

ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
ΧΑΛΚΟΠΥΡΙΤΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΟΡΥΧΕΙΟ ROZINO

Έκθεση σχετικά με την ολοκληρωμένη και βιώσιμης διαχείρισης των υδάτων.

Εκδόθηκε για:

Tintyana Exploration AD

Σχεδιασμός DS 25-01 σύμφωνα με τη συμφωνία-πλαίσιο της 20ής Φεβρουαρίου
2025.

ΕΚΘΕΣΗ



Αριθμός έκθεσης

PIA19-P165-DAF25-01-A

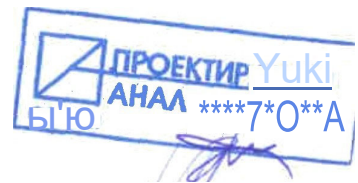
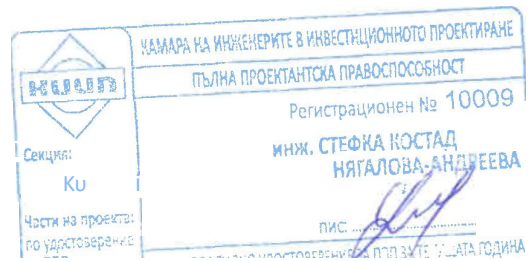
Διανομή

PDF

SOFIA	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
	ΑΝΑΛΥΣ	
	Η ΕΡΓΟΥ	
	ΕΟΟΑ	

Ιστορικό εκδόσεων:

Εταιρεία	Επικοινωνία	Έκδοση	Ημερομηνία κυκλοφορίας	Παράδοση για
Design and Analysis Ltd.	Στέφκα Ναγκάλοβα	PIA19-P165-DAF25-01-A	10/04/2025	αναθεώρηση



1.0 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Proektiraneto i Analizi EOOD έλαβε ανάθεση από την Tintyava Exploration AD να εκπονήσει έκθεση σχετικά με τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτων με βάση τις παραμέτρους της υποβληθείσας επενδυτικής πρότασης για το έργο: «Εξόρυξη και πρωτογενής επεξεργασία χρυσούχων μεταλλευμάτων από το κοίτασμα Rozino».

Στόχος της μελέτης είναι να παρουσιάσει λεπτομερώς τη στρατηγική διαχείρισης των υδάτων που έχει υιοθετηθεί για την περιοχή, με βάση τις βέλτιστες πρακτικές εξόρυξης και την τάση προς τη διαχείριση των υδάτων σε κλειστό κύκλωμα και την ελαχιστοποίηση των άμεσων εκπομπών (φορτίων) στο περιβάλλον, χρησιμοποιώντας μια βιώσιμη προσέγγιση «μηδενικής απόρριψης» για τα ύδατα επαφής.

Η διαχείριση των υδάτων για την περιοχή έχει σχεδιαστεί και προγραμματιστεί προσεκτικά, με μια ολοκληρωμένη στρατηγική βασισμένη στην αρχή της βιωσιμότητας και της ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων των εξορυκτικών δραστηριοτήτων τόσο στα υπόγεια όσο και στα επιφανειακά ύδατα. Η προστασία των υδάτινων πόρων της χώρας αποτελεί επίσης σημαντικό μέρος της στρατηγικής. Στο μέτρο του δυνατού, το έργο στοχεύει στην πλήρη κλείσιμο του κύκλου των υδάτων που επηρεάζονται από το ορυχείο για εσωτερική χρήση υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Στο παρόν στάδιο του έργου, δεν είναι δυνατή η λεπτομερής εξέταση της ποιότητας του νερού στην περιοχή, γι' αυτό και έχει διαμορφωθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση των υδάτων εντός της περιοχής παραγωγής. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στον διαχωρισμό των επιφανειακών υδάτων σε δύο ρεύματα: τα ύδατα που επηρεάζονται από τις εξορυκτικές δραστηριότητες (ύδατα από τους κύκλους παραγωγής, τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης αποβλήτων, τα ορυχεία και τα ανοιχτά ορυχεία) και τα ύδατα που δεν έχουν έρθει σε επαφή με την παραγωγή (επιφανειακά ύδατα, όμβρια ύδατα, ύδατα απορροής, ύδατα από αδιατάρακτες δασικές περιοχές). Η λειτουργικότητα αυτή επιτρέπει τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, ελαχιστοποιώντας την ποσότητα των υδάτων που έρχονται σε επαφή με την κυκλοφορία σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Η κύρια πρόκληση για τη λειτουργία θα είναι η εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ πλεονάσματος και έλλειψης νερού, ιδίως λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ετήσιος ρυθμός εξάτμισης υπερβαίνει τον ετήσιο ρυθμό βροχόπτωσης.

Η στρατηγική διαχείρισης των υδάτων βασίζεται στην εμπειρία από προηγούμενα έργα, στις απαιτήσεις της BD και στις απαιτήσεις της Tintyava Exploration AD για συνεχή βελτίωση. Η ολοκληρωμένη προσέγγιση υιοθετεί τις αρχές της ελαχιστοποίησης των ποσοτήτων λυμάτων, για τον σκοπό αυτό έχει αναπτυχθεί μια στρατηγική για την ελάχιστη χρήση γλυκού νερού και τη μέγιστη επαναχρησιμοποίησή του εντός του χώρου παραγωγής.

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε και να αξιολογήσουμε τον κίνδυνο, καθώς δεν μπορούμε να αποτρέψουμε την εμφάνιση ακραίων βροχοπτώσεων. Σε γενικές γραμμές, κατά τη διάρκεια ακραίων βροχοπτώσεων (ή μάλλον ενός συνδυασμού ή μιας ακολουθίας βροχοπτώσεων), υπάρχει πιθανότητα να αυξηθεί η στάθμη των εγκαταστάσεων αποθήκευσης νερού επαφής. Σχετικά με αυτό, τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων σεναρίων που περιγράφονται λεπτομερώς στην έκθεση δείχνουν ότι η μέγιστη σχεδιαστική στάθμη νερού (υποχρεωτική στάθμη νερού) στη δεξαμενή καθίζησης της δεξαμενής αποβλήτων, που αντιστοιχεί σε βροχόπτωση με τη σχετική κανονιστική εγγύηση σύμφωνα με τη βουλγαρική νομοθεσία του 0,1 % (1 στα 1000 έτη), παραμένει κάτω από το επίπεδο του φράγματος. Το ελεύθερο ύψος ποικίλλει κατά τη διάρκεια της λειτουργίας από 0,37 m στην αρχή έως 0,54 m στο τέλος της λειτουργίας. Αυτό σημαίνει ότι **δεν θα υπάρξει** υπερχειλίση νερού.

Επιπλέον, η έκθεση εξετάζει μέτρα για τη διαχείριση της ροής διήθησης κάτω από τις εγκαταστάσεις, έτσι ώστε το διηθημένο νερό επαφής να συλλέγεται και να επιστρέφει στην κυκλοφορία, ενώ ταυτόχρονα κατασκευάζεται μια κουρτίνα έγχυσης για τον διαχωρισμό του νερού επαφής από το υπόγειο νερό χωρίς επαφή. Χάρη σε αυτό το φράγμα σε βάθος, αποτρέπεται η ανάμιξη των δύο ροών και η εξάπλωση του νερού επαφής που διηθείται κατάντη κατά μήκος του ρέματος Yuren Dere.

Η ολοκληρωμένη προσέγγιση της διαχείρισης των υδάτων κατά την ανάπτυξη της Στρατηγικής Διαχείρισης Υδάτων για το Έργο: Εξόρυξη και πρωτογενής επεξεργασία χρυσούχων μεταλλευμάτων από το κοίτασμα Rosino είναι μια βιώσιμη προσέγγιση που χρησιμοποιεί τις βέλτιστες πρακτικές εξόρυξης για τη διαχείριση των υδάτων. Η μελέτη αυτή παρουσιάζει την προσέγγιση «μηδενικής απόρριψης» σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, η οποία είναι απαραίτητη για την έγκριση του έργου από την αρμόδια αρχή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.0	ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
2.0	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2.1	Περιγραφή του ιστότοπου	1
2.2	Κύριοι στόχοι και επιτευχθέντα αποτελέσματα.....	2
3.0	ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	2
3.1	Περιγραφή του εδάφους	2
3.2	Αξιολόγηση του κλίματος	3
3.3	Θερμοκρασία	4
3.4	Βροχόπτωση.....	4
3.4.1	Προβλεπόμενες ποσότητες βροχόπτωσης	4
3.4.2	Βαριά βροχή.....	5
3.5	Εξάτμιση	6
3.6	Υγρασία.....	6
3.7	Άνεμος.....	7
4.0	ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΦΕΣΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	7
4.1	Στρατηγική διαχείρισης των υδάτων	7
4.2	Πεδίο εφαρμογής του έργου.....	8
4.3	Κριτήρια σχεδιασμού	8
4.4	Υδραυλικοί υπολογισμοί.....	8
4.4.1	Χαρακτηριστικά των επιμέρους λεκανών απορροής	8
4.4.2	Μέγιστες ποσότητες νερού ανά λεκάνη απορροής.....	10
4.4.3	Θεωρητική μέγιστη πλημμύρα (PMF)	11
4.5	Βόρειο κανάλι αποστράγγισης.....	12
4.5.1	Γενική διάταξη.....	12
4.5.2	Εναλλακτικές λύσεις	12
4.6	Νότιο κανάλι αποστράγγισης	13
4.6.1	Γενική διάταξη.....	13
4.6.2	Εναλλακτικές λύσεις	13
4.7	Εκτάκτοι υπερχειλιστές	13
4.8	Φάση κλεισίματος.....	14
4.9	Αγωγούς εκτός των εγκαταστάσεων αποθήκευσης νερού	15

4.9.1	Υπόγεια ύδατα από το ορυχείο	15
4.9.2	Επιφανειακά ύδατα στο ορυχείο, στους χώρους υγειονομικής ταφής και στον βιομηχανικό χώρο	15
4.9.3	Πόσιμο και οικιακό νερό	15
4.9.4	Αποχέτευση	15
4.9.5	Βιομηχανικό νερό – γλυκό νερό για αναπλήρωση	15
4.9.6	Τεχνολογία επιταχυνόμενης εξάτμισης	16
5.0	ΥΔΑΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	17
5.1	Περιγραφή και στόχοι του μοντέλου	17
5.2	Εννοιολογικό μοντέλο	18
5.3	Εισαγόμενα δεδομένα και βασικές παραδοχές για το μοντέλο	20
5.3.1	Ρυθμίσεις προσομοίωσης μοντέλου	20
5.3.2	Δεδομένα εισόδου για το κλίμα	20
5.3.3	Υδρολογικά δεδομένα εισόδου	21
5.3.4	Εισροή υπόγειων υδάτων	21
5.3.5	Εγκατάσταση αποθήκευσης νερού	22
5.3.6	Βασικοί κανόνες λειτουργίας	22
5.4	Αποτελέσματα της ανάλυσης	23
5.4.1	Χωρητικότητα δεξαμενής γλυκού νερού, RWD	23
5.4.2	Χωρητικότητα δεξαμενής νερού επαφής, CWD	25
5.4.3	Χωρητικότητα δεξαμενής σε ανοιχτό ορυχείο	26
5.4.4	Χωρητικότητα της δεξαμενής καθίζησης αποβλήτων, TMF	26
5.4.5	Σύνοψη σεναρίων ισορροπίας υδάτων	28
6.0	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	1
6.1	Ταξινόμηση των εγκαταστάσεων σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία	1
6.2	Έλεγχος της χωρητικότητας και του ελεύθερου ύψους	1
6.2.1	Εναλλακτικές λύσεις για το CWD	2
7.0	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΙΛΤΡΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	2
7.1	Εισαγωγή	2
7.2	Κουρτίνα έγχυσης	4
7.3	Κουρτίνα αποστράγγισης	6
8.0	ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΕΓΓΡΑΦΑ	7

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Θερμοκρασία στο HMS του Κρούμοβγκραντ (Νοέμβριος 2014 – Οκτώβριος 2019).....	4
Πίνακας 2: Μέσες ετήσιες ποσότητες βροχόπτωσης ανά μήνα για το HMS Krumovgrad.....	4
Πίνακας 3: Μέσο μηνιαίο ύψος χιονιού για το Krumovgrad HMC.....	4
Πίνακας 4: Προβλεπόμενες ποσότητες νερού για 24ωρη βροχόπτωση (ένταση και βάθος)	5
Πίνακας 5: Συντελεστές μείωσης κλίμακας για 1 έως 24 ώρες	5
Πίνακας 6: Συντελεστές μείωσης κλίμακας για 1 έως 24 ώρες	5
Πίνακας 7: Βάθος-διάρκεια-συχνότητα.....	6
Πίνακας 8: Ένταση-διάρκεια-συχνότητα	6
Πίνακας 9: Μέση μηνιαία δυνητική εξάτμιση.....	6
Πίνακας 10: Ετήσια δυνητική εξάτμιση στο HMS Krumovgrad (2015–2018)	6
Πίνακας 11: Μέση μηνιαία υγρασία.....	7
Πίνακας 12: Μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου.....	7
Πίνακας 13: Κριτήρια σχεδιασμού για τη διαχείριση των επιφανειακών υδάτων	8
Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής κατά τη φάση λειτουργίας	9
Πίνακας 15: Ποσοσότητες νερού σχεδιασμού για ένα συμβάν 100 ετών	11
Πίνακας 16: Βόρειο κανάλι αποστράγγισης. Γεωμετρία.....	12
Πίνακας 17: Βόρειο κανάλι αποστράγγισης. Γεωμετρία.....	13
Πίνακας 18: Κανάλι αποστράγγισης στη φάση κλεισίματος.....	14
Πίνακας 19: Κλιματολογικές συνθήκες για επιταχυνόμενη εξάτμιση	16
Πίνακας 20: Περίληψη των εισερχόμενων βροχοπτώσεων για το μοντέλο υδατικού ισοζυγίου	20
Πίνακας 21: Μέση μηνιαία δυνητική εξάτμιση.....	21
Πίνακας 22: Αριθμός καμπυλών για υπολογισμούς απορροής.....	21
Πίνακας 23: Λεκάνη απορροής. Ανάπτυξη ανά έτος σε m ²	21
Πίνακας 24: Αναμενόμενη εισροή υπόγειων υδάτων από το ορυχείο	22
Πίνακας 25: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κύριων εγκαταστάσεων	22
Πίνακας 26: Μηνιαίο κόστος νερού για τον έλεγχο της σκόνης.....	22
Πίνακας 27: Κύριες παράμετροι υπολογισμού	23
Πίνακας 28: Ταξινόμηση των κύριων εγκαταστάσεων HTS	1
Πίνακας 29: Αξιολόγηση της ικανότητας κατακράτησης	1
Πίνακας 30: Προδιαγραφές των γεωτρήσεων για την έγχυση κουρτίνων.....	5

ΣΧΕΔΙΑ

Σχήμα 1: Γενικό σχέδιο της τοποθεσίας Rosino.....	1
Σχήμα 2: Θέση του χώρου του έργου και επιφανειακά υδατικά συστήματα στην περιοχή.....	3
Σχήμα 3: Θέση του μετεωρολογικού σταθμού Krutovograd σε σχέση με την περιοχή.....	3
Σχήμα 4: Περιοχές απορροής έως το τέλος του έτους 2.....	9
Σχήμα 5: Περιοχές απορροής κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.....	10
Σχήμα 6: Ανάληψη νερού από το Arpa Dere	16
Σχήμα 7: Διάγραμμα μπλοκ των κύριων ροών στην ισορροπία νερού	19
Σχήμα 8: Εννοιολογικό μοντέλο της υδατικής ισορροπίας.....	19
Σχήμα 9: Όγκος RWD για σενάρια ξηρού, μέσου και υγρού έτους.....	24
Σχήμα 10: Σωρευτικός όγκος νερού από εξωτερική πηγή νερού για το RWD	25
Σχήμα 11: Όγκος CWD για σενάρια ξηρού, μέσου και υγρού έτους.....	25
Σχήμα 12: Σωρευτικός όγκος των δεξαμενών στο ανοιχτό ορυχείο	26
Σχήμα 13: Προσομοιωμένος όγκος της λίμνης καθίζησης της δεξαμενής αποβλήτων	27
Σχήμα 14: Επίπεδο στη λίμνη καθίζησης σε περίπτωση υγρού έτους.....	27
Σχήμα 15: Υδατικό ισοζύγιο σε περίπτωση ξηρής χρονιάς.....	28
Σχήμα 16: Υδατικό ισοζύγιο σε περίπτωση μέσου υγρού έτους.....	29
Σχήμα 17: Υδατικό ισοζύγιο σε περίπτωση υγρού έτους.....	30
Σχήμα 18: Καμπύλη αποθηκευμένων όγκων στο φράγμα CWD, [m ³]	2
Σχήμα 19: Σχηματικό διάγραμμα διαχείρισης του νερού φιλτραρίσματος	3
Σχήμα 20: Κουρτίνα αποστράγγισης και έγχυσης. Τυπική διαμήκης τομή.....	4
Σχήμα 21: Κουρτίνα αποστράγγισης και έγχυσης. Τυπική διατομή.....	5
Σχήμα 22: Φρεάτιο αποστράγγισης, λεπτομέρειες για τα άνω και κάτω άκρα	6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Σχέδια

