, ένα από τα λιγότερο μελετημένα GWB της Βουλγαρίας, όπως φαίνεται και από τα παραρτήματα 23 και 24 του τμήματος 1 του Σχεδίου Διαχείρισης της Λεκάνης Απορροής του Ανατολικού Αιγαίου 2016-2021 της Διεύθυνσης της Λεκάνης Απορροής του Ανατολικού Αιγαίου στο Πλόβντιβ. Οι μέσες τιμές ορισμένων τύπων λιθολογίας στο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα BG3G000PtPg049, που προσδιορίστηκαν κυρίως κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης για μεταλλεύματα και ορυκτά, υδραυλικών κατασκευών κ.λπ., είναι οι εξής: πορώδες 1-2 %, συντελεστής διήθησης 0,0001-1 m/ημέρα, ποσοστό διήθησης <8 %, βάθος υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από μερικά μέτρα έως δεκάδες μέτρα.

## 7 Υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή IP του κοιτάσματος Rozino

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υδρογεωλογικών μελετών στην περιοχή του κοιτάσματος Rozino IP. Παρόμοιες μελέτες διεξήχθησαν από τις εταιρείες Golder Associates LTD και Jes E EOOD μεταξύ 2019 και 2021.

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών διήθησης για τον προσδιορισμό των παραμέτρων διήθησης των λιθολογικών τύπων (αλλουβιακές αποθέσεις του ποταμού Byala Reka, δελλουβιακά και κολλουβιακά εδάφη που καλύπτουν το βράχο, παλαιογενή ιζήματα όπως ασβεστόλιθοι, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή, και μεταμορφωμένα πετρώματα του Προκάμβριου) και αποτελούν τη βάση επί της οποίας υποδεικνύονται οι παράμετροι διήθησης των λιθολογικών τύπων που έχουν καθοριστεί στην περιοχή IP του κοιτάσματος Rozino.

Κατά τη διάρκεια των μελετών ελήφθησαν δείγματα νερού προκειμένου να προσδιοριστεί η χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων που ρέουν μέσω του GWB BG3G000PtPg049 και μέσω των αλλουβιακών αποθέσεων στο στόχο Rozino.

### 7.1 Διαπερατότητα των λιθολογικών τύπων

#### 7.1.1 Τύποι λιθολογίας του Τεταρτογενούς

##### 7.1.1.1 Αλλουβιακές αποθέσεις

Το 2019 και το 2021, η Jess E EOOD διεξήγαγε υδρογεωλογική μελέτη των υπόγειων υδάτων στα αλλουβιακά ιζήματα στις πλημμυρικές πεδιάδες των ποταμών Byala Reka και Agra dere εντός και γύρω από την περιοχή του κοιτάσματος Rozino. Δύο γεωτρήσεις πραγματοποιήθηκαν και εγκαταστάθηκαν ως πιεσόμετρα (HPR 01 και HPR 02) και δύο φρεάτια σωλήνων (AW 001 και AW 003) χρησιμοποιήθηκαν για τη δοκιμή και τον προσδιορισμό των παραμέτρων διήθησης των αλλουβιακών αποθέσεων. Οι πλημμυρικές πεδιάδες αποτελούνται από άμμο με ανόμοια κόκκους, πλούσια σε χαλίκι και σπάνιους λεπτούς αργιλώδεις-αμμώδεις φακούς. Τα αλλουβιακά ιζήματα στις περιοχές που μελετήθηκαν έχουν βάθος 6,0 – 7,0 m γύρω από τον ποταμό Byala Reka και 4,0 - 5,0 m στο τμήμα κοντά στον Agra dere. Τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 παρακάτω.

Πίνακας 1.

| Εργασία στο ορυχείο<br>Αρ. | Δοκιμασμένο<br>διάστημα από ...<br>έως... | Δοκιμή που<br>πραγματοποιήθηκε | Στατική στάθμη<br>νερού | Αναλογία διαρροής    |
|----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|
| -                          | m                                         | -                              | m                       | m/s                  |
| HPR 01                     | 0,7 – 6,1                                 | Αφηγήσεις                      | 0                       | $2,8 \times 10^{-4}$ |
|                            |                                           | Ανάκτηση                       |                         | $2,6 \times 10^{-4}$ |
| HPR 02                     | 1,84 – 4,36                               | Αφηγήσεις                      | 1,84                    | $1,5 \times 10^{-4}$ |
|                            |                                           | Ανάκτηση                       |                         | $1,6 \times 10^{-4}$ |
| AW 001                     | 1,15 – 3,8                                | Αποσπάσματα                    | 1,15                    | $3,8 \times 10^{-4}$ |
|                            |                                           | Ανάκτηση                       |                         | $3,8 \times 10^{-4}$ |
| AW 003                     | 0,58 – 3,40                               | Αποσπάσματα                    | 0,5                     | $5,8 \times 10^{-4}$ |
|                            |                                           | Ανάκτηση                       |                         | $4,8 \times 10^{-4}$ |

Ο λόγος διαπερατότητας «α» των αλλουβιακών αποθέσεων του ποταμού Byala Reka είναι  $2,63 \times 10^3 \text{ m}^2$  /ημέρα και  $2,36 \times 10^3 \text{ m}^2$  /ημέρα στις αλλουβιακές αποθέσεις του ποταμού Agra dere.

Άλλες γεωτρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα αλλουβιακά ιζήματα το 2021 και εγκαταστάθηκαν ως πιεσόμετρα παρακολούθησης της στάθμης των υπόγειων υδάτων. Τα αποτελέσματά τους παρουσιάζονται στην ενότητα 7.2, ενώ τα δεδομένα χημικής σύνθεσης παρουσιάζονται στην ενότητα 7.3 του παρόντος.

##### 7.1.1.2 Διακριτά κολλουβιακά εδάφη και κολλουβιακά εδάφη

Το 2019, η Golder Associates Ltd διεξήγαγε υδρογεωλογικές μελέτες των εδαφών delluvial και colluvial που καλύπτουν τα ιζήματα του Παλαιογενούς και τα μεταμορφωμένα πετρώματα του Προκαμβριανού που σχηματίζουν το υπόβαθρο του κοιτάσματος Rozino. Έξι γεωτρήσεις που προορίζονταν για την υδρογεωλογική μελέτη χρησιμοποιήθηκαν για τις δοκιμές διήθησης.

Τα δέλφια και τα κολλουβιακά εδάφη αποτελούνται από αμμώδεις άργιλους με εγκλείσματα γωνιώδους βράχου διαφόρων μεγεθών και σε ορισμένα σημεία μετατρέπονται σε αργιλώδεις άμμους. Η τεταρτογενής κάλυψη είναι πανταχού παρούσα, έχοντας απογυμνωθεί σε ορισμένα μικρότερα και πιο απότομα τμήματα όπου τα πετρώματα του υποβάθρου εκτείνονται στην επιφάνεια. Τα κολλουβιακά εδάφη της περιοχής και τα κολλουβιακά εδάφη ποικίλλουν σε βάθος, έχοντας μετρηθεί σε βάθος έως 6-7 m σε ορισμένα σημεία.

Τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών διήθησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 παρακάτω.