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Ενισχυμένη εγκατάσταση εξάτμισης. Παράδειγμα προμηθευτή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Δεδομένα σχετικά με τα ετήσια ποσά βροχόπτωσης – πρωτογενή δεδομένα για μια περίοδο 46 ετών

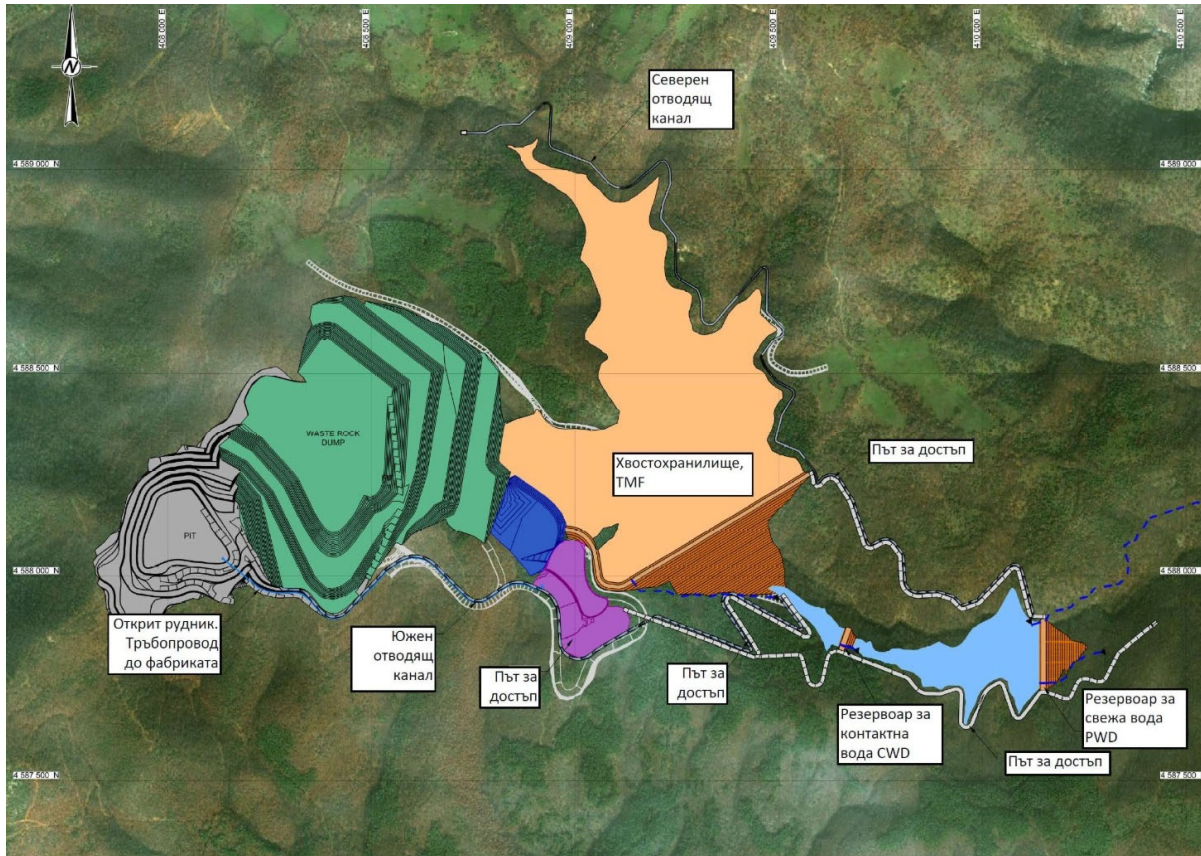
2.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Tintyava Exploration AD αναπτύσσει μια εγκατάσταση για την εξόρυξη και την πρωτογενή επεξεργασία χρυσούχων μεταλλευμάτων από το κοίτασμα Rozino.

2.1 Περιγραφή του χώρου

Το κοίτασμα Rosino αποτελεί μέρος της περιοχής Tintyava, που βρίσκεται στους δήμους Inaylongrad και Krumovgrad, στη νοτιοανατολική Βουλγαρία, περίπου 350 χλμ. (οδικώς) ανατολικά-νοτιοανατολικά της πρωτεύουσας Σόφιας. Στα ανατολικά και νότια βρίσκεται τα σύνορα με την Ελλάδα, ενώ στα βόρεια και δυτικά βρίσκονται οι δήμοι Lyubimets, Madzharovo και Krumovgrad. Το έργο βρίσκεται περίπου 2 χλμ. νότια του χωριού Rozino και 85 χλμ. νοτιοανατολικά της πόλης Kardzhali.

Οι δραστηριότητες εξόρυξης και επεξεργασίας περιλαμβάνουν τη λειτουργία ενός ανοιχτού ορυχείου, ενός εργοστασίου θραύσης με συμβατική θραύση, άλεση και επεξεργασία με επίπλευση για την απόκτηση συμπυκνώματος χρυσού. Η τοποθεσία της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων έχει επιλεγεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το αποτύπωμα των εγκαταστάσεων και να βρίσκεται κοντά στο εργοστάσιο παραγωγής και στο ανοιχτό ορυχείο, προκειμένου να μειωθούν τα έξοδα άντλησης αποβλήτων και μεταφοράς απορριμμάτων. Η μέθοδος τοποθέτησης των αποβλήτων μετά την πυκνωση επιλέχθηκε ως η πιο οικονομικά αποδοτική λύση σε σύγκριση με άλλες επιλογές, όπως η πάστα ή το ξηρό κέικ. Η εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων είναι τύπου ανάντη (αναβάθμιση). Αυτή η λύση παρέχει μεγαλύτερη δομική ασφάλεια σε σύγκριση με άλλες μεθόδους επικάλυψης, όπως η ανάντη ή η κεντρική κατασκευή.



Σχήμα 1: Γενικό σχέδιο της τοποθεσίας Rosino

Το παραπάνω σχήμα δείχνει την επιλεγμένη διάταξη του χώρου, παρουσιάζοντας τη διαμόρφωση που αποτελείται από μια εγκατάσταση παχιών αποβλήτων (TMF), ένα φράγμα επαφής με το νερό (CWD), ένα φράγμα χωρίς επαφή με το νερό (RWD), οδικές συνδέσεις με το ανοιχτό ορυχείο και άλλες υποδομές εξόρυξης.

2.2 Κύριοι στόχοι και επιτευχθέντα αποτελέσματα

Η παρούσα έκθεση περιγράφει τις διαδικασίες που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδάτων για την περιοχή. Οι εγκαταστάσεις, οι πρακτικές, τα σχέδια και τα έργα διαχείρισης των υδάτων περιγράφονται στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης ισορροπίας υδάτων για ολόκληρη την περιοχή εξόρυξης, καθώς και για ολόκληρη την προγραμματισμένη περίοδο λειτουργίας, λαμβάνοντας υπόψη τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Ο προκαταρκτικός διαστασιολόγηση των βασικών υποδομών επιφανειακών υδάτων πραγματοποιήθηκε με βάση τα αποτελέσματα μιας υδρολογικής μελέτης αξιολόγησης, καθώς και εκθέσεις από προηγούμενες μελέτες, σχέδια εξόρυξης και τοπογραφικά δεδομένα που παρέχονται από τον Πελάτη. Η προκαταρκτική ανάλυση περιλαμβάνει ένα σχέδιο για ένα βόρειο και νότιο κανάλι εκτροπής, υπερχειλίση έκτακτης ανάγκης για τις τρεις εγκαταστάσεις αποθήκευσης νερού (δεξαμενή αποβλήτων, δεξαμενή νερού επαφής και δεξαμενή γλυκού νερού) και άλλες βοηθητικές κατασκευές (π.χ. φρέατα συλλογής, αποχετευτικοί σωλήνες, διασκορπιστές ενέργειας κ.λπ.) που απαιτούνται κατά τη λειτουργία του ορυχείου. Έχει ολοκληρωθεί ένα ξεχωριστό προκαταρκτικό σχέδιο για την οργάνωση της επιφανειακής αποστράγγισης για την περίοδο κλεισίματος του ορυχείου.

Η μοντελοποίηση της υδατικής ισορροπίας δείχνει ότι θα απαιτηθούν περίπου 300.000 m³ ενεργού όγκου για τη δεξαμενή γλυκού νερού και, για να επιτευχθεί αυτό, η δεξαμενή έχει σχεδιαστεί με συνολικό επιτρεπόμενο όγκο 365.000 m³. Αυτό εξασφαλίζει ότι δεν θα υπάρξει έλλειψη νερού στο εργοστάσιο. Η μοντελοποίηση δείχνει ότι η εισαγωγή νερού 50 l/s για 5 μήνες του έτους είναι επαρκής για την τροφοδοσία του έργου με βάση αυτόν τον όγκο νερού.

Η ανάλυση της ισορροπίας νερού δείχνει ότι απαιτούνται περίπου 14.000 m³ ενεργού όγκου για την υλοποίηση μιας δεξαμενής νερού επαφής, γι' αυτό και η δεξαμενή έχει σχεδιαστεί με συνολικό όγκο 25.000 m³, που αντιστοιχεί σε περίπου 7 ημέρες αποθήκευσης με τη μέγιστη ροή της αντλίας στο φράγμα.

Ο προβλεπόμενος μέγιστος όγκος νερού που εισέρχεται στη δεξαμενή αποβλήτων (TMF) είναι περίπου 50.000 m³ για ένα σενάριο ξηρής χρονιάς, 115.000 m³ για ένα σενάριο μέσης χρονιάς και 220.000 m³ για ένα σενάριο υγρής χρονιάς. Η δεξαμενή αποβλήτων έχει σχεδιαστεί για να συλλέγει αυτό το νερό και να εξασφαλίζει την αξιόπιστη ένταξή του στον κύκλο του εργοστασίου παραγωγής. Το πιο σημαντικό και σημαντικό αποτέλεσμα της μοντελοποίησης της ισορροπίας νερού, μαζί με τη στρατηγική διαχείριση του νερού, είναι ότι η μέγιστη σχεδιαστική στάθμη νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης νερού παραμένει κάτω από το όριο υπερχειλίσης καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κοιτάσματος. Αυτό σημαίνει ότι δεν θα υπάρξει υπερχειλίση από τη δεξαμενή ακόμη και σε περίπτωση ακραίου υδρολογικού φαινομένου.

3.0 ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

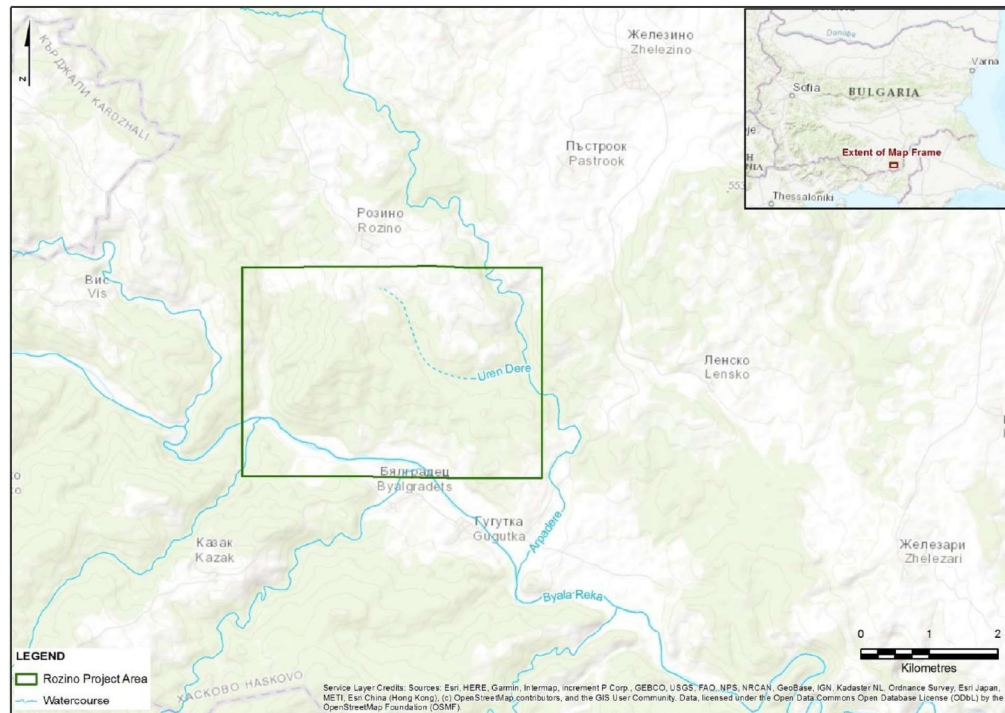
Ο χώρος του έργου βρίσκεται στον δήμο Ivaylovgrad, στην περιοχή Haskovo, στη νότια Βουλγαρία. Ο χώρος βρίσκεται ακριβώς νότια του χωριού Rozino. Ο ποταμός Biala και ο ποταμός Luda και οι παραπόταμοί τους είναι οι κύριες πηγές νερού στην περιοχή, με τον χώρο να βρίσκεται μεταξύ δύο παραποτάμων του ποταμού Biala (Yuren Dere και Agra Dere, βλ. Εικόνα 2). Βρίσκεται στον ποταμό Μπιάλα, μέρος της λεκάνης απορροής του ποταμού Μαρίτσα, παραπόταμου του ποταμού Λούδα. Ο ποταμός Μπιάλα αποστραγγίζει τις οροσειρές Μαγκλάνικ, Ιριντέπε και Σιρτ των Ανατολικών Ροδόπων και έχει συνολική λεκάνη απορροής 594 km². Η εκροή του ποταμού στο χωριό Ντολούντο Λούκοβο είναι περίπου

7,53 m³/s και τροφοδοτείται κυρίως από βροχοπτώσεις. Πολλά από τα επιφανειακά υδατικά συστήματα είναι εφήμερα και δεν έχουν ροή κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου (ξηρά ρέματα).

3.1 Περιγραφή του εδάφους

Η περιοχή βρίσκεται σε μια περιοχή με χαμηλά βουνά και επίπεδους λόφους, που διακόπτονται από απότομες κοιλάδες, με μέσο υψόμετρο 320 μ. Η περιοχή του έργου οριοθετείται νότια από τους απότομους βράχους Tashlaka, που συνορεύουν με μια κοιλάδα ποταμού.

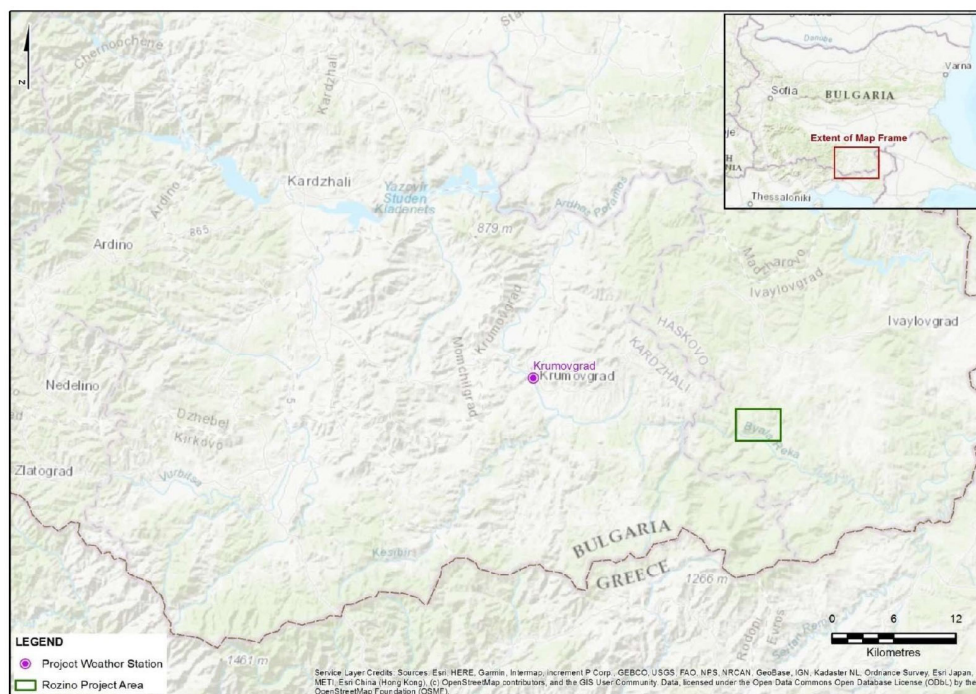
Κοντά στην περιοχή υπάρχουν πολλά μικρά χωριά και αγροκτήματα, με κύριες δραστηριότητες τη γεωργία και την κτηνοτροφία, κυρίως την εκτροφή ζώων και την καλλιέργεια καπνού. Η Κρατική Δασική Επιχείρηση έχει επίσης οικονομική σημασία. Τα δάση είναι κυρίως πλατύφυλλα, αλλά υπάρχουν και περιοχές με κωνοφόρα δάση. Τα εδάφη είναι ανεπαρκώς αναπτυγμένα και είναι κυρίως ελαφρώς διαβρωμένα, σκούρα καφέ δασικά εδάφη.



Σχήμα 2: Θέση του χώρου του έργου και επιφανειακά υδατικά συστήματα στην περιοχή

3.2 Αξιολόγηση του κλίματος

Η περιοχή βρίσκεται σε μια περιοχή με ηπειρωτικό μεσογειακό κλίμα. Συνήθως έχει ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και θερμούς χειμώνες. Τα κλιματικά δεδομένα προέρχονται από τον Κλιματολογικό Σταθμό Krumovgrad, ο οποίος κρίθηκε ως η καταλληλότερη πηγή με βάση προηγούμενη αξιολόγηση των δεδομένων αυτών σε σύγκριση με άλλους περιφερειακούς σταθμούς.



Σχήμα 3: Θέση του μετεωρολογικού σταθμού Krumovgrad σε σχέση με την τοποθεσία

3.3 Θερμοκρασία

Τα δεδομένα θερμοκρασίας που καταγράφηκαν στον μετεωρολογικό σταθμό του Krumovgrad μεταξύ Νοεμβρίου 2014 και Οκτωβρίου 2019 παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Οι τιμές που παρουσιάζονται είναι οι ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές των δεδομένων για τη μέση ημερήσια θερμοκρασία για την καθορισμένη περίοδο. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 13,2οC. Οι θερμοκρασίες ήταν υψηλότερες από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο και χαμηλότερες από τον Δεκέμβριο έως τον Φεβρουάριο. Ο Ιανουάριος είναι ο πιο κρύος μήνας με μέση ημερήσια θερμοκρασία 1,9 °C, ενώ ο Αύγουστος είναι ο πιο ζεστός μήνας με μέση ημερήσια θερμοκρασία 23,9 °C. Η υψηλότερη ημερήσια θερμοκρασία που καταγράφηκε είναι 29,5οC (15 Ιουλίου 2016) και η χαμηλότερη είναι -10,1οC (1 Σεπτεμβρίου 2017).

Πίνακας 1: Θερμοκρασία στο Κρούμοβγκραντ HMS (Νοέμβριος 2014 έως Οκτώβριος 2019)

Θερμοκρασία (°C)	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ	Έτος
Ελάχιστη ημερήσια	-10,1	-5,5	-	4,7	10,9	15,8	16,5	18,2	10,6	3,6	-2,3	-5,4	-10,1
Μέσος όρος ημερησίως	1,9	5,4	8,5	12,8	17	21,1	23,3	23,9	19,3	12,8	8,4	3,7	13,2
Μέγιστο ημερήσιο	12,5	14,3	14,8	21	22	29,1	29,5	28,3	27,3	19,8	19	16,5	29,5

3.4 Βροχόπτωση

Οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες ποσότητες βροχόπτωσης για τον σταθμό Krumovgrad από το 1974 έως το 2019 παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Η μέση ετήσια βροχόπτωση υπολογίζεται σε 745 mm. Ο πιο βροχερός μήνας είναι ο Δεκέμβριος, με μέση μηνιαία βροχόπτωση 92,7 mm. Ο πιο ξηρός μήνας είναι ο Αύγουστος, με μέση μηνιαία συνολική βροχόπτωση 26,7 mm.

Πίνακας 2: Μέσες ετήσιες ποσότητες βροχόπτωσης ανά μήνα για το HMS Krumovgrad

Στατιστικά	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ	Έτος
Βροχόπτωση (mm)	74,4	76,5	70,1	61,2	59,5	52,6	40,8	26,7	43,8	64,4	82	92,7	745

Ο πίνακας 3 δείχνει τη μέση μηνιαία και ετήσια χιονόπτωση για τον σταθμό Krumovgrad. Ωστόσο, τα βάθη είναι διαθέσιμα μόνο για την τελευταία πενταετία (Νοέμβριος 2014 - Δεκέμβριος 2019). Οι χιονοπτώσεις καταγράφονται ως συσσωρευμένες από τον Νοέμβριο έως τον Μάρτιο, με μέγιστο βάθος 69,0 cm τον Ιανουάριο του 2017. Ο Ιανουάριος έχει τη μεγαλύτερη μέση χιονόπτωση με βάθος 5,1 cm. Η μέση ετήσια χιονόπτωση είναι 7,4 cm.

Πίνακας 3: Μέσο μηνιαίο βάθος χιονιού για το HMS Krumovgrad

Στατιστικά	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ	Έτος
Μέσος όρος (cm)	5,1	0,9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	7,4
Μέγιστο (cm)	69	31	39,0	0	0	0	0	0,0	0	0	2	11	152,0

Δεδομένου ότι η χιονόπτωση είναι σχετικά χαμηλή στην περιοχή αυτή, η επίδραση της τήξης του χιονιού στην απορροή δεν λαμβάνεται υπόψη στη διαχείριση των υδάτων και στην υδατική ισορροπία.

3.4.1 Προβλεπόμενες ποσότητες βροχόπτωσης

Τα δεδομένα σχετικά με τη μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση συλλέχθηκαν από τα αρχεία 46 ετών του Krumovgrad (1974-2019). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της συχνότητας της μέγιστης ετήσιας χρονοσειράς για την εκτίμηση του βάθους της βροχόπτωσης για μια σειρά περιόδων επαναφοράς. Στο σύνολο των δεδομένων εφαρμόστηκε λογαριθμική κανονική κατανομή πιθανότητας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως εξής:

Πίνακας 4: Προβλεπόμενες ποσότητες νερού για βροχόπτωση 24 ωρών (ένταση και βάθος)

Περίοδος εμπιστοσύνης	Βάθος, (mm)	Ένταση, (mm/h)
10.000	195	8
1.000	160,4	6,7
500	150,0	6,3
200	136,3	5,7
100	125,9	5,2
50	115,4	4,8
25	104,9	4,4
20	101,4	4,2
10	90,3	3,8
5	78,6	3
2	60,1	2,5

3.4.2 βροχόμετρο

Λόγω της έλλειψης δεδομένων σχετικά με τις βροχοπτώσεις εντός μιας ημέρας, τα ετήσια μέγιστα ημερήσια ύψη βροχής που προέκυψαν (Πίνακας 4) υπόκεινται σε κατάλληλη κλιμάκωση για την εκτίμηση των βροχοπτώσεων εντός μιας ημέρας. Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν διάφορες μέθοδοι, μεταξύ των οποίων αυτές των Bell (1969), Wild (1982) και Herschfield (1961), οι οποίες περιγράφονται στο Adamson και Chong (1992).

Η μέθοδος Herschfield είναι η πιο κατάλληλη. Η μέθοδος αναπτύχθηκε για ακραία φαινόμενα βροχόπτωσης στις Ηνωμένες Πολιτείες, αλλά δεδομένου ότι αντανακλά ένα ευρύ φάσμα κλιμάτων, από τροπικά έως ξηρά, είναι εφαρμόσιμη σε πολλά άλλα μέρη του κόσμου. Λόγω των υψηλών ρυθμών εξάτμισης (βλ. επόμενη ενότητα) σε σύγκριση με τη διαθέσιμη βροχόπτωση, η περιοχή κατατάσσεται ως ημι-άνυδρη. Αυτή η υπόθεση επέτρεψε την επιλογή κατάλληλων συντελεστών κλιμάκωσης για τον υπολογισμό της ημερήσιας βροχόπτωσης. Οι επιλεγμένοι συντελεστές παρουσιάζονται στον Πίνακα 5:

Πίνακας 5: Συντελεστές υποβιβασμού κλίμακας για 1 έως 24 ώρες

Διάρκεια καταιγίδας (ώρες)	Συντελεστής κλιμάκωσης
1	0,5
2	0,70
3	0,80
6	0,90
12	1,00
24	1,00

Για τις τιμές της ωριαίας βροχόπτωσης, οι τιμές της ωριαίας βροχόπτωσης που λαμβάνονται πολλαπλασιάζονται με τους συνιστώμενους συντελεστές υποβιβασμού κλίμακας από τον Hershfield (1961), οι οποίοι παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6: Συντελεστές υποβιβασμού κλίμακας για 1 έως 24 ώρες

Διάρκεια καταιγίδας (λεπτά)	Συντελεστής κλίμακας
5	0,29
1	0,45
15	0,57
30	0,79
60	1,00

Ο Πίνακας 7 και ο Πίνακας 8 παρουσιάζουν τα δεδομένα βάθους-διάρκειας-συχνότητας (DDF) και έντασης-διάρκειας-συχνότητας (IDF) που δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας τις παραπάνω μεθόδους, αντίστοιχα.

Πίνακας 7: Βάθος-Διάρκεια-Συχνότητα

Περίοδος επανάληψης	Διάρκεια βροχόπτωσης (ώρες). Βάθος σε [mm]									
	0,083	0,167	0,25	0	1	2	3	6	12	24
5	13,2	20,5	26	36	45,6	55,0	62,9	70,7	78,6	78,6
10	15,2	23,6	29,9	41,4	52,4	63,2	72,3	81,3	90,3	90,3
20	17,1	26,5	33,5	46,5	58,8	71,0	81,1	91,3	101,4	101,4
50	19,4	30,1	38,2	52,9	67,0	80,8	92,4	103,9	115,4	115,4
100	21,2	32,9	41,6	57,7	73	88,1	100,7	113,3	125,9	125,9
200	22,9	35,6	45	62,4	79	95,4	109,0	122,6	136,3	136,3
500	25,2	39,1	49,6	68,7	87	105,0	120,0	135,0	150,0	150

Πίνακας 8: Ένταση-διάρκεια-συχνότητα

Περίοδος επανάληψης	Διάρκεια βροχόπτωσης (ώρες). Ένταση σε [mm/hr]									
	0	0,16	0,25	0	1	2	3	6	12	24
5	158,6	123,0	103,9	72,0	45,6	27,5	21	11,8	6,5	3,3
10	182,4	141,5	119,5	82,8	52,4	31,6	24,1	13,6	7,5	3,8
20	204,7	158,8	134,1	92,9	58,8	35,5	27,0	15,2	8,4	4,2
50	233,0	180,8	152,7	105,8	67	40,4	30,8	17,3	9,6	4,8
100	254,1	197,1	166,5	115,4	73	44,1	33,6	18,9	10,5	5,2
200	275,0	213,4	180,2	124,9	79	47,7	36,3	20,4	11,4	5,7
500	302,7	234,9	198,3	137,4	87	52,5	40,0	22,5	12,5	6

3.5 Εξάτμιση

Η πιθανή εξάτμιση στο σταθμό Krumovgrad για την περίοδο των διαθέσιμων δεδομένων θερμοκρασίας (Νοέμβριος 2014 έως Οκτώβριος 2019) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Thornthwaite (Thornthwaite, 1948). Η μέση μηνιαία και ετήσια εξάτμιση παρουσιάζεται στον Πίνακα 9 Πίνακας 10. Η μέση ετήσια εξάτμιση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου είναι περίπου 760 mm. Τα ποσοστά εξάτμισης είναι υψηλότερα από τον Μάιο έως τον Αύγουστο (με πάνω από 100 mm εξάτμισης κάθε μήνα) και χαμηλότερα από τον Δεκέμβριο έως τον Φεβρουάριο.

Πίνακας 9: Μέση μηνιαία δυνητική εξάτμιση

Στατιστικά	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ	Έτος
Μέσος όρος (mm)	7,5	14,6	28	54,2	89,7	121,7	142,1	136,3	88,7	45,5	22,8	9,3	761,4

Υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τέσσερα πλήρη έτη για την εκτίμηση της δυνητικής εξάτμισης, όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 10: Ετήσια δυνητική εξάτμιση στο HMS Krumovgrad (2015–2018)

Στατιστικά	2015	2016	2017	2
Ετήσια εξάτμιση (mm)	751,7	779,1	745,8	758,9

3.6 Υγρασία

Ο μέσος μηνιαίος και ετήσιος υγρασία για το HMS Krumovgrad από τον Νοέμβριο του 2014 έως τον Δεκέμβριο του 2019 παρουσιάζεται στον Πίνακα 11. Η μέση ετήσια υγρασία είναι 68,2%, κυμαινόμενη από μέσες μηνιαίες τιμές 74,9% τον Νοέμβριο έως 58,2% τον Αύγουστο.

Πίνακας 11: Μέση μηνιαία υγρασία

Στατιστικά	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ	Έτος
Μέσος όρος (%)	74,4	71,5	69,6	63,7	69	67,7	62,6	58	63,4	70,8	74,9	72,8	68,2

3.7 Άνεμος

Τα στοιχεία για τη μέση μηνιαία και ετήσια ταχύτητα του ανέμου για το HMS Krumovgrad (1936-1983) παρουσιάζονται ως εξής (Πίνακας 12):

Πίνακας 12: Μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου

Στατιστικά	Ιαν	Φεβ	Μάρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ	Έτος
Μέσος όρος (m/s)	2,1	2,2	2	2	1,7	1,5	1,9	1,7	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8

4.0 ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΦΕΣΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

4.1 Στρατηγική διαχείρισης υδάτων

Η Goldar έχει αναπτύξει μια προκαταρκτική στρατηγική διαχείρισης των επιφανειακών υδάτων για το Έργο, με βάση τα στοιχεία που παρέχονται από τον Πελάτη και τα αποτελέσματα των προηγούμενων σταδίων σχεδιασμού του έργου. Ο Πελάτης παρείχε σχέδια ανάπτυξης του ορυχείου για τα έτη 1 έως 7. Το τρέχον σχέδιο διαχείρισης των υδάτων καλύπτει την περίοδο από το 3ο έως το 7ο έτος, καθώς οι εγκαταστάσεις επιφανειακών υδάτων στην αρχή του 3ου έτους θα αντιπροσωπεύουν την τελική διαμόρφωση της υποδομής. Η διαχείριση των επιφανειακών υδάτων κατά τη διάρκεια των ετών 1 έως 2 (περίοδος κατασκευής των εγκαταστάσεων) θα πραγματοποιηθεί με ένα συνδυασμό μόνιμων και προσωρινών ανοιχτών καναλιών, τα οποία θα εξεταστούν σε μεταγενέστερο στάδιο του σχεδιασμού.

Οι βασικές αρχές της στρατηγικής/του σχεδίου διαχείρισης των επιφανειακών υδάτων είναι οι εξής:

- Ανάπτυξη ενός συστήματος για τη συλλογή νερού χωρίς επαφή από τις γύρω πλαγιές και ελεγχόμενη απομάκρυνσή του απομάκρυνση για αποθήκευση και επιστροφή στην κυκλοφορία στην δεξαμενή για αποθήκευση γλυκού νερού (RWD)

- Συλλογή των απορροών επαφής με το νερό από την πλατφόρμα μεταλλεύματος και το ανοιχτό ορυχείο και η απόρριψή τους τη δεξαμενή καθίζησης λίμνη στη την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων (TMF) ή τη λίμνη για αποθήκευση του νερού επαφής (CWD), αποφεύγοντας την απόρριψη του νερού επαφής στο περιβάλλον.

- Προστασία των μη επενδεδυμένων καναλιών από τη διάβρωση μέσω κατάλληλου υδραυλικού σχεδιασμού, περιορίζοντας τις ταχύτητες ροής στα μέγιστα επιτρεπόμενα επίπεδα.