Πίνακας 2.

| Εργασία στο ορυχείο<br>Αρ. | Δοκιμασμένο διάστημα<br>από ... έως... | Δοκιμή που<br>πραγματοποιήθηκε | Στάθμη νερού | Αναλογία διαρροής     |
|----------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------|
| -                          | m                                      | -                              | m            | m/s                   |
| PP_BH 01                   | 0 - 1,6                                | FHT                            | Ξηρό         | $1,38 \times 10^{-7}$ |
| PP_BH 02                   | 0 - 1,6                                | FHT                            | Ξηρό         | $1,06 \times 10^{-6}$ |
| RWD_BH 03                  | 0 - 5,3                                | FHT                            | Ξηρό         | $3,4 \times 10^{-7}$  |
| TSF_BH 03                  | 0,6 – 1,4                              | FHT                            | Ξηρό         | $1,52 \times 10^{-6}$ |
| WRD_BH 01                  | 0 – 1,75                               | FHT                            | Ξηρό         | $4,25 \times 10^{-7}$ |
| WRD_BH 02                  | 0 -1,0                                 | FHT                            | Ξηρό         | $8,24 \times 10^{-7}$ |

\*FHT – Δοκιμή πτώσης κεφαλής.

Όλες οι δοκιμές στα τεταρτογενή εδαφικά και κολλουβιακά εδάφη έχουν πραγματοποιηθεί σε ξηρές διατομές, δηλαδή σε περιοχές όπου δεν βρέθηκε υπόγειο νερό.

## 7.2 Παλαιογενή ιζηματογενή πετρώματα και πρωτοζωικά μεταμορφωμένα πετρώματα

Το 2019, τόσο η Golder Associates Ltd όσο και η Jes E EOOD διεξήγαγαν υδρογεωλογικές μελέτες των πετρωμάτων που αποτελούν το υπόστρωμα της μελετώμενης περιοχής. Τα υπόγεια ύδατα σε αυτά τα πετρώματα ορίστηκαν ως GWB BG3G000PtPg049 σύμφωνα με τον Κατάλογο Σωμάτων Υπόγειων Υδάτων στην Ανατολική Αιγαία Περιοχή.

Διενεργήθηκαν δοκιμές για τον προσδιορισμό των παραμέτρων διήθησης των λιθολογικών ποικιλιών - Παλαιογενή ιζήματα και μεταμορφωμένα πετρώματα - που αποτελούν την υπό μελέτη περιοχή. Για τις δοκιμές διήθησης χρησιμοποιήθηκαν γεωτρήσεις αναζήτησης και εξερεύνησης, καθώς και ειδικές γεωτρήσεις υδρογεωλογικής μελέτης.

Τα αποτελέσματα σχετικά με το επίπεδο των υπόγειων υδάτων από τις μελέτες 2020-2022 παρουσιάζονται στην ενότητα 7.2, ενώ τα δεδομένα σχετικά με τη χημική σύνθεση παρουσιάζονται στην ενότητα 7.3 του παρόντος.

Πίνακας 2.

| Εργασία στο<br>ορυχείο<br>Αρ. | Δοκιμή<br>Αρ. | Λιθολογικός τύπος | Δοκιμή που<br>πραγματοποιήθηκε | Συντελεστής διαπερατότητας<br>m/sec |
|-------------------------------|---------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| RDD-148                       | 1             | Ολιστοστρόμος     | πακετάρισμα                    | $2,13 \times 10^{-9}$               |
|                               | 2             | Γκνεύσιος         | FHT                            | $1,02 \times 10^{-8}$               |
| RDD-164                       | 1             | Ιζήματα           | πακετάρισμα                    | $5,64 \times 10^{-8}$               |
|                               | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $1,11 \times 10^{-8}$               |
| RDD-153                       | 1             | Ιζήματα           | FHT                            | $4,29 \times 10^{-7}$               |
| RDD-160                       | 1             | Γνεύσιος          | FHT                            | $2,32 \times 10^{-7}$               |
| RDD-162                       | 1             | Ιζήματα           | FHT                            | $1,45 \times 10^{-7}$               |
|                               | 2             | Ιζήματα           | πακετάρισμα                    | $1,27 \times 10^{-8}$               |
|                               | 3             | Ολιστοστρόμα      | FHT                            | $9,67 \times 10^{-10}$              |
| RDD-151                       | 2             | Γνεύσιος          | πακετάρισμα                    | $3,54 \times 10^{-8}$               |
| RDD-156                       | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $3,09 \times 10^{-8}$               |
| PP-BH-01                      | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $1,0 \times 10^{-8}$                |
| PP-BH-02                      | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $2,94 \times 10^{-8}$               |
| RWD-BH-01                     | 1             | Γνεύσιος          | FHT                            | $7,15 \times 10^{-9}$               |
| TSF-BH-01                     | 1             | Γνεύσιος          | FHT                            | $5,35 \times 10^{-7}$               |
|                               | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $1,28 \times 10^{-6}$               |
| TSF-BH-03                     | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $4,42 \times 10^{-7}$               |
| WRD-BH-01                     | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $4,75 \times 10^{-8}$               |
| WRD-BH-02                     | 2             | Γνεύσιος          | FHT                            | $4,42 \times 10^{-8}$               |
| RDD 172                       | 1             | Ιζήματα           | Αφαίρεση                       | $2,66 \times 10^{-9}$               |
| RDD 173                       | 1             | Ιζήματα           | Αφαίρεση                       | $7,71 \times 10^{-10}$              |

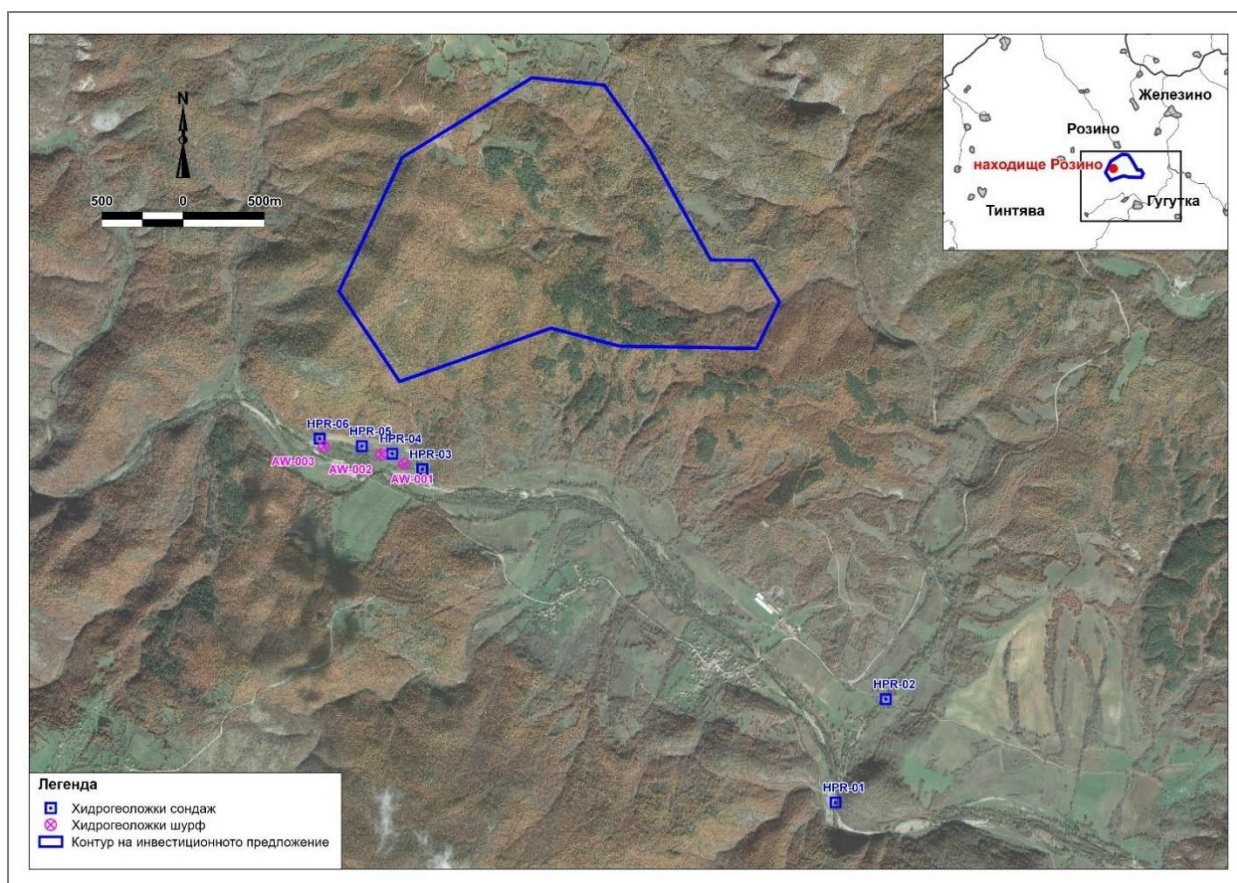
\*FHT – Δοκιμή πτώσης κεφαλής

Ορισμένες δοκιμές έδειξαν ολοκληρωμένη διαπερατότητα των λιθολογικών τύπων που περιλαμβάνουν το GWB BG3G000PtPg049 από 0,02 έως 0,069 m<sup>2</sup> /ημέρα.