- Παροχή υπερχειλιστών σε εγκαταστάσεις νερού χωρίς επαφή, διαστασιολογημένων για το μέγιστο θεωρητικό φαινόμενο βροχόπτωσης, προκειμένου να αποτραπεί η ανεξέλεγκτη υπερχειλίση μέσω του σώματος του τοίχου.

- Διασφάλιση του απαραίτητου ελεύθερου όγκου στις δεξαμενές νερού επαφής, έτσι ώστε, κατά τη σχετική κανονιστική διασφάλιση του φαινομένου βροχόπτωσης, το επίπεδο της αναγκαστικής είναι χαμηλότερο από το επίπεδο υπερχειλίσης της αντίστοιχης εγκατάστασης επαφής με το νερό (TMF και CWD).

- Διασφάλιση στρατηγικής για το κλείσιμο των τριών εγκαταστάσεων αποθήκευσης νερού (TMF, CWD και RWD) μετά την παύση λειτουργίας του ορυχείου.

Η προτεινόμενη στρατηγική διαχείρισης των υδάτων παρουσιάζεται στα σχέδια του Παραρτήματος Α.

Για τη διαχείριση της απορροής από τις περιοχές πάνω από τις εγκαταστάσεις, έχουν κατασκευαστεί δύο κανάλια: ένα βόρειο κανάλι εκτροπής κατά μήκος της βορειοανατολικής πλευράς και ένα νότιο κανάλι εκτροπής νότια της εγκατάστασης.

το εργοτάξιο, το οποίο θα αποβάλλει το συλλεγόμενο νερό στο RWD και στο CWD αντίστοιχα. Άλλες τοπικές λύσεις αποστράγγισης θα εξεταστούν κατά τη διάρκεια της επόμενης φάσης του έργου.

Επιπλέον, οι διαστασιολογήσεις των υπερχειλιστών έκτακτης ανάγκης για τη φάση λειτουργίας και των υπερχειλιστών για τη φάση κλεισίματος έχουν γίνει για τις τρεις εγκαταστάσεις αποθήκευσης νερού (TMF, CWD και RWD). Πρέπει να σημειωθεί ότι η υπολογισμένη ποσότητα νερού που χρησιμοποιήθηκε για αυτή τη διαστασιολόγηση είναι πάνω από το πρότυπο και βασίζεται στη θεωρητική μέγιστη δυνατή βροχόπτωση (PMP) για την τοποθεσία. Ο ρυθμός βροχόπτωσης 24 ωρών (PMP) των 506,2 mm είναι περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερος από τον ρυθμό βροχόπτωσης 24 ωρών με πιθανότητα 1 στις 10.000 χρόνια (195,8 mm).

4.2 Πεδίο εφαρμογής του έργου

Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των επιφανειακών υδάτων αναπτύχθηκε από την GOLDER, ενώ ο συνολικός σχεδιασμός εκπονήθηκε σε συνεργασία με άλλους συμβούλους. Συγκεκριμένα, το WRD, η τοποθεσία του εργοστασίου και οι σχετικές οδοί πρόσβασης αναπτύχθηκαν από άλλους. Η GOLDER έλαβε το σχέδιο για αυτές τις περιοχές στις αρχές Αυγούστου 2020 και το έλαβε υπόψη κατά την ανάπτυξη της διαχείρισης των υδάτων.

Δεν έχουν αναπτυχθεί τοπικές λύσεις αποστράγγισης για αυτές τις περιοχές, αλλά η ροή των υδάτων από αυτές έχει ληφθεί υπόψη στο πλαίσιο της συνολικής στρατηγικής/σχεδίου διαχείρισης των υδάτων.

4.3 Κριτήρια σχεδιασμού

Τα κριτήρια σχεδιασμού που σχετίζονται με τα στοιχεία διαχείρισης των επιφανειακών υδάτων συνοψίζονται στον Πίνακα 13:

Πίνακας 13: Κριτήρια σχεδιασμού για τη διαχείριση των επιφανειακών υδάτων

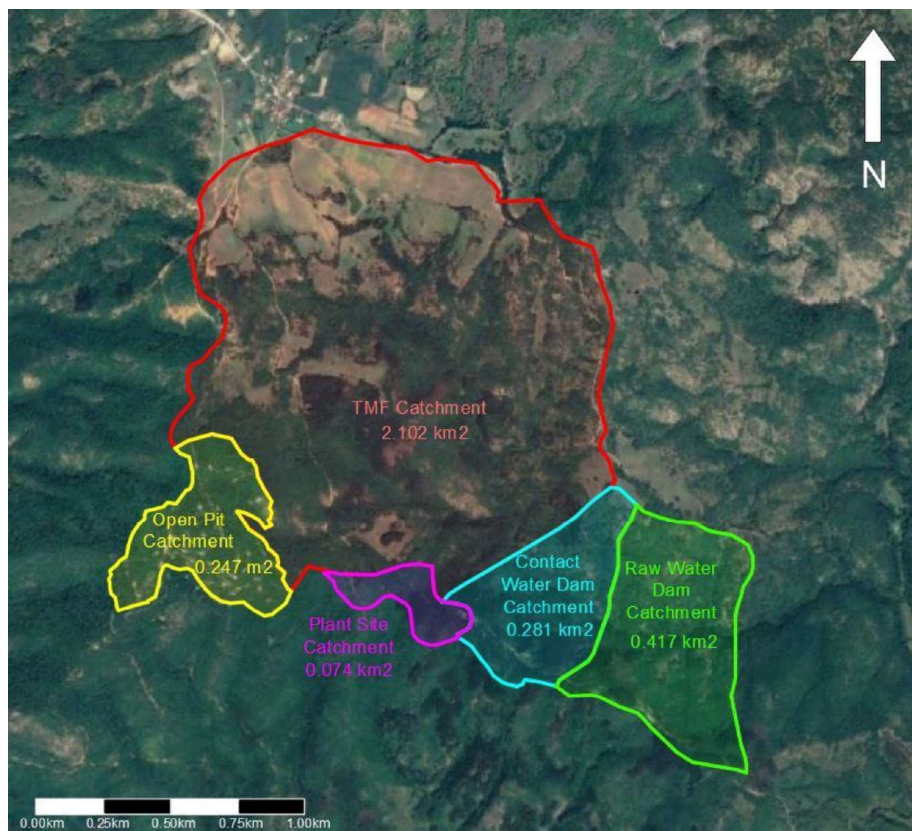
Στοιχεία σχεδιασμού	Συντελεστής κλιμάκωσης
Ανοιχτά κανάλια	Περίοδος λειτουργίας: 1 σε 100 χρόνια ^(1,3) ή μέση ετήσια απορροή ^(2,3) χωρίς υπερχειλίση. Περίοδος κλεισίματος: Μέγιστη βροχόπτωση 24 ωρών (PMF) χωρίς υπερχειλίση.
Έλεγχος διάβρωσης	Παροχή διασκορπιστών ενέργειας σε επιλεγμένες τοποθεσίες για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου διάβρωσης σε εισόδους φρέσκου νερού και νερού επαφής, CWD και RWD.
Δεξαμενές νερού επαφής και μη επαφής	Οι κατασκευές έκτακτης ανάγκης για την εκροή υπερχειλισμού έχουν σχεδιαστεί ώστε να αντέχουν σε συνεχή βροχόπτωση 24 ωρών (PMF), διατηρώντας παράλληλα ένα ελεύθερο ύψος μεταξύ της στάθμης του νερού και του ύψους της κορυφής του φράγματος. Η αρχική στάθμη του νερού λαμβάνεται ως η μέγιστη στάθμη λειτουργίας του νερού στην αντίστοιχη δεξαμενή.

Σημειώσεις: (1) Νότιο κανάλι εκτροπής, (2) Βόρειο κανάλι εκτροπής, (3) Πρόσθετα στοιχεία.

4.4 Υδροτεχνικοί υπολογισμοί

4.4.1 Χαρακτηριστικά των επιμέρους λεκανών απορροής

Η περιοχή του έργου αναλύθηκε και οι επιμέρους λεκάνες απορροής για κάθε εγκατάσταση οριοθετήθηκαν με βάση τα διαθέσιμα τοπογραφικά δεδομένα. Τα τοπογραφικά δεδομένα με διαστήματα ισούψων καμπυλών 2 m παρέχονται από τον Πελάτη και καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής. Μόνο το 0,2% της περιοχής δεν καλύπτεται. Ως εκ τούτου, ήταν απαραίτητο να επιβεβαιωθεί το βόρειο όριο της λεκάνης απορροής του έργου σε σχέση με τις δορυφορικές εικόνες (το οποίο εκτιμάται σε περίπου 0,007 km²).



Σχήμα 4: Περιοχές απορροής μέχρι το τέλος του έτους 2

Από την έναρξη των κατασκευαστικών εργασιών στο ορυχείο μέχρι το τέλος του έτους 2, πραγματοποιούνται κατασκευαστικές εργασίες για την κατασκευή των τοιχωμάτων της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων. Δεν υπάρχει παραγωγική δραστηριότητα και τα ύδατα ταξινομούνται ως ύδατα κατασκευής. Τα επιφανειακά ύδατα θα διαχειρίζονται μέσω μόνιμων και προσωρινών ανοιχτών καναλιών. Οι λεκάνες απορροής φαίνονται στο Σχήμα 4.

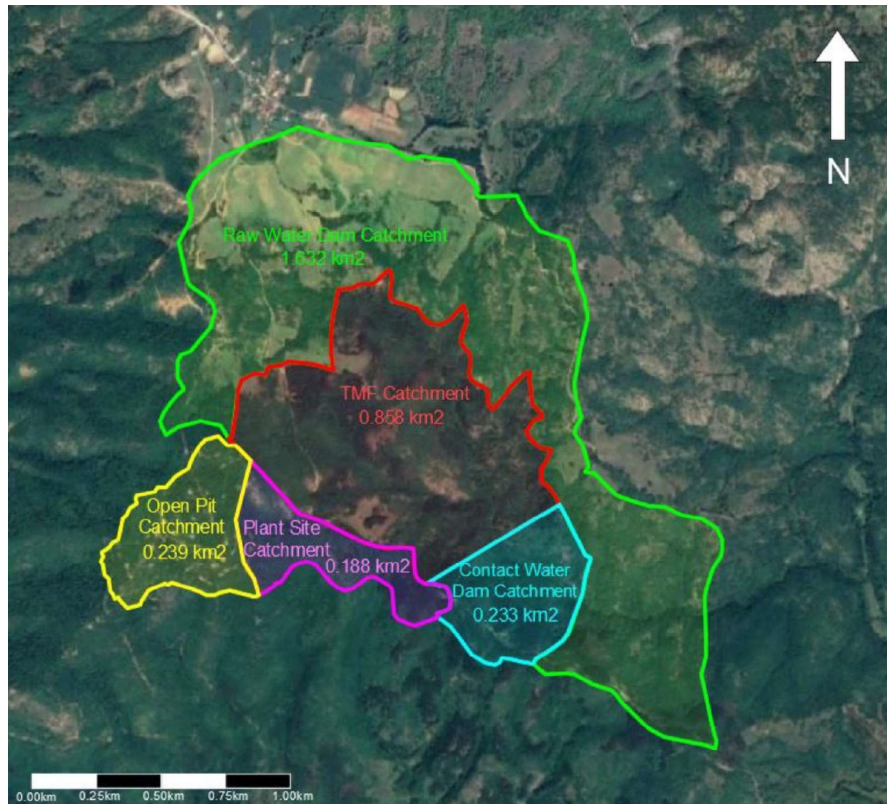
Κατά τη διάρκεια της περιόδου κατασκευής, θα κατασκευαστούν προσωρινές δεξαμενές καθίζησης κατά μήκος της κοίτης του ποταμού για τη συλλογή των στερεών απορροών και την απόρριψη του καθαρισμένου νερού στην κοιλάδα Yuren Dere.

Από την αρχή του έτους 3 και μετά, το Βόρειο Κανάλι Εκτροπής θα αρχίσει να λειτουργεί στο βορειοανατολικό άκρο της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων, εκτεινόμενο στην περιοχή RWD βόρεια του χώρου. Αυτή η διαμόρφωση θα παραμείνει αμετάβλητη μέχρι το τέλος των εργασιών πριν από το κλείσιμο.

Οι λεκάνες απορροής που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας του ορυχείου φαίνονται στο Σχήμα 5, ενώ τα χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής παρατίθενται στον Πίνακα 14:

Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής κατά τη φάση λειτουργίας

Λεκάνη απορροής	Περιοχή (km ²)	Μήκος υδατορέματος (m)	Μέση κλίση του εδάφους, (%)	Χρόνος απορροής, (λεπτά)
TMF, λίμνη αποβλήτων	0,858	91	26,69	12,09
Δεξαμενή CWD για νερό επαφής	0,233	374	24,52	7,03
Δεξαμενή γλυκού νερού CWD	1,632	3482	22,67	48,27
Εγκατάσταση εμπλουτισμού FP	0,118	899	19,75	14,89
ΟΡ, ανοιχτό ορυχείο	0,23	δεν ισχύει	δεν ισχύει	δεν ισχύει



Σχήμα 5: Λεκάνη απορροής κατά τη διάρκεια της λειτουργίας

4.4.2 Μέγιστες ποσότητες νερού ανά λεκάνη απορροής

Το λογισμικό (HEC-HMS) του Σώματος Μηχανικών του Στρατού χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη υδρογραφικών διαγραμμάτων σχεδιασμού με περίοδο επαναφοράς 1 στα 100 έτη. Στο μοντέλο υπολογισμού χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες μέθοδοι: «Μέθοδος απώλειας αριθμού καμπύλης SCS» και «Μέθοδος μετασχηματισμού υδρογραφικού διαγράμματος μονάδας SCS».

Η μέθοδος απώλειας αριθμού καμπύλης SCS χρησιμοποιεί τυποποιημένες καμπύλες για τον προσδιορισμό των απωλειών νερού στο έδαφος (διήθηση, με βάση τις συνθήκες του εδάφους και την κάλυψη της λεκάνης απορροής). Οι αριθμοί καμπύλης προσδιορίζονται για κάθε λεκάνη απορροής. Έχει υπολογιστεί ότι το έδαφος εντός του χώρου έχει υδραυλική αγωγιμότητα στην περιοχή

$1,52 \times 10^{-6}$ έως $1,38 \times 10^{-7}$ m/s. Ως εκ τούτου, το έδαφος ταξινομείται ως υδρολογική ομάδα εδάφους D (USDA 2007a), εδάφη με πολύ χαμηλούς ρυθμούς διήθησης. Τα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής προσδιορίζονται ανάλογα με τη χρήση της και, στη συνέχεια, λαμβάνεται ένας σταθμισμένος μέσος συντελεστής για κάθε μεμονωμένη λεκάνη απορροής. Οι σταθμισμένες μέσες τιμές που λαμβάνονται κυμαίνονται από 79,0 έως 87,7. Η μέθοδος μετασχηματισμού SCS Unit Hydrograph χρησιμοποιεί ένα εμπειρικό μοντέλο για να μετασχηματίσει τα φαινόμενα βροχόπτωσης σε απορροή για το αντίστοιχο τμήμα.

Εκτός από τους αριθμούς καμπύλης, τα υδρολογικά μοντέλα απαιτούν και άλλες παραμέτρους εισόδου. Ο πλήρης κατάλογος των δεδομένων εισόδου του μοντέλου που απαιτούνται για κάθε λεκάνη απορροής παρουσιάζεται παρακάτω:

- Χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής:
 - Περιοχή λεκάνης απορροής
 - Αριθμός καμπύλης
 - Ποσοστό αδιαπερατότητας

- Χρόνος καθυστέρησης (ο χρόνος μεταξύ της μέγιστης βροχόπτωσης και της μέγιστης απορροής για ένα δεδομένο τμήμα. Για την παρούσα ανάλυση, έχει υιοθετηθεί συντελεστής 0,60 του χρόνου απορροής)
- Μετεωρολογικά δεδομένα:
 - Δεδομένα βροχόπτωσης που υποθέτονται για διάρκεια καταιγίδας 1 ώρας (τιμές που εισήχθησαν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο «Frequency Storm» στο HEC-HMS)

Ο πίνακας 15 παρακάτω παρουσιάζει τα αποτελέσματα των υπολογισμών του μοντέλου HEC-HMS για τις λεκάνες απορροής κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας:

Πίνακας 15: Ποσοότητες νερού σχεδιασμού για ένα συμβάν 100 ετών

Λεκάνη απορροής	Προδιαγραφόμενη ποσότητα νερού, (m^3 / s)
Λίμνη αποβλήτων TMF	24
Δεξαμενή επαφής νερού, CWD	6
Δεξαμενή γλυκού νερού, RWD	15
Εγκατάσταση εμπλουτισμού, FP	4,3

4.4.3

Η πιθανή μέγιστη πλημμύρα (PMF) έχει αξιολογηθεί ώστε να συμβάλει στο σχεδιασμό της υποδομής επιφανειακών υδάτων, συμπεριλαμβανομένων των υπερχειλιστών έκτακτης ανάγκης για την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων, τόσο των δεξαμενών CWD όσο και RWD κατά τη λειτουργία και κατά το κλείσιμο του χώρου. Οι υπερχειλίστη έκτακτης ανάγκης (δηλ. υπερχειλίστη σωλήνων HDPE) για τη δεξαμενή αποβλήτων, και τα φράγματα CWD και RWD κατά τη λειτουργία, καθώς και οι υπερχειλίστη για την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων και το RWD κατά το κλείσιμο έχουν σχεδιαστεί ώστε να διατηρούν ελεύθερο ύψος περίπου 1,0 m πάνω από το επίπεδο του νερού για κάθε εγκατάσταση σε περίπτωση PMF (πιθανής μέγιστης πλημμύρας).

Το PMF είναι η πλημμύρα που σχετίζεται με τη θεωρητική μέγιστη βροχόπτωση (PMP), η οποία ορίζεται ως η θεωρητικά μεγαλύτερη βροχόπτωση για μια δεδομένη διάρκεια που είναι φυσικά δυνατή σε μια δεδομένη περιοχή σε μια δεδομένη τοποθεσία σε μια δεδομένη εποχή του έτους, σύμφωνα με τις τρέχουσες μετεωρολογικές συνθήκες (WMO 2009). Η PMP υπολογίζεται από τα ημερήσια στοιχεία βροχόπτωσης στο Krumovgrad χρησιμοποιώντας μια στατιστική διαδικασία που περιγράφεται από τον WMO (2009), η οποία δίνει ένα ύψος βροχόπτωσης 24 ωρών 506,2 mm.

Αυτή η θεωρητική καταιγίδα (PMP) εισήχθη στο HEC-HMS για να μοντελοποιηθεί η εκροή από τη δεξαμενή αποβλήτων (η εγκατάσταση που βρίσκεται πιο ανάντη) χρησιμοποιώντας μια κατανομή καταιγίδας τύπου II SCS που εφαρμόστηκε στην 24ωρη PMP (Chow 1988). Η κατανομή τύπου II έχει τέσσερις σωρευτικές καμπύλες βροχόπτωσης με την πιο απότομη κλίση κατανομής, επιτρέποντας την αρχική διαβροχή των λεκανών απορροής πριν από την περίοδο πολύ έντονης βροχόπτωσης. Η χρήση αυτής της μεθόδου αναμένεται να οδηγήσει σε εκτιμήσεις της έντασης της βροχόπτωσης για την «χειρότερη περίπτωση».

Η εκροή από τη δεξαμενή αποβλήτων κατευθύνθηκε προς τον έκτακτο υπερχειλιστή (λεκάνη απορροής $2,03 \text{ km}^2$), και η δομή της εξόδου (δηλ. αποχέτευση σωλήνα HDPE) διαστασιολογήθηκε ώστε να επιτευχθεί το απαιτούμενο ελεύθερο ύψος μεταξύ της επιπέδου του νερού και του ύψους του τοιχώματος της κορυφής. Κατά τη διάρκεια του συμβάντος PMF για το Έτος 7, επιτεύχθηκε μέγιστη μέγιστη ροή $0,46 \text{ m}^3/\text{s}$ από τη δεξαμενή αποβλήτων. Το ίδιο μέγεθος και κλίση του σωλήνα HDPE υιοθετήθηκε για τις δεξαμενές CWD και RWD, οι οποίες θεωρείται ότι πρέπει να μεταφέρουν παρόμοια ροή προς τα κατάντη. Μια πιο λεπτομερής ανάλυση αυτών των εγκαταστάσεων θα πραγματοποιηθεί στο επόμενο στάδιο σχεδιασμού.

Μια παρόμοια προσέγγιση έχει υιοθετηθεί για τον προσδιορισμό του μεγέθους του υπερχειλιστή της δεξαμενής αποβλήτων κατά τη διάρκεια του κλεισίματος και της αποκατάστασης. Η πρόβλεψη της θεωρητικής μέγιστης βροχόπτωσης (PMP) εισάγεται στο HEC-HMS και η απορροή κατευθύνεται προς τον υπερχειλιστή, ο οποίος για την περίοδο κλεισίματος είναι ένα ανοιχτό τραπεζοειδές κανάλι σχεδιασμένο για χωρητικότητα ροής $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Προς το παρόν, οι διαστάσεις των υπερχειλιστών των δεξαμενών γλυκού νερού και νερού επαφής δεν έχουν καθοριστεί λεπτομερώς.

Οστόσο, θεωρείται ότι η χωρητικότητα αυτών των εγκαταστάσεων είναι αρκετά μεγάλη ώστε να μετριάξει την εισροή από πλημμύρες κατά τη διάρκεια της PMF, διατηρώντας παράλληλα το επιθυμητό επίπεδο νερού.

Η εισροή από τη δεξαμενή αποβλήτων κατά το κλείσιμο θα συλλέγεται από ένα ανοιχτό κανάλι και θα εκρέει κατάντη προς το Yugen Dere. Έχει γίνει αποδεκτή μια μέγιστη ροή $8,4 \text{ m}^3/\text{s}$, λαμβάνοντας υπόψη την πρόσθετη εισροή νερού από την λεκάνη απορροής κατάντη του TMF (πρόσθετη λεκάνη απορροής $0,15 \text{ km}^2$). Επομένως, το κανάλι θα μεταφέρει τη μέγιστη ροή των $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$ από τη δεξαμενή αποβλήτων συν μια επιπλέον μέγιστη εισροή περίπου $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Υποτίθεται ότι οι μέγιστοι όγκοι υπερχείλισης από τα φράγματα CWD και RWD κατά τη διάρκεια του PMF στη φάση κλεισίματος θα θεωρηθούν ως νερό χωρίς επαφή (νερό από ανακτημένη γη) και θα απορρίπτονται απευθείας στο Yugen Dere χωρίς να συλλέγονται από το ανοιχτό κανάλι.

4.5

4.5.1 Γενική διάταξη του

Το βόρειο κανάλι εκροής ξεκινά από το βόρειο άκρο της δεξαμενής αποβλήτων. Τρέχει κατά μήκος της ανατολικής άκρης της δεξαμενής αποβλήτων και κατά μήκος του CWD προς το RWD, όπου το νερό που μεταφέρεται στο κανάλι εκρέει μέσω υπερχείλισης στη λίμνη γλυκού νερού.

Το άνω βόρειο τμήμα του καναλιού θα αποτελείται από ένα τραπεζοειδές κανάλι χωρίς επένδυση. Τρία οπλισμένα σκυροδέματα για τον έλεγχο της ροής θα τοποθετηθούν κατά μήκος αυτού του αρχικού τμήματος. Θα σχεδιαστούν έτσι ώστε να εκτρέπουν τις ροές προς την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων, ώστε το βόρειο κανάλι εκτροπής να μην υπερχείλιζε κατά τη διάρκεια πλημμυρών που υπερβαίνουν τη χωρητικότητά του (δηλαδή, το νερό θα αποβάλλεται με ελεγχόμενο τρόπο προς την TMF). Το κατάντη τμήμα του καναλιού θα αποτελείται από ένα κλιμακωτό τραπεζοειδές κανάλι επενδεδυμένο με λιθορριπή. Η κλιμάκωση και η επένδυση έχουν ως στόχο τη μείωση των υψηλών ταχυτήτων και του δυναμικού διάβρωσης της ροής που θα προέκυπτε από την κλίση της τοπογραφίας.

Η προκαταρκτική διαστασιολόγηση των καναλιών πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Manning, λαμβάνοντας υπόψη τις κλίσεις σχεδιασμού μεταξύ $0,4\%$ και 2% . Λήφθηκαν υπόψη συντελεστές τραχύτητας $0,040 \text{ (m}^1/3/\text{s)}^{-1}$ και $0,033 \text{ (m}^1/3/\text{s)}^{-1}$ για τα μη επενδεδυμένα και επενδεδυμένα τμήματα του καναλιού, αντίστοιχα (Chow 1959).

Η διατομή του καναλιού θα παραμείνει σταθερή σε όλο το μήκος του, όπως συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 16: Βόρειο κανάλι αποχέτευσης. Γεωμετρία

Εγκατάσταση	Πλάτος πυθμένα καναλιού, (m)	Βάθος καναλιού, (m)	Κλίση των πλαγιών, (H:1V)	N=Διαμήκης κλίση, (m/m)
Βόρειο κανάλι αποστράγγισης	1	1	2	$0,004 \sim 0,020$

Σύμφωνα με τον σχεδιασμό, το κανάλι θα μεταφέρει τη μέση ετήσια ροή χωρίς υπερχείλιση, με μέσες ταχύτητες ροής $0,68 \text{ m/s}$ και $1,39 \text{ m/s}$ για τα τμήματα χωρίς επένδυση και με επένδυση, αντίστοιχα.

Το νερό που μεταφέρεται από το κανάλι θα εκρέει στη δεξαμενή γλυκού νερού (RWD) μέσω σωλήνα HDPE διαμέτρου 500 mm με κλίση περίπου 25% και ταχύτητες ροής που δεν υπερβαίνουν τα 10 m/s . Για την αποφυγή διάβρωσης στην έξοδο του αποχετευτικού δικτύου, θα κατασκευαστεί ένας διασκορπιστής ενέργειας επενδεδυμένος με λιθορριπή.

4.5.2 Εναλλακτικές λύσεις

Θα μπορούσε να εξεταστεί η κατασκευή ενός δεύτερου καναλιού εκτροπής, που θα ξεκινά από το βόρειο άκρο της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων (βλ. σημείο A1, παράρτημα Α) και θα εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής άκρης της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων. Αυτό το κανάλι επιφανειακών υδάτων θα συλλέγει τις απορροές από τις φυσικές λεκάνες απορροής που βρίσκονται ανώτερα και θα αποτρέπει την ανάμιξη των υδάτων που δεν έρχονται σε επαφή με τα ύδατα που έρχονται σε επαφή. Αυτή η λύση θα αυξήσει

ο όγκος του γλυκού νερού που είναι διαθέσιμος για την αναπλήρωση του συστήματος, μειώνοντας τον όγκο του νερού που πρέπει να αντληθεί από το Arda Dere στο RBD. Η εφαρμοσιμότητα αυτού του καναλιού θα διευκρινιστεί στο επόμενο στάδιο του σχεδιασμού.

4.6 Νότιο κανάλι αποστράγγισης

4.6.1 Γενική διάταξη

Το νότιο κανάλι εκτροπής ξεκινά από τη νοτιοανατολική γωνία του ανοιχτού ορυχείου, περνά νότια από την τοποθεσία της μονάδας επίπλευσης και εκβάλλει στη δεξαμενή επαφής νερού (CWD) μέσω ενός τμήματος με απότομη κλίση κατά μήκος του δρόμου πρόσβασης στην εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων.

Το κανάλι αποτελείται από τέσσερα τμήματα, δύο από τα οποία θα είναι χωρίς επένδυση και δύο θα είναι κλιμακωτά και επενδεδυμένα με λιθορριπή. Τα σκαλοπάτια και η επένδυση με λιθορριπή είναι απαραίτητα για τη μείωση της υψηλής ταχύτητας και της διαβρωτικής δύναμης που θα δημιουργούνταν στην απότομη κλίση του δρόμου πρόσβασης.

Η προκαταρκτική διαστασιολόγηση του νότιου αποχετευτικού καναλιού πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Manning, λαμβάνοντας υπόψη ότι το κανάλι έχει κλίση μεταξύ 1,3% και 1,6%. Για τα τμήματα χωρίς επένδυση και με επένδυση χρησιμοποιήθηκαν τιμές τραχύτητας $0,040 \text{ (m}^1/3/\text{s)}^{-1}$ και $0,033 \text{ (m}^1/3/\text{s)}^{-1}$ αντίστοιχα (Chow, 1959).

Η διατομή του καναλιού θα παραμείνει σταθερή σε όλο το μήκος του, όπως συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 17: Βόρειο κανάλι αποχέτευσης. Γεωμετρία

Εγκατάσταση	Πλάτος πυθμένα καναλιού, (m)	Βάθος καναλιού, (m)	Κλίση των πλαγίων, (H:1V)	N=Διαμήκης κλίση, (m/m)
Κανάλι αποστράγγισης νότια	2	1	2	0,013

Σύμφωνα με τον σχεδιασμό, το κανάλι θα μεταφέρει την μέγιστη απορροή από τις αντίστοιχες λεκάνες απορροής για ένα συμβάν 1 σε 100 χρόνια χωρίς υπερχειλίση και με μέσες ταχύτητες ροής 1,73 m/s και 2,10 m/s για τα τμήματα χωρίς επένδυση και με επένδυση, αντίστοιχα.

Στο σημείο όπου το κανάλι διασταυρώνεται με τον δρόμο πρόσβασης από τη μονάδα επίπλευσης, έχει εγκατασταθεί μια οχετή (σωλήνας HDPE) με διάμετρο 1200 mm. Η οχετή έχει διαστάσεις για μέγιστη ροή με πιθανότητα 1 στα 100 χρόνια 4,3 m³/s.

4.6.2 Εναλλακτικές λύσεις

Μπορεί να εξεταστεί η μερική εκτροπή της ροής του νερού προς τη δεξαμενή αποθήκευσης αποβλήτων, εάν το επιτρέπει το υψόμετρο, προκειμένου να μειωθεί με σημαντικό βαθμό βεβαιότητας η μέγιστη ροή στο νότιο κανάλι εκτροπής κατά τη διάρκεια πλημμυρών. Η εκτροπή θα μπορούσε να κατασκευαστεί στη μετάβαση από ένα μη επενδεδυμένο σε ένα επενδεδυμένο προφίλ στο ανατολικό άκρο της εγκατάστασης επίπλευσης (βλ. παράρτημα Α, σημείο B3), σε νοτιοανατολική προς βορειοδυτική κατεύθυνση. Αυτή η πιθανή λύση θα μελετηθεί στην επόμενη φάση του έργου.

Μια άλλη πιθανή εναλλακτική λύση για τη μείωση του φορτίου στις δεξαμενές επαφής σε περίπτωση ισχυρών βροχοπτώσεων είναι η δημιουργία δύο τμημάτων στο κανάλι, ενός για το νερό επαφής και ενός για το νερό χωρίς επαφή. Αυτό θα επιτρέψει τη μείωση του όγκου του νερού που απορρίπτεται από το νότιο κανάλι στις δεξαμενές νερού επαφής.

4.7 Εκτάκτοι υπερχειλιστές

Θα εγκατασταθούν κατασκευές έκτακτης ανάγκης για την αποθήκη αποβλήτων (TMF) και τις δεξαμενές επαφής (CWD) και μη επαφής/γλυκού νερού (RWD) κατά τη διάρκεια της φάσης λειτουργίας του ορυχείου. Όπως αναφέρθηκε

στις προηγούμενες ενότητες, οι εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να διατηρούν ελεύθερο ύψος πάνω από τη μέγιστη (αναγκαστική) στάθμη νερού σε περίπτωση εισροής νερού που προκύπτει από ένα συμβάν PMF.

Έχουν γίνει προκαταρκτικοί υπολογισμοί για τον καθορισμό του μεγέθους ενός υπερχειλίσσης έκτακτης ανάγκης για την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων, υποθέτοντας έναν σωλήνα HDPE διαμέτρου 500 mm με κλίση 1%. Η υπερχειλίση βρίσκεται στη νότια γωνία της εγκατάστασης.

Μετά την έξοδο από το τοίχωμα της δεξαμενής αποβλήτων, ο αγωγός θα συνεχίσει να κατεβαίνει την πλαγιά για περίπου 350 m πριν εισέλθει στη δεξαμενή νερού επαφής CWD. Η κλίση αυτού του τμήματος του αγωγού θα είναι απότομη και θα οριστικοποιηθεί στην επόμενη φάση του σχεδιασμού.

Ο ίδιος σχεδιασμός για τις υπερχειλίσσεις έκτακτης ανάγκης έχει ληφθεί υπόψη στις περιπτώσεις των δεξαμενών CWD και RWD. Οι σωλήνες θα επιλεγούν με την ίδια διάμετρο και το ίδιο υλικό όπως και για το TFM. Οι έξοδοι θα έχουν κλίση 1% στο τμήμα που διέρχεται από τα αντίστοιχα αναχώματα και απότομη κλίση ακολουθώντας την κεκλιμένη επιφάνεια του αναχώματος. Ο σωλήνας εξόδου CWD θα μεταφέρει νερό περίπου 125 m κατάντη πριν εκκενωθεί στο RWD. Ο σωλήνας εξόδου RWD θα μεταφέρει νερό περίπου 170 m κατάντη και θα εκκενωθεί στο Yuren Dere.