## 8 Επίπεδα υπόγειων υδάτων

### 8.1 Τεταρτογενή αποθέματα

Χρησιμοποιήθηκαν εννέα σημεία παρακολούθησης για τη μέτρηση των επιπέδων των υπόγειων υδάτων που ρέουν μέσω των αλλουβιακών υλικών που αποτελούν τις πλημμυρικές πεδιάδες των ποταμών Byala Reka και Arpa dere. Δύο από αυτά τα πιεσόμετρα κατασκευάστηκαν το 2019 και τα υπόλοιπα το 2021. Η θέση τους στα αλλουβιακά ιζήματα φαίνεται στο Σχήμα 6 παρακάτω.



Σχήμα 6. Θέση των σημείων παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στα αλλουβιακά αποθέματα του ποταμού Byala Reka.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των σημείων παρακολούθησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 παρακάτω.

Πίνακας 3.

| Αριθμός ορυχείου | Επίπεδο εδάφους, m | Χαμηλότερη στάθμη νερού από την επιφάνεια<br>m | Υψηλότερη στάθμη νερού από την επιφάνεια<br>μ | Μέσος όρος για την περίοδο m |
|------------------|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|
| HPR-01           | 221,26             | 0,90                                           | 0,04                                          | 0,58                         |
| HPR-02           | 220,54             | 2,18                                           | 0,90                                          | 1,39                         |
| HPR-03           | 231,90             | 3,40                                           | 0,86                                          | 1,56                         |
| HPR-04           | 233,14             | 3,48                                           | 0,97                                          | 1,75                         |
| HPR-05           | 233,93             | 3,70                                           | 0,84                                          | 1,62                         |
| HPR-06           | 235,81             | 4,15                                           | 1,23                                          | 2,16                         |
| AW-001           | 233,53             | 3,27                                           | 0,85                                          | 1,59                         |
| AW-002           | 234,05             | 2,91                                           | 0,44                                          | 1,18                         |
| AW-003           | 236,96             | 4,24                                           | 1,65                                          | 2,47                         |

Στις γεωτρήσεις που παρακολουθήθηκαν μετρήθηκαν στάθμες νερού από 0,04 έως 4,24 m από την επιφάνεια, οι οποίες εξαρτώνται άμεσα από τις στάθμες νερού στον ποταμό Byala Reka και στον ποταμό Arpa dere.

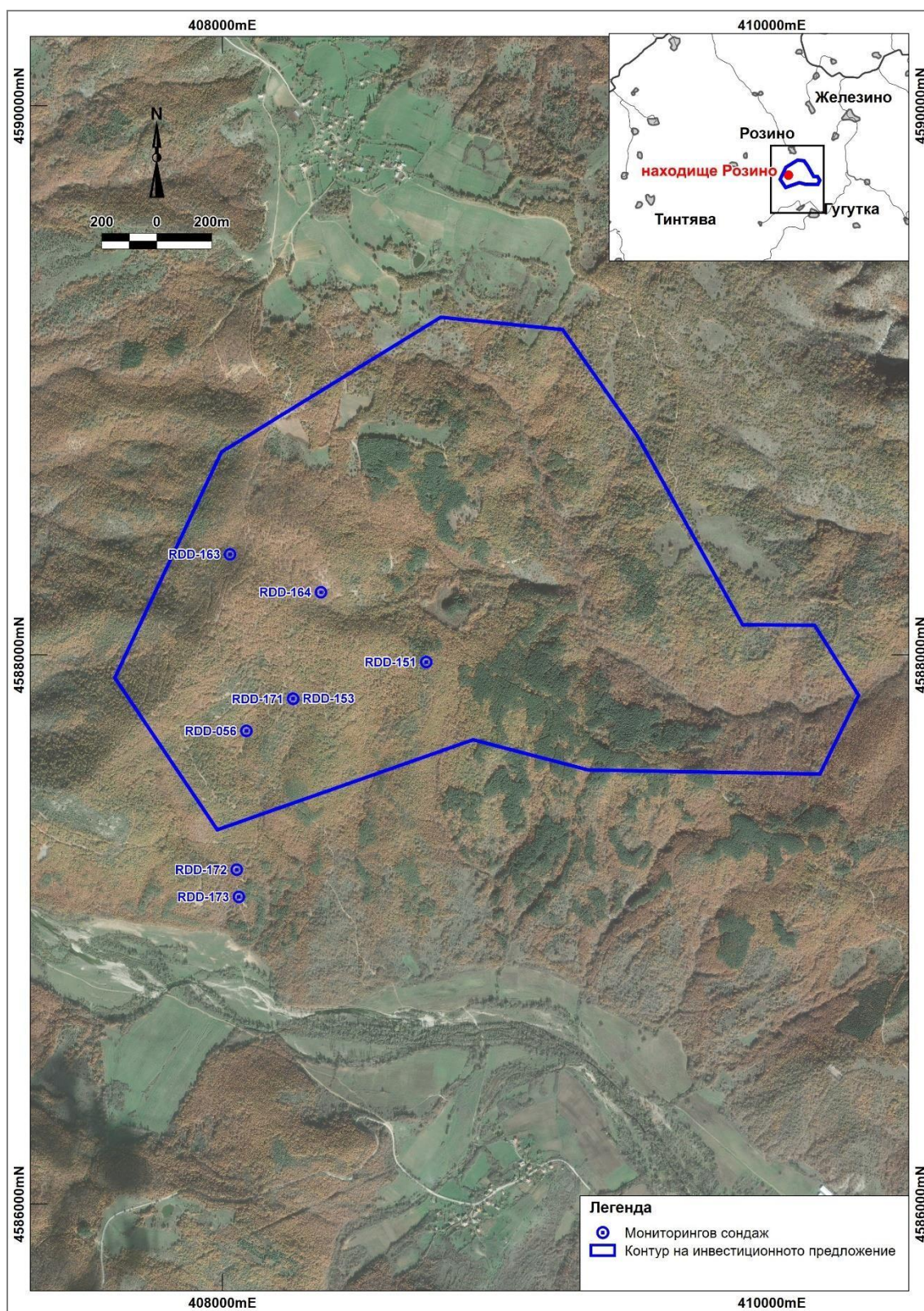
Κατά τη διάρκεια των υδρογεωλογικών μελετών στα εδαφικά και κολλουβιακά εδάφη της τεταρτογενούς κάλυψης του τμήματος Rozino, διαπιστώθηκε ότι δεν ρέει υπόγειο νερό μέσω αυτών των γεωτρήσεων.

## 8.2 Παλαιογενή ιζηματογενή πετρώματα και πρωτοζωικά μεταμορφωμένα πετρώματα στο GWB BG3G000PtPg049

Κατά την περίοδο μεταξύ 2019 και 2023, η Tintyava Exploration AD πραγματοποίησε περιοδικές μετρήσεις των υπόγειων υδάτινων σωμάτων σε 12 από τις γεωτρήσεις εξερεύνησης.

Το προφίλ που διαμορφώθηκε σε αυτές τις γεωτρήσεις αντιπροσωπεύεται πλήρως από τα παλαιογενή ιζήματα και τα μεταμορφωμένα πετρώματα που απαρτίζουν το GWB BG3G000PtPg049. Τέσσερις από τις γεωτρήσεις υπέστησαν βλάβη κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και οι μετρήσεις συνεχίστηκαν στις υπόλοιπες 8 γεωτρήσεις.

Οι θέσεις τους φαίνονται στο Σχήμα 7 παρακάτω και τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 4.



Σχήμα 7. Θέση των σημείων παρακολούθησης στο GWB BG3G000PtPg049.

Πίνακας 4.

| Αναγνωριστικό<br>οπής | Επίπεδο εδάφους, m | Χαμηλότερη στάθμη<br>νερού από την<br>επιφάνεια, m | Υψηλότερη στάθμη<br>νερού από την<br>επιφάνεια, m | Μέσος όρος για την<br>περίοδο m |
|-----------------------|--------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| RDD-056               | 368,75             | ελεύθερης ροής                                     |                                                   |                                 |
| RDD-151               | 416,19             | 31,33                                              | 29,25                                             | 29,94                           |
| RDD-153               | 413,07             | 14,31                                              | 7,19                                              | 9,88                            |
| RDD-163               | 477,55             | 14,43                                              | 10,52                                             | 9,83                            |
| RDD-164               | 457,98             | 17,40                                              | 9,83                                              | 15,99                           |
| RDD-171               | 413,25             | 20,25                                              | 4,82                                              | 6,67                            |
| RDD-172               | 295,72             | 11,66                                              | 6,67                                              | 10,19                           |
| RDD-173               | 270,66             | 11,39                                              | 5,57                                              | 7,70                            |

Στις γεωτρήσεις που παρακολουθήθηκαν καταγράφηκαν στάθμες νερού μεταξύ 4,82 και 31,33 m κάτω από την επιφάνεια, με μέσες τιμές για την περίοδο αυτή από 6,67 έως 29,94 m. Τα επίπεδα νερού κυμαίνονται μεταξύ 259,27 και 467,03 m. Η γεώτρηση RDD-056 αποτελεί εξαίρεση, καθώς τα υπόγεια ύδατα εκεί αποστραγγίζονται ελεύθερα σε υψόμετρο 368,75 m.

## 9 Χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων

### 9.1 Αλλουβιακά ιζήματα

Δύο δείγματα που ελήφθησαν από τις γεωτρήσεις HPR 03 και HPR 06 χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της χημικής σύνθεσης των υπόγειων υδάτων που ρέουν μέσω των αλλουβιακών ιζημάτων του ποταμού Byala Reka.

Τα αποτελέσματα των χημικών δοκιμών παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 παρακάτω.

Πίνακας 5.

| Παράμετρος                        | Μονάδες                       | Πρότυπο σύμφωνα με τον κανονισμό 1 | Τρύπα HPR 03      | Τρύπα HPR 06      |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| pH                                | Μονάδες pH                    | $\geq 6,5$ και $\leq 9,5$          | $7,11 \pm 0,11$   | $7,28 \pm 0,11$   |
| Ηλεκτρική αγωγιμότητα             | $\mu\text{S}/\text{cm}$       | 2000                               | $357 \pm 11$      | $267 \pm 8$       |
| Συνολική σκληρότητα               | $\text{mg}\text{eq}/\text{l}$ | 12                                 | $3,03 \pm 0,15$   | $2,37 \pm 0,24$   |
| Οξειδώσιμο με υπερμαγγανικό κάλιο | $\text{mgO}_2/\text{l}$       | 5                                  | $0,88 \pm 0,09$   | $1,9 \pm 0,2$     |
| Νάτριο                            | $\text{mg}/\text{l}$          | 200                                | $15,2 \pm 1,8$    | $10,9 \pm 1,5$    |
| Ασβέστιο                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 15                                 | $40,2 \pm 2,0$    | $28,2 \pm 2,8$    |
| Μαγνήσιο                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 80                                 | $12,4 \pm 1,2$    | $11,7 \pm 1,2$    |
| Αλουμίνιο                         | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 20                                 | $174 \pm 17$      | $336 \pm 34$      |
| Αντιμόνιο                         | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 5                                  | $<1,0$            | $<1,0$            |
| Αρσενικό                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 10                                 | $<3,0$            | $<3,0$            |
| Βόριο                             | $\text{mg}/\text{l}$          | 1,0                                | $0,008 \pm 0,001$ | $0,004 \pm 0,001$ |
| Σίδηρος                           | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 200                                | $163 \pm 16$      | $357 \pm 36$      |
| Υδράργυρος                        | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 1                                  | $<0,05$           | $<0,05$           |
| Κάδμιο                            | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 5                                  | $0,32 \pm 0,06$   | $0,40 \pm 0,08$   |
| Μαγγάνιο                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 50                                 | $8,4 \pm 0,8$     | $26 \pm 3$        |
| Χαλκός                            | $\text{mg}/\text{l}$          | 0                                  | $0,004 \pm 0,001$ | $0,009 \pm 0,001$ |
| Νικέλιο                           | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 20                                 | $<2,0$            | $<2,0$            |
| Μόλυβδος                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 1                                  | $<2,0$            | $<2,0$            |
| Σελήνιο                           | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 10                                 | $<3,0$            | $<3,0$            |
| Χρώμιο                            | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 50                                 | $<1,0$            | $<1,0$            |
| Ψευδάργυρος                       | $\text{mg}/\text{l}$          | 1                                  | $0,004 \pm 0,001$ | $0,004 \pm 0,001$ |
| Νιτρικά                           | $\text{mg}/\text{l}$          | 50                                 | $15,4 \pm 0,6$    | $0,93 \pm 0,14$   |
| Νιτρώδη                           | $\text{mg}/\text{l}$          | 0,5                                | $<0,05$           | $<0,05$           |
| Θειικά                            | $\text{mg}/\text{l}$          | 250                                | $23,4 \pm 1,0$    | $20,2 \pm 0,9$    |
| Φθορίδια                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 1,5                                | $<0,10$           | $<0,10$           |
| Φωσφορικά                         | $\text{mg}/\text{l}$          | 0,5                                | $<0,10$           | $<0,10$           |
| Χλωρίδια                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 250                                | $11,1 \pm 0,4$    | $7,6 \pm 0,4$     |
| Κυανίδια                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 50                                 | $<5$              | $<5$              |
| Φυσικό ουράνιο                    | $\text{mg}/\text{l}$          | 0,06                               | $<0,020$          | $<0,020$          |

Η σύγκριση των συγκεντρώσεων των παραμέτρων που μελετήθηκαν με τις ρυθμιζόμενες τιμές στο πρότυπο ποιότητας σύμφωνα με τον Κανονισμό 1 της 10ης Οκτωβρίου 2007 σχετικά με την εξερεύνηση, χρήση και προστασία των υπόγειων υδάτων έδειξε καλή χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων στα αλλουβιακά ιζήματα. Τα αποτελέσματα είναι συνεπή με τη χαμηλή περιεκτικότητα των παραμέτρων που μελετήθηκαν σε σύγκριση με το πρότυπο ποιότητας του Κανονισμού 1.