Προκειμένου να πληρούνται τα κριτήρια σχεδιασμού για τον έλεγχο της διάβρωσης, θα εγκατασταθούν εγκαταστάσεις διάχυσης ενέργειας και στις τρεις εκροές.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι βαλβίδες έκτακτης εκκένωσης θα είναι εξοπλισμένες με κατάλληλες διατάξεις ασφάλισης που θα σφραγίζονται από τις αρμόδιες αρχές, δηλαδή θα είναι κανονικά κλειστές και θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο μετά από ρητή ειδοποίηση των αρμόδιων αρχών.

4.8 στάδιο κλεισίματος

Έχει καταρτιστεί μια προκαταρκτική στρατηγική/σχέδιο διαχείρισης των υδάτων για τη φάση κλεισίματος του ορυχείου. Για την ανάπτυξη της στρατηγικής χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες παραδοχές:

- Υποτίθεται ότι η εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων και οι δεξαμενές CWD και RWD θα διατηρηθούν.
- Οι έκτακτοι υπερχειλιστές (σωλήνες) θα αντικατασταθούν με μόνιμους υπερχειλιστές υπό μορφή ανοιχτών καναλιών.
- Υποτίθεται ότι η ποιότητα του νερού ολόκληρης της απορροής που συλλέγεται στη δεξαμενή αποβλήτων και στο CWD πληροί τα κριτήρια απόρριψης και ότι η απορροή θα απορρίπτεται απευθείας στο Yuren Dere.
- Ο δρόμος πρόσβασης μεταξύ της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων και του RWD στην ανατολική πλευρά του χώρου θα αντικατασταθεί από ένα ανοιχτό κανάλι.

Ο προκαταρκτικός σχεδιασμός προβλέπει ένα κανάλι επιφανειακών υδάτων που ξεκινά από τη δεξαμενή καθίζησης της λίμνης αποβλήτων (TMF), εκτείνεται κατά μήκος της ανατολικής πλευράς των εγκαταστάσεων μέσω του δρόμου πρόσβασης μεταξύ της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων και της δεξαμενής γλυκού νερού, και εκβάλλει τα ύδατά του κατάντη του φράγματος της δεξαμενής στον χείμαρρο Yuren Dere. Με βάση ένα συμβάν PMF, έχει υπολογιστεί μέγιστη σχεδιαστική ροή 8,4 m³/s.

Το κανάλι είναι κλιμακωτό και επενδεδυμένο με λιθορριπή για τη διαχείριση των δυνητικά υψηλών ταχυτήτων ροής και των δυνάμεων διάβρωσης που θα δημιουργούνται από την απότομη τοπογραφία. Η προκαταρκτική διαστασιολόγηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Manning, λαμβάνοντας υπόψη κλίση 1% και τιμή τραχύτητας 0,033 (m^{1/3}/s)⁻¹, κατάλληλη για το επενδεδυμένο τμήμα του καναλιού (Chow, 1959). Η γεωμετρία του καναλιού συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 18: Κανάλι αποστράγγισης στο στάδιο κλεισίματος

Εγκατάσταση	Πλάτος πυθμένα καναλιού (m)	Βάθος καναλιού, (m)	Κλίση των πλαγιών, (H:1V)	N=Διαμήκης κλίση, (m/m)
Κανάλι αποστράγγισης μετά το κλείσιμο	2,0	1	2	0

Το επόμενο στάδιο του σχεδιασμού θα επιβεβαιώσει την εφαρμοσιμότητα ενός κλιμακωτού καναλιού επενδεδυμένου με λιθορριπή, μετά από σύγκριση με άλλες εναλλακτικές λύσεις, όπως ένα κλιμακωτό κανάλι επενδεδυμένο με σκυρόδεμα κ.λπ.

4.9 Νερό έξω από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης στο

4.9.1 Υπόγεια ύδατα από το ορυχείο:

Ο πυθμένας του ορυχείου αναμένεται να φτάσει σε υψόμετρο 435 m. Σύμφωνα με τις γεωτρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί, δεν έχει εντοπιστεί υπόγειο νερό σε αυτό το υψόμετρο και, ως εκ τούτου, δεν αναμένεται πρόσθετη εισροή νερού στο ορυχείο εκτός από εκείνη που προέρχεται από βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις.

4.9.2 Επιφανειακά ύδατα στο ορυχείο, στις χωματερές και στον βιομηχανικό χώρο:

Το νερό που έχει εισέλθει στο ορυχείο και στις χωματερές ως αποτέλεσμα της βροχής και της χιονόπτωσης θα κατευθύνεται στα χαμηλότερα σημεία της αντίστοιχης εγκατάστασης. Στο ορυχείο, προβλέπεται η δημιουργία ενός φρεατίου σε κάθε επίπεδο εργασίας για τη συλλογή επιφανειακών υδάτων, τα οποία θα χρησιμοποιούνται για την άρδευση των οδών του ορυχείου. Εάν είναι απαραίτητο, το πλεονάζον νερό του ορυχείου θα αντλείται και θα ανακατευθύνεται στην εγκατάσταση επαφής νερού για την αναπλήρωση του κυκλοφορούντος νερού. Όλες οι χωματερές θα κατασκευαστούν και θα αναπτυχθούν με κλίσεις σε κάθε στάδιο, ώστε να εξασφαλιστεί η αποστράγγιση των επιφανειακών υδάτων με τη βοήθεια της βαρύτητας προς τα εξωτερικά άκρα. Θα κατασκευαστεί ένα σύστημα αποστράγγισης επιφανειακών υδάτων που θα κατευθύνεται προς το εργοστάσιο επεξεργασίας μεταλλευμάτων ή προς τη δεξαμενή επαφής νερού. Οι ανώτεροι ορίζοντες του ορυχείου, οι οποίοι έχουν ανοιχτό περίγραμμα, θα συμβάλουν στην ανακατεύθυνση του βρόχινου νερού με τη βαρύτητα και στη μεταφορά του εκτός της περιμέτρου του ορυχείου, γεγονός που θα μειώσει την ανάγκη αποστράγγισης κατά την εξόρυξη του ορυχείου, καθώς και τα σχετικά κεφαλαιουχικά και λειτουργικά κόστη.

4.9.3

Θα παρέχεται εμφιαλωμένο νερό για πόση. Το βιομηχανικό νερό θα χρησιμοποιείται για οικιακή χρήση.

4.9.4 Αποχέτευση

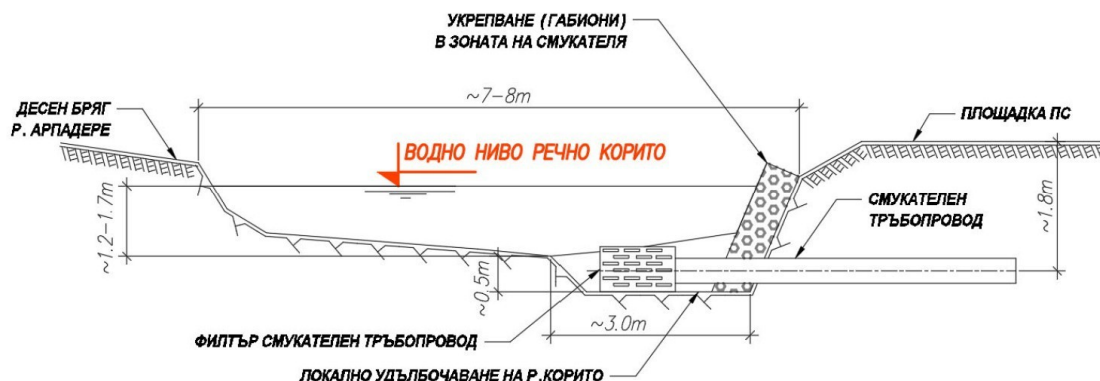
Δεν υπάρχουν σχέδια για την κατασκευή κεντρικού αποχετευτικού συστήματος λόγω της έλλειψης μονάδας επεξεργασίας κοντά στην περιοχή. Ως εναλλακτική λύση, εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης κινητών εγκαταστάσεων υγιεινής που συντηρούνται από εξειδικευμένη εταιρεία. Η εταιρεία αυτή θα συλλέγει περιοδικά τα παραγόμενα ύδατα και θα τα μεταφέρει σε αδειοδοτημένη μονάδα επεξεργασίας. Μια άλλη επιλογή είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή κινητής μονάδας επεξεργασίας προσαρμοσμένης στην κατανάλωση της περιοχής, η οποία θα απομακρυνθεί όταν η περιοχή δεν θα λειτουργεί πλέον και θα κλείσει. Προς το παρόν, τα οικιακά λύματα θεωρούνται ασήμαντα και δεν λαμβάνονται υπόψη στον υδατικό ισολογισμό.

4.9.5 Βιομηχανικό νερό – γλυκό νερό για την αναπλήρωση του κύκλου

Σύμφωνα με τον προκαταρκτικό σχεδιασμό, για να αντισταθμιστεί το αναμενόμενο ετήσιο έλλειμμα νερού περίπου 125.000 έως 310.000 m³ στην παροχή νερού του εργοστασίου, το νερό θα παρέχεται από έναν αντλιοστάσιο στο Agra Dere κοντά στο χωριό Gugutka (περίπου 1,7 km ανατολικά της τοποθεσίας Rozino).

Η μελέτη προβλέπει την άντληση νερού απευθείας από το Agra Dere κατά τους υγρούς μήνες του έτους (από τον Ιανουάριο έως και τον Μάιο). Η λήψη νερού από το Agra Dere θα γίνεται κοντά στη συμβολή με το Yuren Dere και δίπλα στον υπάρχοντα αντλιοστάσιο στο χωριό Rozino. Ο αντλιοστάσιος αυτός έχει σχεδιαστεί για να αντλεί νερό από μια πηγή που ρέει στον δίνη. Ο ρυθμός ροής αυτής της πηγής κυμαίνεται μεταξύ 6 και 11 l/s καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ανάλογα με την εποχή. Έχει υπολογιστεί ότι ο ρυθμός ροής που απαιτείται για την τροφοδοσία του χωριού Rozino είναι περίπου 0,34 l/s. Το πλεόνασμα νερού από την πηγή, μετά από την σχετική αιτιολόγηση, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τις βιομηχανικές ανάγκες του χώρου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Προβλέπεται ότι η άντληση νερού θα πραγματοποιείται από μια φυσική λίμνη χωρίς να απαιτείται η κατασκευή φράγματος ή άλλων κατασκευαστικών έργων που θα εμποδίζουν τη ροή του ποταμού. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας και μετά το κλείσιμο του χώρου, ο σωλήνας αναρρόφησης του αντλιοστασίου θα αποσυναρμολογηθεί με ελάχιστες επιπτώσεις στο κοίτο του ποταμού.



Σχήμα 6: Λήψη νερού από το Arpa Dere

Ο στόχος είναι να κατασκευαστεί ένας αντλιοστάσιος δίπλα στον υπάρχοντα αντλιοστάσιο και να χρησιμοποιηθεί η υπάρχουσα παροχή ρεύματος 20 kV. Ο αντλιοστάσιος θα διαθέτει τρεις αντλίες (δύο σε λειτουργία, μία εφεδρική) σχεδιασμένες να τροφοδοτούν με νερό την εγκατάσταση γλυκού νερού με ρυθμό ροής έως 50 l/s. Η απόσταση από την τοποθεσία είναι 1,15 km. Η υδραυλική πίεση μεταξύ του αντλιοστασίου και του σημείου εισροής στη δεξαμενή γλυκού νερού είναι 61 m. Το έργο προβλέπει ότι όλος ο εξοπλισμός του αντλιοστασίου θα στεγαστεί σε ξεχωριστά κοντέινερ, τα οποία θα αποσυναρμολογηθούν κατά τη φάση κλεισίματος με ελάχιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ο αγωγός θα είναι υπόγειος, σε βάθος περίπου ενός μέτρου, και θα εκτείνεται κατά μήκος του Yuren Dere. Οι απαραίτητοι αεραγωγοί και οι λάσπες παρέχονται κατά μήκος της διαδρομής.

4.9.6

Έχουν διερευνηθεί οι δυνατότητες της τεχνολογίας επιταχυνόμενης εξάτμισης με στόχο την απομάκρυνση του νερού από τη δεξαμενή επαφής νερού (CWD) και, κατά συνέπεια, από το σύστημα στο σύνολό του.

Η ιδέα της επιταχυνόμενης εξάτμισης είναι η διασπορά περίπου 5 l/s νερού από τη δεξαμενή (για κάθε συσκευή) 18 m στον αέρα με μέσο μέγεθος σταγονιδίων μικρότερο από 100 μm. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση κινητών μηχανικών συσκευών εξάτμισης, που επιτρέπουν την επίτευξη του στόχου «μηδενικής απόρριψης» στην περιοχή κατά τη φάση κλεισίματος του ορυχείου.

Οι αναμενόμενες κλιματολογικές συνθήκες, με βάση ιστορικά στοιχεία, έχουν χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της πιθανής αποτελεσματικότητας της βελτιωμένης συσκευής εξάτμισης στο μοντέλο. Ο πίνακας 19 παρουσιάζει στατιστικά στοιχεία σχετικά με τις κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή του χώρου.

Πίνακας 19: Κλιματολογικές συνθήκες για επιταχυνόμενη εξάτμιση

Στοιχεία	Τιμή
Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου	1,8 m/s
Μέση υγρασία – Απρίλιος έως Σεπτέμβριος	64
Μέση ημερήσια θερμοκρασία – Απρίλιος έως Σεπτέμβριος	19,4 °C
Κυρίαρχη κατεύθυνση ανέμου	Βόρεια

Τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα δείχνουν ότι το κλίμα έχει ευνοϊκές συνθήκες για ενισχυμένη εξάτμιση. Οι υψηλές μέσες θερμοκρασίες και η σχετικά χαμηλή υγρασία κατά τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο υποδηλώνουν ότι αυτοί θα μπορούσαν να είναι οι βέλτιστοι μήνες για ενισχυμένη εξάτμιση.

Το παράρτημα Β παρέχει ένα παράδειγμα με συγκεκριμένα στοιχεία του κατασκευαστή για αναφορά και ενημέρωση.

Οι συσκευές τοποθετούνται είτε στο έδαφος είτε σε πλωτές πλατφόρμες. Αυτό επιτρέπει λειτουργική ευελιξία και επανατοποθέτηση ανάλογα με την κατεύθυνση του ανέμου. Με αυτό το σύστημα, όλο το νερό που δεν έχει εξατμιστεί συλλέγεται στην περιοχή απορροής της δεξαμενής.

Οι εγκαταστάσεις θα χρησιμοποιηθούν ενεργά κατά τη διαδικασία κλεισίματος του ορυχείου (όπως προβλέπεται στην επενδυτική πρόθεση για πενταετή περίοδο ενεργού διατήρησης), όταν το συλλεγόμενο νερό αποστράγγισης στη δεξαμενή επαφής θα εξατμιστεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ώστε να παρέχεται επαρκής ελεύθερος όγκος για το νερό αποστράγγισης κατά τη χειμερινή περίοδο, όταν η εξάτμιση είναι αναποτελεσματική.

Η βελτιωμένη συσκευή εξάτμισης μπορεί να φιλοξενήσει περιεχόμενο διαλυμένων στερεών εντός του εύρους των 30.000 έως 40.000 μερών ανά εκατομμύριο (ppm). Η πρόβλεψη για επιταχυνόμενη εξάτμιση, ακόμη και με ελάχιστη απόδοση 30%, είναι έως 3028 m^3 ανά μήνα ανά συσκευή.

5.0

5.1 Περιγραφή και στόχοι του μοντέλου

Για να διευκολυνθεί ο σχεδιασμός και η μελέτη της διαχείρισης των επιφανειακών υδάτων στο τρέχον ορυχείο, έχει αναπτυχθεί μια ισορροπία υδάτων για ολόκληρο το εργοτάξιο χρησιμοποιώντας το λογισμικό GoldSim. Το GoldSim είναι ένα από τα καλύτερα προγράμματα λογισμικού που χρησιμοποιεί τη μέθοδο Monte Carlo για την εκτέλεση προσομοιώσεων και την πρόβλεψη μελλοντικών διαδικασιών και γεγονότων, παρέχοντας ταυτόχρονα μια ποσοτική και ποιοτική αξιολόγηση των αλλαγών στα υπό μελέτη συστήματα.