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα, τα οργανοφωσφορικά και οργανονιτρικά φυτοφάρμακα, τα γενικά φυτοφάρμακα, τα βενζαπυρένια και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH) υπάρχουν σε ποσότητες κάτω των  $0,010 \mu\text{g}/\text{l}$  και, καθώς είναι κάτω των  $20 \text{ mg}/\text{l}$ , που είναι χαμηλότερες από τις τιμές του προτύπου, τα πετρελαϊκά προϊόντα δεν εμφανίζονται στον πίνακα. Σε συνδυασμό με τα χαμηλά επίπεδα πετρελαϊκών προϊόντων, βαρέων μετάλλων και θρεπτικών ουσιών (αμμωνία, νιτρικά, νιτρίδια, φωσφορικά), οι συγκεντρώσεις αυτές δείχνουν ότι καμία ανθρώπινη δραστηριότητα δεν επηρεάζει τα υπόγεια ύδατα στην περιοχή που μελετήθηκε. Δύο παράμετροι (αλουμίνιο και σίδηρος) που μετρήθηκαν στο δείγμα που ελήφθη από το HPR 06 ήταν ελαφρώς υψηλότερες από αυτές του HPR 03 και του προτύπου ποιότητας, πιθανότατα λόγω φυσικών διακυμάνσεων (αυτά τα υλικά είναι τα βασικά υλικά σχηματισμού πετρωμάτων).

Λόγω της μεγάλης ομοιότητάς τους, οι παράμετροι των υπόγειων υδάτων που μελετήθηκαν στις περιοχές των αλλουβιακών ιζημάτων από τα οποία ελήφθησαν δείγματα υποδηλώνουν μια σχετικά σταθερή χημική σύνθεση. Σύμφωνα με τα δεδομένα, η κατάσταση αυτών των υπόγειων υδάτων είναι καλή και η ποιότητά τους δεν επηρεάζεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα (είτε πρόκειται για γεωργία είτε για εξερεύνηση). Ως εκ τούτου, πρέπει να σημειωθεί ότι, όπως προαναφέρθηκε, τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να χρησιμεύσουν ως βασικός χαρακτηρισμός της χημικής σύνθεσης των αλλουβιακών υπόγειων υδάτων στην περιοχή.

## **9.2 Υπόγεια ύδατα στα παλαιογενή ιζήματα και στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο**

Η χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων που ρέουν μέσω των παλαιογενών ιζημάτων και του μεταμορφωμένου υποβάθρου παρουσιάζεται από τα αποτελέσματα οκτώ δειγμάτων που μελετήθηκαν το 2019 και ενός δείγματος που μελετήθηκε το 2022. Τα δεδομένα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6.

| Παράμετρος                        | Μονάδες                       | Πρότυπο σύμφωνα με τον κανονισμό 1 | RDD 005 | RDD 011 | RDD 016 | RDD 021 | RDD 027 |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| pH                                | pH μονάδες                    | $\geq 6,5$ και $\leq 9,5$          | 7,25    | 7,09    | 6,99    | 6,96    | 7,27    |
| Ηλεκτρική αγωγιμότητα             | $\mu\text{S}/\text{cm}$       | 2000                               | 474     | 894     | 611     | 504     | 615     |
| Συνολική σκληρότητα               | $\text{mg}\text{eq}/\text{l}$ | 12                                 | 5,36    | 9,33    | 7,48    | 5,31    | 7,18    |
| Οξειδώσιμο με υπερμαγγανικό κάλιο | $\text{mgO}_2/\text{l}$       | 5                                  | 3,6     | 4,7     | 5,3     | 0,7     | 2,7     |
| Νάτριο                            | $\text{mg}/\text{l}$          | 200                                | 10,8    | 42,1    | 7,5     | 19,9    | 14,4    |
| Ασβέστιο                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 150                                | 92      | 147     | 125     | 82      | 104     |
| Μαγνήσιο                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 80                                 | 9,3     | 23,9    | 14,9    | 14,8    | 23,8    |
| Αλουμίνιο                         | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 200                                | <8,0    | <8,0    | <8,0    | 25      | <8,0    |
| Αντιμόνιο                         | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 5                                  | <2,0    | <2,0    | <2,0    | <2,0    | <2,0    |
| Αρσενικό                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 10                                 | <5,0    | <5,0    | <5,0    | 34      | <5,0    |
| Βόριο                             | $\text{mg}/\text{l}$          | 1,0                                | 0,011   | 0,013   | 0,011   | 0,0094  | 0,0095  |
| Σίδηρος                           | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 200                                | 14      | 5,0     | 5,1     | 6,3     | 14      |
| Υδράργυρος                        | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 1,0                                | <0,05   | <0,05   | <0,05   | <0,05   | <0,05   |
| Κάδμιο                            | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 5,0                                | <1,0    | <1,0    | <1,0    | <1,0    | <1,0    |
| Μαγγάνιο                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 50                                 | 1200    | 2600    | 70      | 300     | 1200    |
| Χαλκός                            | $\text{mg}/\text{l}$          | 0                                  | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030 |
| Νικέλιο                           | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 20                                 | 26      | 15      | 2,5     | 11      | 4,8     |
| Μόλυβδος                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 10                                 | <2,0    | <2,0    | <2,0    | <2,0    | <2,0    |
| Σελήνιο                           | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 10                                 | <5,0    | <5,0    | <5,0    | <5,0    | <5,0    |
| Χρώμιο                            | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 50                                 | <1,0    | <1,0    | 2,2     | <1,0    | <1,0    |
| Ψευδάργυρος                       | $\text{mg}/\text{l}$          | 1,0                                | 0,21    | 0,88    | 0,73    | 0,44    | 0,72    |
| Νιτρικά                           | $\text{mg}/\text{l}$          | 50                                 | <0,50   | 2,2     | 2,2     | <0,50   | 1,9     |
| Νιτρώδη                           | $\text{mg}/\text{l}$          | 0,5                                | <0,05   | <0,05   | <0,05   | <0,05   | <0,05   |
| Θειικά                            | $\text{mg}/\text{l}$          | 250                                | 10,1    | 50      | 20,7    | 13,3    | 10,2    |
| Φθορίδια                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 1,5                                | <0,10   | 0,13    | 0,13    | 0,11    | 0,14    |
| Φωσφορικά                         | $\text{mg}/\text{l}$          | 0,5                                | <0,10   | <0,10   | <0,10   | <0,10   | <0,10   |
| Χλωρίδια                          | $\text{mg}/\text{l}$          | 250                                | 5,5     | 40,8    | 112     | 13,5    | 11,7    |
| Κυανίδια                          | $\mu\text{g}/\text{l}$        | 50                                 | <5      | <5      | <5      | <5      | <5      |
| Φυσικό ουράνιο                    | $\text{mg}/\text{l}$          | 0,06                               | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  |

Πίνακας 6 – συνέχεια

| Παράμετρος                  | Μονάδες                        | Πρότυπο σύμφωνα με τον κανονισμό 1 | RDD 035 | RDD 049 | RDD 056 | RDD 202 |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| pH                          | pH μονάδες                     | $\geq 6,5$ και $\leq 9,5$          | 7,02    | 7,02    | 7,63    | 7,04    |
| Ηλεκτρική αγωγιμότητα       | $\mu\text{S}/\text{cm}$        | 2000                               | 534     | 410     | 658     | 640     |
| Συνολική σκληρότητα         | $\text{mg}\text{eqn}/\text{l}$ | 12                                 | 6,21    | 4,57    | 7,02    | 5,69    |
| Οξειδώσιμο με υπερμαγγανικό | $\text{mgO}_2/\text{l}$        | 5                                  | <0,50   | 4,7     | <0,50   | 1,8     |
| Νάτριο                      | $\text{mg}/\text{l}$           | 200                                | 12,2    | 10,4    | 18,8    | 10,7    |
| Ασβέστιο                    | $\text{mg}/\text{l}$           | 150                                | 80,4    | 64      | 96      | 75      |
| Μαγνήσιο                    | $\text{mg}/\text{l}$           | 80                                 | 26,8    | 16,7    | 27,1    | 23,4    |
| Αλουμίνιο                   | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 200                                | <8,0    | 62      | <8,0    | 61      |
| Αντιμόνιο                   | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 5                                  | <2,0    | <2,0    | <2,0    | <1,0    |
| Αρσενικό                    | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 10                                 | <5,0    | 6,4     | 7,6     | 8,4     |
| Βόριο                       | $\text{mg}/\text{l}$           | 1,0                                | 0,013   | 0,022   | 0,0072  | <0,003  |
| Σίδηρος                     | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 20                                 | 34      | 48      | 5,0     | 1410    |
| Υδράργυρος                  | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 1,0                                | <0,05   | <0,05   | <0,05   | <0,05   |
| Κάδμιο                      | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 5,0                                | <1,0    | <1,0    | <1,0    | 0,34    |
| Μαγγάνιο                    | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 50                                 | 60      | 670     | 9,6     | 152     |
| Χαλκός                      | $\text{mg}/\text{l}$           | 0,2                                | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030 | 0,0006  |
| Νικέλιο                     | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 20                                 | 13      | 26      | <2,0    | <2,0    |
| Μόλυβδος                    | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 1                                  | <2,0    | <2,0    | <2,0    | <2,0    |
| Σελήνιο                     | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 10                                 | <5,0    | <5,0    | <5,0    | <3,0    |
| Χρώμιο                      | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 50                                 | <1,0    | <1,0    | <1,0    | <1,0    |
| Ψευδάργυρος                 | $\text{mg}/\text{l}$           | 1,0                                | 0,11    | 0,34    | 0,16    | <0,001  |
| Νιτρικά                     | $\text{mg}/\text{l}$           | 50                                 | <0,50   | <0,50   | <0,50   | 1,9     |
| Νιτρώδη                     | $\text{mg}/\text{l}$           | 0,5                                | 0,06    | <0,05   | <0,05   | <0,05   |
| Θειικά                      | $\text{mg}/\text{l}$           | 250                                | 24,2    | 34,6    | 32,2    | 15,1    |
| Φθορίδια                    | $\text{mg}/\text{l}$           | 1,5                                | <0,10   | 0,21    | 0,13    | <0,10   |
| Φωσφορικά                   | $\text{mg}/\text{l}$           | 0,5                                | <0,10   | <0,10   | <0,10   | <0,10   |
| Χλωρίδια                    | $\text{mg}/\text{l}$           | 250                                | 12,9    | 10,3    | 30,2    | 15,6    |
| Κυανίδια                    | $\mu\text{g}/\text{l}$         | 50                                 | <5      | <5      | <5      | <5      |
| Φυσικό ουράνιο              | $\text{mg}/\text{l}$           | 0,06                               | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  |

Οι συγκεντρώσεις των παραμέτρων που μελετήθηκαν συγκρίθηκαν με τις τιμές του προτύπου ποιότητας σύμφωνα με τον Κανονισμό 1 της 10ης Οκτωβρίου 2007 σχετικά με την εξερεύνηση, τη χρήση και την προστασία των υπόγειων υδάτων. Τα αποτελέσματα δείχνουν χαμηλή περιεκτικότητα των παραμέτρων που μελετήθηκαν και υποδηλώνουν καλή χημική κατάσταση των υπόγειων υδάτων.

Πολλές παράμετροι, όπως το αντιμόνιο, ο υδράργυρος, το κάδμιο, ο μόλυβδος, το σελήνιο, τα φωσφορικά άλατα, τα κυανίδια και το φυσικό ουράνιο, αποδείχθηκαν ότι βρίσκονται κάτω από τα κατώτατα όρια ανίχνευσης. Οι

πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα, τα οργανοφωσφορικά και οργανονιτρικά φυτοφάρμακα, τα γενικά φυτοφάρμακα, οι βενζαπυρίνες και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH) είναι επίσης κάτω από τα κατώτατα όρια ανίχνευσης ( $<0,010 \mu\text{g/l}$ ). Τα επίπεδα των υπόλοιπων μελετηθέντων στοιχείων είναι χαμηλότερα από τα επίπεδα του προτύπου ποιότητας των υπόγειων υδάτων.

Αξίζει να αναφερθούν ορισμένες εξαιρέσεις των παραμέτρων που μελετήθηκαν. Τα επίπεδα μαγγανίου είναι υψηλότερα από το πρότυπο ποιότητας στα περισσότερα δείγματα, ενώ ένα δείγμα παρουσίασε υψηλότερα επίπεδα σιδήρου. Και τα δύο είναι στοιχεία που σχηματίζουν πετρώματα και συχνά μεταφέρονται στα υπόγεια ύδατα καθώς τα πετρώματα υποβάλλονται σε διάβρωση. Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι τέτοιες αυξήσεις στο νερό των ρωγμών συμβαίνουν επίσης όταν τα δύο αυτά στοιχεία εναποτίθενται στις ρωγμές των πετρωμάτων ως υδροξείδια. Ένα δείγμα (που ελήφθη από το RDD 021) παρουσιάζει υψηλότερο επίπεδο αρσενικού ( $\mu\text{g/l}$  34). Συνήθως, το αρσενικό, το σελήνιο και το αντιμόνιο εμφανίζονται σε υψηλότερα επίπεδα μαζί με βαρέα μέταλλα σε πετρώματα με υδροθερμική μεταλλοποίηση. Αυτό παρατηρείται τόσο στη μεταλλευτική ζώνη Sredna Gora όσο και στις μεταλλοποιήσεις των Ροδόπων. Σε αυτή την περίπτωση, μόνο η περιεκτικότητα σε αρσενικό είναι υψηλότερη, ενώ το σελήνιο και το αντιμόνιο δεν είναι. Το νικέλιο είναι ελαφρώς υψηλότερο σε ένα από τα δείγματα. Αυτές οι μεμονωμένες αυξήσεις δεν δικαιολογούν την εξαγωγή σαφών τάσεων. Τέτοιες τάσεις μπορούν να εξαχθούν εάν δημιουργηθεί ένα δίκτυο παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στο κοιτάσμα Rozino και συλλέγονται τακτικά αποτελέσματα με την πάροδο του χρόνου.

Το κύριο συμπέρασμα που συνάγεται από την εξέταση της χημικής σύνθεσης των υπόγειων υδάτων στα παλαιογενή ιζήματα και στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο είναι ότι οι τιμές που μετρήθηκαν στις διάφορες γεωτρήσεις είναι πολύ παρόμοιες και αντικατοπτρίζουν μια συγκριτικά σταθερή χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων που δεν έχει αλλοιωθεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Σε αυτή την περίπτωση, είναι σημαντικό ότι τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να χρησιμεύσουν ως βάση αναφοράς για τη χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων κατά την ανάπτυξη του κοιτάσματος στο μέλλον.

## 10 Συνοπτικά υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την υποψηφιότητα που υιοθέτησε η Βουλγαρία, τα υδατικά συστήματα υπόγειων υδάτων στην περιοχή που μελετήθηκε συνδέονται με ένα υδατικό σύστημα υπόγειων υδάτων (GBW) με κωδικό BG3G000PtPg049 - Νερό σχισμών – το ανατολικό σύμπλεγμα των Ροδόπων. Τα πετρώματα του υδατικού συστήματος υπόγειων υδάτων περιλαμβάνουν λιθολογία διαφορετικού τύπου και ηλικίας. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί αντιπροσωπεύονται από ένα μεταμορφωμένο υπόβαθρο και ένα παλαιογενές σύμπλεγμα ιζημάτων. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα αντιπροσωπεύονται από μια ποικιλία μιγματιτών, σερπεντινών, αμφιβολιτών, μαρμάρων, γνευσίων και γρανιτών. Το παλαιογενές σύμπλεγμα ιζημάτων περιλαμβάνει δρεκκίες και κροκαλοπαγή, χονδρόκοκκους έως αργιλόδεις ψαμμίτες, μάργες και σχιστολιθικούς σχιστόλιθους.