Το μοντέλο προσομοιώνει τη διάρκεια ζωής του ορυχείου (LOM). Το σενάριο κλεισίματος του ορυχείου δεν έχει μοντελοποιηθεί. Τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος μετά το κλείσιμο έχουν σχεδιαστεί για περιπτώσεις μέγιστης δυνατής ροής (PMF), όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.8 παραπάνω.

Το μοντέλο προσομοιώνει τις λεκάνες απορροής και την εκροή που σχηματίζεται από τις ακόλουθες εγκαταστάσεις και υποδομές:

- Ανοιχτό ορυχείο
- Εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων, TMF.
- Εγκατάσταση επίπλευσης, PP.
- Δεξαμενή επαφής νερού, CWD
- Δεξαμενή γλυκού νερού, RWD

Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν το σχεδιασμένο σύστημα διαχείρισης νερού. Οι κύριοι στόχοι του μοντέλου ισορροπίας νερού περιγράφονται ως εξής:

- Προσομοίωση και σχεδιασμός της μελλοντικής διαχείρισης των υδάτων στην περιοχή
- Προσομοίωση του όγκου και της μέγιστης στάθμης νερού που αποθηκεύεται στη δεξαμενή καθίζησης της λίμνης αποβλήτων και σε άλλες δεξαμενές νερού για την υποστήριξη του μέγεθους των εγκαταστάσεων και το σχεδιασμό των υπερχειλιστών έκτακτης ανάγκης
- Επιβεβαίωση των ρυθμών άντλησης μεταξύ διαφορετικών εγκαταστάσεων αποθήκευσης νερού
- Πρόβλεψη για το αν θα υπάρχει περίσσεια νερού στην τοποθεσία.
- Πρόβλεψη του εάν το νερό που μεταφέρεται στην τοποθεσία και η βροχόπτωση είναι επαρκή για την κάλυψη των αναγκών της μονάδας επίπλευσης.

5.2 Εννοιολογικό μοντέλο

Ένα εννοιολογικό διάγραμμα μπλοκ των διαδικασιών ισορροπίας νερού (PFD) για ολόκληρο τον χώρο παρουσιάζεται στο και αντιπροσωπεύει τη δομή που χρησιμοποιείται στο μοντέλο GoldSim. Οι αρχές και οι λεπτομέρειες της διαχείρισης νερού στον χώρο περιγράφονται στην προηγούμενη ενότητα.

Εισερχόμενες ροές:

- Συνολική βροχόπτωση που πέφτει απευθείας στις περιοχές του ανοιχτού ορυχείου, στη δεξαμενή αποβλήτων, στη δεξαμενή επαφής και γλυκού νερού, στο RWD και στο CWD.
- Απορροή από τη λεκάνη απορροής από εσωτερικές και εξωτερικές περιοχές (η απορροή από φυσικές λεκάνες απορροής που βρίσκονται ανάντη εκτρέπεται προς το RWD)
- Γλυκό νερό με ρυθμό ροής 50 l/s από το Arpa Dere στο αντλιοστάσιο Rozino για τους μήνες Ιανουάριο έως Μάιο (δηλ. 5 μήνες του έτους)
- Υπόγεια εισροή νερού από το ανοιχτό ορυχείο και άλλες διηθήσεις.

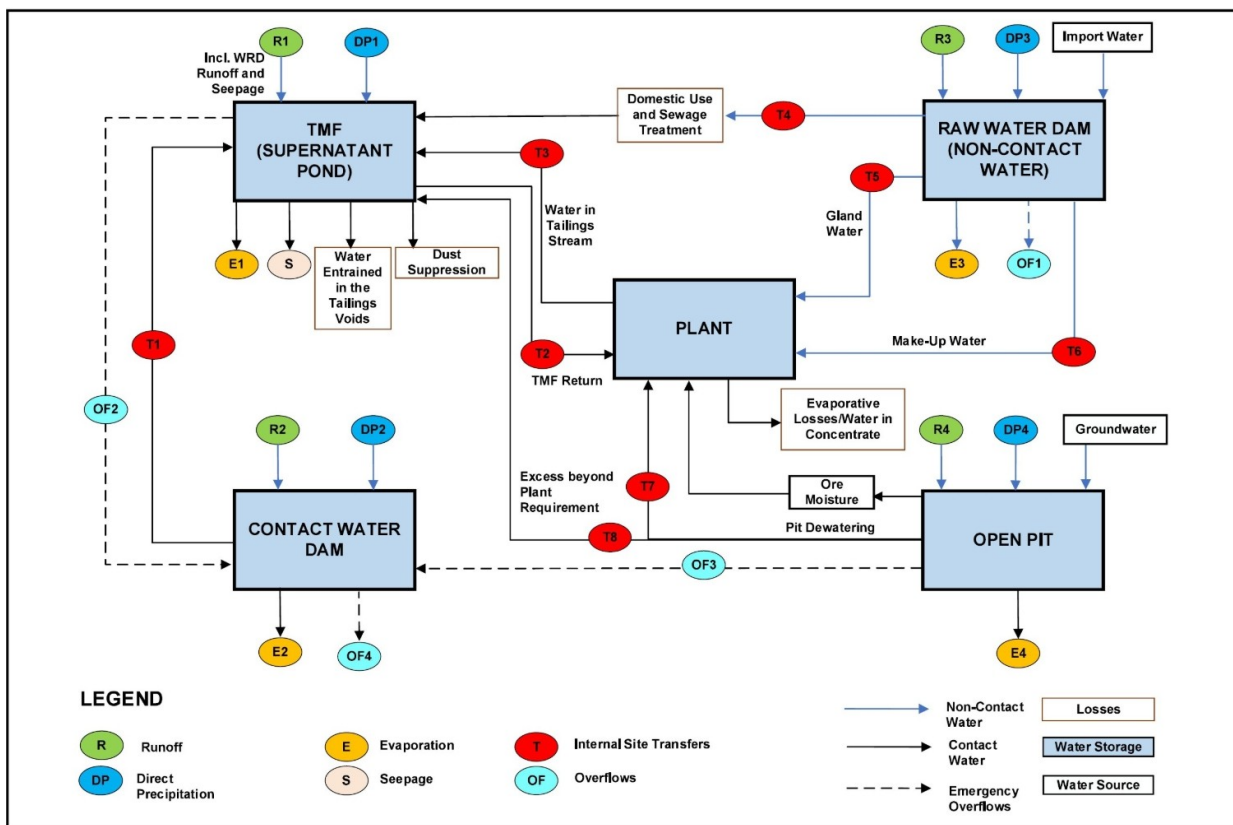
Σε αυτό το στάδιο, το μοντέλο υποθέτει ότι η εκροή προέρχεται από βροχοπτώσεις. Οι εισροές από την τήξη του χιονιού αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 10% των ετήσιων βροχοπτώσεων και δεν αναμένεται να αλλάξουν σημαντικά τη δυναμική της υδατικής ισορροπίας.

Εκροές:

- Εξάτμιση από τις επιφάνειες του νερού στο ανοιχτό ορυχείο, τη λίμνη αποβλήτων και τις λίμνες RWD και CWD.
- Νερό που παρασύρεται στα απόβλητα και/ή ροές φιλτραρίσματος από τη δεξαμενή αποβλήτων.
- Νερό για οικιακή χρήση, που ανέρχεται σε 50 λίτρα ανά άτομο ανά ημέρα για 300 υπαλλήλους (το 75% του οποίου, μετά την επεξεργασία, επιστρέφεται μέσω της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων για χρήση στην εγκατάσταση παραγωγής.
- Νερό για την καταστολή της σκόνης, το οποίο ποικίλλει ανά μήνα από 140 m³ (Φεβρουάριος) έως 10510 m³ (Αύγουστος) και το οποίο αντλείται από την TMF.
- Εξαναγκασμένη εξάτμιση μέσω εγκατάστασης εξατμιστήρα για τον έλεγχο της στάθμης στη δεξαμενή επαφής με το νερό.

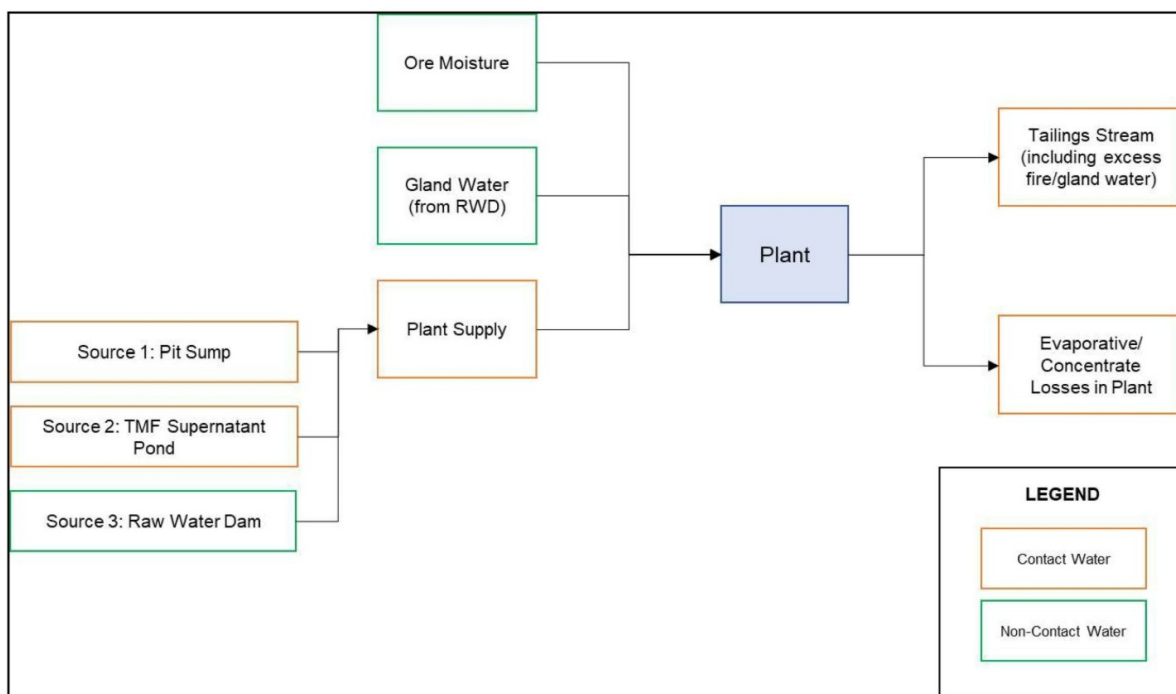
Στο παρόν στάδιο, η αναγκαστική εξάτμιση δεν εξετάζεται, καθώς δεν θα είναι αποτελεσματική κατά τη φάση λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Η αναγκαστική εξάτμιση είναι αποτελεσματική κατά τους ζεστούς μήνες του έτους, αλλά ακριβώς κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου η ζήτηση για γλυκό νερό είναι η υψηλότερη. Κατά τη διάρκεια της περιόδου των βροχών, η εγκατάσταση δεν είναι αποτελεσματική και η εμπειρία από παρόμοιες εγκαταστάσεις δείχνει ότι χρησιμοποιείται εξαιρετικά σπάνια, γι' αυτό και ο υδατικός ισολογισμός έχει υπολογιστεί χωρίς να ληφθεί υπόψη αυτή η πρόσθετη επιλογή για τον έλεγχο του νερού.

Από την άλλη πλευρά, κατά τη διάρκεια της ενεργού περιόδου διατήρησης (τα πρώτα 5 χρόνια μετά το κλείσιμο), η εγκατάσταση θα έχει αναντικατάστατο αποτέλεσμα στον έλεγχο των αποστραγγιστικών υδάτων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.



Σχήμα 7: Διάγραμμα μπλοκ των κύριων ροών στον υδατικό ισοζύγιο

Το εννοιολογικό μοντέλο της υδατικής ισορροπίας για την περιοχή παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 8: Εννοιολογικό μοντέλο της υδατικής ισορροπίας

5.3 Δεδομένα εισόδου και βασικές παραδοχές για το μοντέλο

5.3.1 Ρυθμίσεις προσομοίωσης μοντέλου

Η περίοδος προσομοίωσης του μοντέλου (7 έτη) είναι σύμφωνη με τη διάρκεια του LOM. Το μοντέλο εκτελείται σε ημερήσια βάση. Το μοντέλο εκτελείται με καθοριστικό τρόπο (δηλ. προσομοιώνεται μια ενιαία, προκαθορισμένη ημερήσια χρονοσειρά βροχοπτώσεων σε μια δεδομένη στιγμή, χωρίς να ενσωματώνεται στο μοντέλο τυχαιότητα).

5.3.2 Κλιματικά δεδομένα εισόδου από το

Βροχόπτωση

Το μοντέλο προσομοιώνει μία από τις τρεις ντετερμινιστικές σειρές βροχοπτώσεων κάθε φορά, επιτρέποντας την ανάλυση των ξηρών, μέσων και υγρών ετών. Η ημερήσια βροχόπτωση από το Krumovgrad (που περιγράφεται στην παραπάνω έκθεση) αναλύεται στατιστικά για την ανάπτυξη των ακολουθιών βροχοπτώσεων.

Αρχικά, το 1996 επιλέχθηκε ως έτος με μέση βροχόπτωση, με ετήσια βροχόπτωση 736 mm – η τιμή που πλησιάζει περισσότερο την καταγεγραμμένη τιμή στο HMS του Krumovgrad (745,1 mm). Η συνολική μηνιαία βροχόπτωση για το 1996 αντιστοιχεί επίσης στους μακροπρόθεσμους μηνιαίους μέσους όρους για το Krumovgrad. Η ημερήσια βροχόπτωση για το επιλεγμένο μέσο έτος (1996) επαναλαμβάνεται επτά φορές για να δημιουργηθεί μια κατάλληλη ακολουθία μέσης βροχόπτωσης για την τροφοδότηση του 7ετούς μοντέλου LOM.

Η ημερήσια βροχόπτωση για το μέσο έτος (1996) χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τη δημιουργία ξηρών και υγρών ετών ακολουθιών. Τα βάθη βροχόπτωσης που δημιουργήθηκαν (για ξηρά και υγρά έτη) με πιθανότητα 2% (1 στα 50 έτη) προσδιορίστηκαν με την ανάλυση των κινητών 84μηνων σωρευτικών βάθους των αρχείων βροχόπτωσης του HMS Krumovgrad χρησιμοποιώντας λογαριθμική κατανομή. Εφαρμόστηκε ένας συντελεστής κλιμάκωσης στις ημερήσιες βροχοπτώσεις για το 1996, έτσι ώστε τα συνολικά ποσά των 7ετών σωρευτικών βροχοπτώσεων να αντιστοιχούν στο καθορισμένο 1 στα 50 έτη για τα 7ετή ποσά βροχοπτώσεων σε υγρές ή ξηρές συνθήκες.

Πίνακας 20: Περίληψη των εισροών βροχόπτωσης για το μοντέλο υδατικού ισοζυγίου

Σενάριο	Συνολική βροχόπτωση 7 ετών βροχόπτωση, (mm)	Περίοδος επαναφοράς 7 ετών (%)	Συνολική βροχόπτωση, (mm)	Ετήσια περίοδος επανάληψης
Ξηρό έτος	3755	1 σε 50 χρόνια (98%)	536	1 σε 10 χρόνια ξηρασία (90%)
Μέσος όρος	5152	1 στα 2 χρόνια (50%)	73	1 στα 2 χρόνια (50%)
Υγρό έτος	6683	1 σε 50 χρόνια (2%)	95	1 στα 10 χρόνια υγρό (90%)

Επομένως, τα σενάρια που προσομοιώθηκαν στο μοντέλο είναι τα εξής:

- Μέσο έτος: Κλειστός κύκλος 7 ετών συσσωρευμένων ημερήσιων καταγραφών για έτη κοντά στη μέση ετήσια βροχόπτωση για το HMSA Krumovgrad 1974-2019. Το επιλεγμένο μέσο έτος είναι το 1996 με MAP 736,5 mm.
- Ξηρό έτος: Χρησιμοποιώντας μια λογαριθμική κανονική κατανομή, μια ξηρή σειρά βροχοπτώσεων (1 σε 50 χρόνια) προσδιορίζεται με βάση τις ετήσιες βροχοπτώσεις από το HMS Krumovgrad (3755 mm, δηλαδή 536 mm ανά έτος). Οι ημερήσιες βροχοπτώσεις για το επιλεγμένο μέσο έτος (1996) κλιμακώνονται για να δημιουργηθεί μια σειρά 7 ετών ξηρασίας για προσομοίωση.
- Υγρό έτος: Χρησιμοποιώντας επίσης μια λογαριθμική κανονική κατανομή, προσδιορίστηκε μια υγρή σειρά βροχοπτώσεων (1 στα 50 έτη) με βάση τις ετήσιες βροχοπτώσεις από το HMS Krumovgrad (6683 mm, δηλαδή 955 mm ανά έτος). Η ημερήσια βροχόπτωση για το επιλεγμένο μέσο έτος (1996) κλιμακώνεται για να δημιουργηθεί μια 7ετής υγρή σειρά για προσομοίωση.