Αυτό το GBW είναι από τα πιο ανεπαρκή σε υπόγεια ύδατα της Βουλγαρίας, με ρυθμό απορροής  $<0,5 \text{ l/s/km}^2$ . Αυτό εξηγεί την έλλειψη εγκαταστάσεων άντλησης νερού που έχουν κατασκευαστεί στα παλαιογενή ιζήματα και στα μεταμορφωμένα πετρώματα στην περιοχή που μελετήθηκε.

Το επίπεδο των υπόγειων υδάτων που ρέουν μέσω του GBW ΠΒΤ BG3G000PtPg049 μετρήθηκε σε τακτική βάση σε 8 γεωτρήσεις κατά την περίοδο 2019-2022. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και τα συνολικά αποτελέσματα της μελέτης επιτρέπουν τον χαρακτηρισμό του GBW BG3G000PtPg049 στην περιοχή Rozino IP που μελετήθηκε. Η στάθμη των υπόγειων υδάτων κατά την εν λόγω περίοδο μετρήθηκε σε 4,82 έως 31,33 m κάτω από την επιφάνεια και γενικά ακολουθεί τη γραμμή του τοπίου. Τα επίπεδα των υδάτων κυμαίνονται μεταξύ 259,27 και 467,03 m. Η γεώτρηση RDD-056 αποτελεί εξαίρεση - τα υπόγεια ύδατα εκεί αποστραγγίζονται ελεύθερα σε υψόμετρο 368,75 m. Τα υπόγεια ύδατα ταξινομούνται ως νερά σχισμών.

Η διαπερατότητα των πετρωμάτων κορεσμού νερού είναι πολύ χαμηλή, ο λόγος διήθησης κυμαίνεται μεταξύ  $2,11 \times 10^{-7}$  και  $2,13 \times 10^{-9} \text{ m/sec}$ , και η αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 0,02 και 0,069  $\text{m}^2/24 \text{ h}$ .

Το νερό που ρέει στο GBW BG3G000PtPg049 είναι γλυκό, με μεταλλοποίηση  $<1 \text{ g/l}$ , και είναι ουδέτερο (pH 7,02 – 7,65). Οι χημικές αναλύσεις δείχνουν χαμηλότερες συγκεντρώσεις των παραμέτρων που μελετήθηκαν σε σύγκριση με το πρότυπο ποιότητας που ορίζεται στον Κανονισμό 1 της 10ης Οκτωβρίου 2007. Αυτό δείχνει την καλή χημική κατάσταση των υπόγειων υδάτων και οι τιμές που μετρήθηκαν στις διάφορες γεωτρήσεις είναι πολύ παρόμοιες και αντικατοπτρίζουν μια συγκριτικά σταθερή χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων που δεν έχει αλλοιωθεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Το νερό που συσσωρεύεται στα παλαιογενή ιζήματα της μελετώμενης περιοχής ανανεώνεται κυρίως μέσω ρωγμών και τεκτονικών ασυνεχειών από γειτονικούς ορίζοντες και μέσω των μεταμορφωμένων πετρωμάτων του υποβάθρου τους. Σε συνδυασμό με τους πολύ χαμηλούς συντελεστές διήθησης των πετρωμάτων, το ιδιαίτερα ανώμαλο ανάγλυφο επιτρέπει πολύ μικρή ανανέωση μέσω της διήθησης επιφανειακών υδάτων.

Τα υπόγεια ύδατα αποστραγγίζονται κυρίως προς τα νότια-νοτιοανατολικά. Ο υδρογεωλογικός χαρακτηρισμός του GBW BG3G000PtPg049 στην περιοχή Rozino IP που μελετήθηκε βασίστηκε σε μια σύνοψη των αποτελεσμάτων υδρολογικής μελέτης που διεξήχθη στην περιοχή σύμφωνα με το άρθρο 17 παράγραφος 1 σημείο 1 του κανονισμού 1 της 10ης Οκτωβρίου 2007 σχετικά με την εξερεύνηση, τη χρήση και την προστασία των υπόγειων υδάτων.

Σύμφωνα με τα άρθρα 13, 14, 15 και 16 του εν λόγω κανονισμού, το GBW BG3G000PtPg049 στην περιοχή είναι: ετερογενές ως προς τη δομή, ετερογενές ως προς τις ιδιότητες διήθησης, περιορισμένο και μη περιορισμένο από υδρογεωλογικές συνθήκες, με σύνθετες οριακές συνθήκες, και είναι ελάχιστα μελετημένο, με την κατάσταση της έρευνας να ταξινομείται ως ομάδα III - ελάχιστα μελετημένες υδρογεωλογικές συνθήκες.

Στην πεδιάδα του ποταμού Byala Reka έχουν σχηματιστεί αλλουβιακές αποθέσεις. Οι αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούνται από ογκόλιθους, ανισόκοκκα χαλίκια και άμμο σε διαφορετικές αναλογίες, και περιλαμβάνουν αμμώδεις-αργιλόδεις φακούς και ενδιάμεσα στρώματα. Σε ορισμένα σημεία έχουν βάθος μεγαλύτερο από 5-6 μέτρα. Οι αποθέσεις είναι σποραδικές και, καθώς δεν καλύπτουν συνεχόμενες περιοχές, δεν έχουν χαρακτηριστεί ως οριοθετημένο υδατικό σύστημα υπόγειων υδάτων και δεν περιλαμβάνονται στον κατάλογο των υδατικών συστημάτων υπόγειων υδάτων της περιοχής του Ανατολικού Αιγαίου. Επίσης, μελετήθηκαν δύο τμήματα των αλλουβιακών πεδιάδων του ποταμού Byala Reka και του παραπόταμου του Agra dere και μετρήθηκαν τα επίπεδα των υπόγειων υδάτων τους κατά την περίοδο 2021-2022.

Μετρήθηκαν σαφείς αυξήσεις της στάθμης του νερού μεταξύ Οκτωβρίου και Νοεμβρίου. Δεν παρατηρήθηκε σαφής τάση μείωσης της στάθμης, αλλά μετρήθηκαν χαμηλά επίπεδα τον Φεβρουάριο και τον Μάρτιο.

Τα επίπεδα των υδάτων στις γεωτρήσεις που παρακολουθήθηκαν κυμάνθηκαν μεταξύ 0,04 και 4,24 m κάτω από την επιφάνεια κατά την προαναφερθείσα περίοδο. Τα υπόγεια ύδατα βρίσκονται σε άμεση υδραυλική σύνδεση με τα ύδατα των ποταμών Byala και Arpa dere.

Ο λόγος διήθησης των αλλουβιακών αποθέσεων είναι  $1,5 \times 10^{-4} - 5,8 \times 10^{-4}$  m/sec, και ο συντελεστής διαπερατότητάς τους είναι 2,36 – 2,63 m<sup>2</sup>/ ημέρα.

Το νερό που κυκλοφορεί στα αλλουβιακά αποθέματα είναι γλυκό, με συνολική ορυκτοποίηση <1 g/l, ουδέτερο (pH 7,11 – 7,28) και με σχετικά σταθερή χημική σύνθεση που δεν επηρεάζεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, με καλή ποιότητα σε σύγκριση με το πρότυπο που ορίζεται στο παράρτημα 1 του κανονισμού 1 της 10ης Οκτωβρίου 2007.

Τα εδαφικά και κολλουβιακά εδάφη αντιπροσωπεύονται από αμμώδη-αργιλώδη μήτρα με εγκλείσματα γωνιώδους βράχου διαφόρων μεγεθών. Η τεταρτογενής κάλυψη είναι πανταχού παρούσα, αν και απογυμνωμένη σε ορισμένα μικρά και απότομα τμήματα. Τα κολλουβιακά εδάφη της περιοχής και το κολλούβιο ποικίλλουν σε βάθος, έχοντας μετρηθεί σε βάθος έως 6 - 7 m σε ορισμένα σημεία. Δεν έχει βρεθεί υπόγειο νερό σε αυτά τα υλικά.

## 11 Συμπέρασμα

Η έκθεση συνοψίζει τα αποτελέσματα των υδρογεωλογικών μελετών στην περιοχή του κοιτάσματος Rozino.

Παρουσιάζονται οι ακόλουθες υδρογεωλογικές συνθήκες:

- Οι παράμετροι διήθησης των λιθολογικών ποικιλιών (παλαιογενές ιζηματογενές σύμπλεγμα και μεταμορφωμένο υπόβαθρο) που απαρτίζουν το υπόγειο υδατικό σύστημα BG3G000PtPg049, τα επίπεδα των υπόγειων υδάτων που ρέουν μέσω αυτών έχουν μετρηθεί και η χημική τους σύνθεση έχει προσδιοριστεί σύμφωνα με το παράρτημα 1 του κανονισμού 1 της 10ης Οκτωβρίου 2007. Προσδιορίστηκαν η δομή, οι υδρογεωλογικές συνθήκες των ανώτερων στρωμάτων του υδροφορέα και οι ιδιότητες διήθησης του σώματος υπόγειων υδάτων εντός της μελετηθείσας περιοχής.
- Οι παράμετροι διήθησης των αλλουβιακών ιζημάτων (ογκόλιθοι, ανισόκοκκα χαλίκια και άμμος, με φακούς και ενδιάμεσα στρώματα άμμου-αργίλου) που σχηματίστηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας του ποταμού Byala Reka και στον παραπόταμό του Apra dere. Καθορίστηκε η εξάρτηση των επιπέδων των υπόγειων υδάτων που ρέουν μέσω του αλλουβίου από τα επίπεδα των υδάτων του ποταμού. Η χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων μελετήθηκε σύμφωνα με το παράρτημα 1 του κανονισμού 1 της 10ης Οκτωβρίου 2007.
- Οι παράμετροι διήθησης των εδαφών ταλούς και κολλουβιακών (αμμώδεις άργιλοι με εγκλείσματα γωνιώδους βράχου διαφόρων μεγεθών), που αποτελούν το κάλυμμα του σώματος υπόγειων υδάτων BG3G000PtPg049. Διαπιστώθηκε ότι δεν ρέουν υπόγεια ύδατα μέσω αυτού.

Τα στοιχεία, όπως παρουσιάζονται και αναλύονται, αποτελούν τη βάση για τον χαρακτηρισμό των φυσικών υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή της επενδυτικής πρότασης Rozino.

## 12 Αναφορές

1. „Херуърд Венчърс България” АД. 2004. Οριστική έκθεση για τις εργασίες πεδίου στην προοπτική περιοχή «Rozino», που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο 2001-2003.
2. „Авънхоу Херуърд България” ЕАД. 2006. Τελική έκθεση για τις εργασίες πεδίου στην προοπτική περιοχή «Розино», που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του 2004-2005.
3. «Καρακάλ Κέιμπριτζ Βουλγαρία» ΕΑД. 2008. Τελική έκθεση για τις εργασίες πεδίου στην προοπτική περιοχή «Ροζίνο», που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του 2006-2007.
4. «Καρακάλ Κέιμπριτζ Βουλγαρία» ΕΑД. 2009. Τεχνικοοικονομική αξιολόγηση του τμήματος «Τασλκά», προοπτική περιοχή «Ροζίνο».
5. В. Σλάβοφ. 2019. «Υδρολογική αξιολόγηση της απορροής στον ποταμό Μπιάλα Ρέκα και του παραπόταμου του ποταμού Αρπά Ντερέ κοντά στο χωριό Γκουγκούτκα, δήμος Ιβαΐλογκράντ, περιφέρεια Χάσκοβο».
6. Έκθεση της Golder Associates. 2019. Προμελέτη σκοπιμότητας Rozino – Έκθεση με τα αποτελέσματα των υδρογεωλογικών δοκιμών.
7. „Проектиране и анализи“ ΕООД. 2020. Αντλιοστάσιο για πόσιμο νερό για το έργο Ροζίνο – Προκαταρκτική μελέτη.
8. «Джес Е» ΕООД. 2020. Έκθεση για τα αποτελέσματα των υδρογεωλογικών δοκιμών των αλλουβιακών ιζημάτων στους ποταμούς Μπιάλα Ρίκα και Αρπά Ντερέ.
9. «Джес Е» ΕООД. 2020. Έκθεση για τα αποτελέσματα των υδρογεωλογικών δοκιμών παλαιογενών ιζημάτων στην ερευνητική περιοχή Τιντιάβα, δήμος Ιβαΐλογκράντ.
10. «Джес Е» ΕООД. 2021. Έκθεση για τα αποτελέσματα των υδρογεωλογικών δοκιμών στα αλλουβιακά ιζήματα του ποταμού Μπιάλα Ρέκα.
11. GCS. 2020. Ανασκόπηση των αξιολογήσεων υδάτινων πόρων που πραγματοποιήθηκαν για το έργο Rozino PFS, ιδιοκτησία Τιντιάβα, Βουλγαρία.
12. „Тинтява Експлорейшън” АД. 2020. Πλήρης έκθεση για τα αποτελέσματα της έρευνας και της μελέτης των μεταλλικών ορυκτών πόρων για την τριετή περίοδο 2017-2020 στην προοπτική περιοχή «TINTIABA», που βρίσκεται στο έδαφος του δήμου Ιβαΐλογκράντ, στην περιφέρεια Χάσκοβο και του δήμου Κρουμοβγκράντ, στην περιφέρεια Κάρτζαλι.
13. „Τιντιάβα Εξπλορέισον» АД. 2022. Πλήρης έκθεση για τα αποτελέσματα της έρευνας και της μελέτης των μεταλλικών ορυκτών πόρων για τη διετή περίοδο 2021-2022 στην προοπτική περιοχή «TINTIABA», που βρίσκεται στο έδαφος του δήμου Ιβαΐλογκράντ, στην περιφέρεια Χάσκοβο και στο δήμο Κρουμοβγκράντ, στην περιφέρεια Κάρτζαλι.
14. Κανονισμός αριθ. 1 της 10.10.2007 για τη μελέτη, τη χρήση και την προστασία των υπόγειων υδάτων, δημοσιευμένος στο Δελτίο της Κυβερνήσεως αριθ. 87 της 30.10.2007, τροποποιημένος στο Δελτίο της Κυβερνήσεως αριθ. 2 της 8.01.2010, τροποποιημένος και συμπληρωμένος στο Δελτίο της Κυβερνήσεως αριθ. 15 της 21.02.2012, τροποποιημένος και συμπληρωμένος στο Δελτίο της Κυβερνήσεως αριθ. 15 της 21.02.2012, τροποποιημένος και συμπληρωμένος στο Δελτίο της Κυβερνήσεως αριθ. 15 της 21.02.2012, τροποποιημένος και συμπληρωμένος στο Δελτίο της Κυβερνήσεως αριθ. 15 της 21.02.2012, τροποποιημένος και συμπληρωμένος Δ.Ε. αριθ. 15 της 21.02.2012, τροποποίηση και συμπλήρωση ΔΗΜ. ΑΡ. 28 της 19.03.2013, τροποποίηση και συμπλήρωση ΔΗΜ. ΑΡ. 90 της 31.10.2014, τροποποίηση και συμπλήρωση ΔΗΜ. ΑΡ. 102 της 23.12.2016