Εξάτμιση

Με βάση την ανασκόπηση των διαθέσιμων δεδομένων για τα έτη με τις υψηλότερες τιμές εξάτμισης, το 2018 προσδιορίστηκε ως το έτος με το συνολικό βάθος εξάτμισης που πλησιάζει περισσότερο τον μέσο όρο τετραετίας για τον σταθμό Krumovgrad. Το ρεκόρ του 2018 χρησιμοποιήθηκε ως αντιπροσωπευτική ημερήσια τιμή για τις σειρές χρόνου

στο μοντέλο για τα σενάρια μέσης, ξηρής και υγρής βροχόπτωσης. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τη μηνιαία και ετήσια συνολική δυνητική εξάτμιση για το 2018, η οποία είναι σύμφωνη με τις μέσες τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 9 παραπάνω.

Πίνακας 21: Μέση μηνιαία δυνητική εξάτμιση

Στατιστικά	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ	Έτος
Μέσος όρος (mm)	8,2	10,7	28	69,2	101,1	116,8	133,1	132,3	84,4	47,9	20,8	6,1	758,9

5.3.3 Υδρολογικά δεδομένα εισόδου

Η απορροή των ομβρίων υδάτων υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Soil Conservation Service Curve Number (Kent, 1973), όπου κάθε αριθμός καμπύλης εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, την κάλυψη της γης και τις προηγούμενες συνθήκες υγρασίας. Οι αριθμοί καμπύλης επιλέχθηκαν για τρεις τύπους κάλυψης γης, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 22: Αριθμοί καμπύλης για υπολογισμούς απορροής

Περιγραφή εδάφους	Αριθμός καμπύλης
Αδιατάρακτο φυσικό έδαφος	70
Αστικοποιημένες περιοχές (δρόμοι, σκυρόδεμα κ.λπ.)	8
Τοιχώματα ορυχείων και επενδεδυμένες περιοχές	98

Οι λεκάνες απορροής για τις διάφορες εγκαταστάσεις εξόρυξης για κάθε έτος της LOM παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 23: Περιοχές απορροής. Ανάπτυξη ανά έτος σε m²

Περιγραφή	1	2	3	4	5	6	7
Λίμνη γλυκού νερού, RWD							
Οικοδομημένη	10635	10635	27177	27177	27177	27177	10635
Unbroken	406757	406757	1604912	1604912	1604912	1604912	1621454
Σύνολο	417.392	417.392	1632089	1632089	1.632.089	1632089	1632089
Δεξαμενή νερού επαφής, CWD							
Ενσωματωμένο	92318	92318	99276	9927	99276	99276	99276
Αδιάσπαστος	189118	189118	133637	133637	133637	133637	133637
Σύνολο	281.437	281.437	232.913	232.913	232.913	232913	232913
Εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων, TMF							
Κατασκευασμένη	210880	305	294.476	294476	294476	294476	300899
Αδιάσπαστο	1771213	1670213	226.490	226.490	226490	226490	220066
Πλακάκια	125490	125490	337385	337385	337385	337385	337385
Σύνολο	2107583	2101662	858.351	858.351	858.351	858351	858351
Ορυχείο, OP							
Οικοδομημένο	16542	16542	16542	130426	141854	145041	91937
Αδιάσπαστο	14362	14512	1922	2366	2366	2366	0
Πίνακας ορυχείου	182708	215841	250883	159516	148088	144.901	146.791
Σύνολο	213.612	246.896	269.347	292.308	292.308	292308	238729

5.3.4

Η εισροή υπόγειων υδάτων από το ανοιχτό ορυχείο εκτιμάται ως εξής:

Πίνακας 24: Αναμενόμενη εισροή υπόγειων υδάτων από το ορυχείο

Έτος	2	3	4	5	6	7
m ³ /έτος*10 ³	50	300	150	200	225	100

5.3.5 Εγκαταστάσεις αποθήκευσης νερού

Οι βασικές γεωμετρικές ιδιότητες των διαφόρων εγκαταστάσεων αποθήκευσης νερού παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Το μοντέλο παρακολουθεί τον όγκο, το υψόμετρο και την επιφάνεια του νερού σε κάθε εγκατάσταση καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης. Το μέγεθος των RWD εξετάζεται περαιτέρω στην επόμενη ενότητα.

Πίνακας 25: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κύριων εγκαταστάσεων

Σενάριο	Συνολικός όγκος λειτουργίας, m ³ 2m ελεύθερο ύψος	Επιφάνεια, m ² 2m ελεύθερο ύψος	Ύψος κορώνας, m
RWD	365000	430	30
CWD	2500	6823	311
TMF-1g.	1056503	105573	358
TMF-2g.	2333301	179844	367
TMF-3g.	3356801	230013	372
TMF-4g.	4639261	282012	377
TMF-5~7	6235877	352199	382

5.3.6 Βασικοί κανόνες λειτουργίας

Φρεάτια ανοιχτού ορυχείου

Οι δεξαμενές (που συλλέγουν την εκροή και την εισροή των υπόγειων υδάτων) διατηρούνται όσο το δυνατόν πιο άδειες, με προτεραιότητα την άντληση νερού προς το εργοστάσιο, προκειμένου να πληρούνται οι απαιτήσεις του τεχνολογικού εργοστασίου. Εάν υπάρχει περίσσεια νερού, αυτό αντλείται προς τη δεξαμενή αποβλήτων για προσωρινή αποθήκευση.

Λίμνη επαφής

Η δεξαμενή CWD έχει σχεδιαστεί για να συλλέγει τις ροές νερού επαφής (εκροή από διαταραγμένες περιοχές) που δεν μπορούν να μεταφερθούν ή να αποθηκευτούν στη δεξαμενή αποθήκευσης αποβλήτων με τη βοήθεια της βαρύτητας. Η δεξαμενή CWD διατηρείται όσο το δυνατόν πιο άδεια. Το νερό που συλλέγεται στη δεξαμενή αντλείται στη δεξαμενή αποθήκευσης αποβλήτων, εάν η δεξαμενή αποθήκευσης αποβλήτων είναι γεμάτη σε ποσοστό μικρότερο του 90%.

Λίμνη γλυκού νερού

Στο μοντέλο, το νερό εισάγεται από τον ποταμό Agra Creek για πέντε μήνες του έτους (Ιανουάριος έως Μάιος) με μέση ροή 50 l/s και αποθηκεύεται στο RWD, εκτός εάν το RWD είναι γεμάτο σε ποσοστό άνω του 95%. Αυτό το γλυκό νερό χρησιμοποιείται για οικιακούς σκοπούς ή ως γλυκό νερό για τη συμπλήρωση του κύκλου νερού του εργοστασίου, όταν χρειάζεται.

Εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων

Τα πυκνωμένα απόβλητα αποτίθενται στην εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων μέχρι το 6ο έτος, μετά το οποίο αποτίθενται στον ανοιχτό λάκκο. Η εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων έχει σχεδιαστεί με κωνικό σχήμα με κλίση 1V: 100H. Η δεξαμενή καθίζησης χρησιμοποιείται ως πηγή νερού για την καταστολή της σκόνης.

Καταστολή σκόνης

Οι ποσότητες που γίνονται αποδεκτές για ανάλυση ως απαραίτητες για τον έλεγχο της σκόνης είναι οι εξής:

Πίνακας 26: Μηνιαίο κόστος νερού για τον έλεγχο της σκόνης

Κατανάλωση	Ιαν	Φεβ	Μάρ	Απ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκ	Νοέ	Δεκ
m ³ /μήνα	155	140	155	1831	2610	4065	8648	10510	6117	2872	150	155

Σχέδιο ύδρευσης για το εργοστάσιο

Τα υπόγεια ύδατα και οι επιφανειακές απορροές από το ανοιχτό ορυχείο χρησιμοποιούνται ως κύρια πηγή νερού για την παραγωγική μονάδα. Το νερό αυτό αντλείται από τους φρεάτια του ανοιχτού ορυχείου και μεταφέρεται στις δεξαμενές του εργοστασίου. Το νερό που αποθηκεύεται στη δεξαμενή αποβλήτων αποτελεί τη δεύτερη πηγή νερού για το εργοστάσιο, ενώ το RWD χρησιμοποιείται ως συμπληρωματική πηγή νερού (τρίτη πηγή) εάν το νερό από το ανοιχτό ορυχείο και τη δεξαμενή αποβλήτων δεν είναι επαρκές ή δεν έχει την απαιτούμενη ποιότητα για να καλύψει τις ανάγκες του εργοστασίου σε νερό. Οι ανάγκες του εργοστασίου σε νερό υπολογίζονται αφαιρώντας το ποσοστό στερεών από τη ροή των αποβλήτων και διαιρώντας τη μάζα που προκύπτει με την πυκνότητα του νερού.

Στον παρακάτω πίνακα παρέχεται μια σύνοψη των τιμών που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο:

Πίνακας 27: Κύριες παράμετροι υπολογισμού

Παράμετρος	Τιμή	Μονάδα μέτρησης	Σημείωση
ΣΥΝΟΛΟ			
Διάρκεια ζωής του ορυχείου	7	έτη	Τιντιάβα
Ετήσια παραγωγή μεταλλεύματος	1,5~1,75	10E+6 τόνοι/έτος	Τιντιάβα
RWD			
Εισροή γλυκού νερού από το Arpa Dere	50	l/s	Τιντιάβα
Μήνες άντλησης νερού (Ιανουάριος-Μάιος)	5	μήνες	Τιντιάβα
TMF			
Ετήσια παραγωγή αποβλήτων	1,4~1,7	10E+6 τόνοι/έτος	Τιντιάβα
Σχέδιο LOM για απόρριψη στην εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων	8,575	10E+6 τόνοι/έτος	Tintyava
Περιεκτικότητα σε στερεά σωματίδια (κατά βάρος)	5	%	Λάσπη
Ειδικό βάρος στερεών σε υπολείμματα	2	τόνος/m ³	Λάσπη
Όγκος των στερεοποιημένων αποβλήτων	1,4	τόνος/m ³	Λάσπη
Συντελεστής πόρων σε στερεοποιημένα υπολείμματα	0,9285		Υπολογισμένη
Κλίση της παραλίας στη δεξαμενή αποβλήτων	1	%	Αποδεκτό
Όγκος νερού που παρασύρεται στην ουρά	3650	m ³ /ημέρα	Υπολογισμένος
Κορεσμός νερού των στερεοποιημένων καταλοίπων	10	%	Αποδεκτό
Περιοχή παραλίας (υγρή επιφάνεια)	9	%	Αποδεκτό
Συντελεστής διήθησης αποβλήτων	8E-11	m/s	
CWD			
Ρυθμός ροής αντλίας προς TMF	10	l/s	Βελτιστοποιημένη
Ανοιχτό ορυχείο			
Ρυθμός ροής αντλίας προς TMF (περίσσεια νερού)	12	l/s	Υπολογισμένη
Ρυθμός ροής αντλίας προς το εργοστάσιο	~40	l/s	Υπολογισμένα

5.4 αποτελέσματα ανάλυσης

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το μοντέλο ισορροπίας νερού παρουσιάζονται στις ακόλουθες ενότητες.

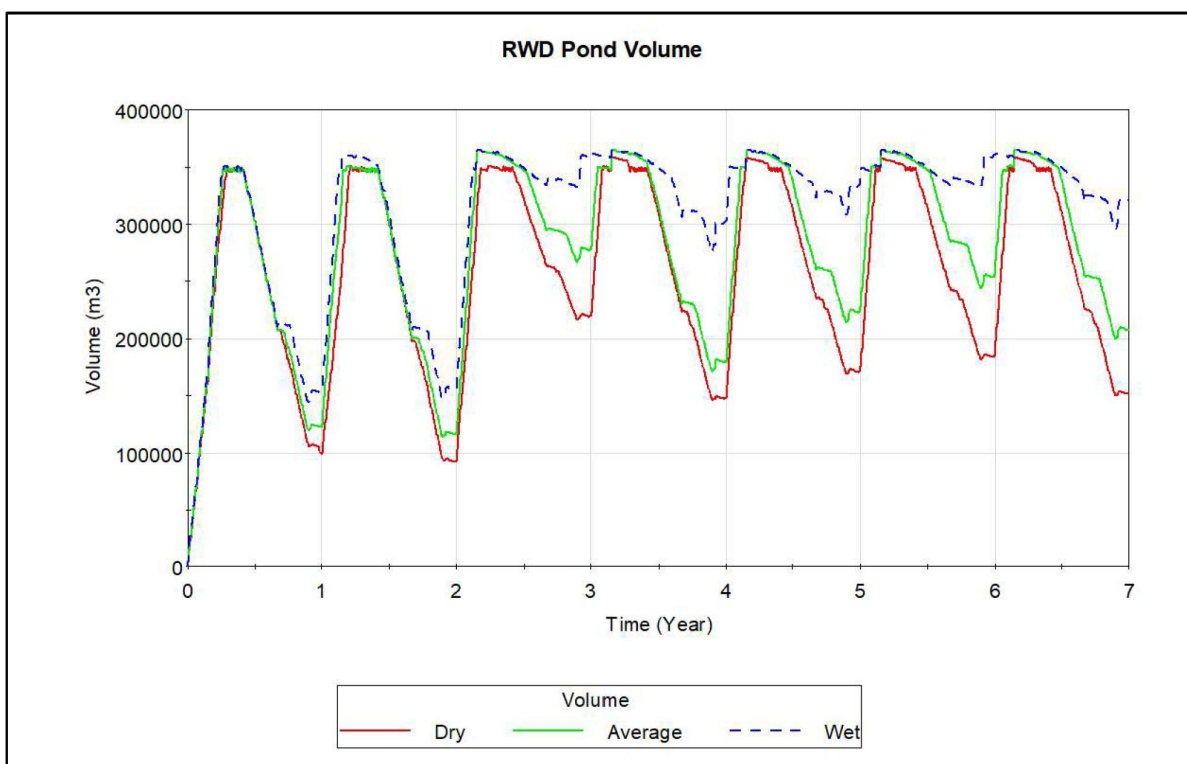
5.4.1 Χωρητικότητα δεξαμενής γλυκού νερού, RWD

Η παροχή νερού στο εργοστάσιο είναι ζωτικής σημασίας για το έργο. Η αποστράγγιση από το ανοιχτό ορυχείο θα αποτελέσει την κύρια πηγή νερού, η δεξαμενή καθίζησης στην εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων θα είναι η δευτερεύουσα πηγή, ενώ το υπόλοιπο θα προέρχεται από το φράγμα γλυκού νερού. Η χωρητικότητα του φράγματος RWD πρέπει επίσης να είναι επαρκής για την παροχή καθαρού νερού για οικιακή χρήση. Μια εξωτερική παροχή γλυκού νερού (αντλιοστάσιο Arpa Dere) με ρυθμό ροής 50 l/s είναι διαθέσιμη για το έργο για 5 μήνες το χρόνο. Θα

αποθηκευτεί στο RWD και θα χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου του έτους, όταν αναμένεται αρνητικό ισοζύγιο νερού. Ο πελάτης παρείχε τρεις ενδεικτικές επιλογές για τον όγκο αυτής της δεξαμενής για μελέτη στο μοντέλο, δηλαδή την επιλογή 1 (87.000 m³), την επιλογή 2 (365.000 m³) και την επιλογή 3 (536.000 m³). Αυτές οι χωρητικότητες χρησιμοποιήθηκαν ως σημείο εκκίνησης για την εκτίμηση της απαιτούμενης αποθήκευσης νερού στο μοντέλο.

Για το σενάριο 7ετούς ξηρού κλίματος, η χωρητικότητα του RWD έχει ποικίλει σύμφωνα με τις επιλογές που περιγράφονται στα σημεία 1 έως 3. Για την επιλογή 1, η αποθήκευση γλυκού νερού είναι ανεπαρκής και θα οδηγήσει σε έλλειψη νερού για την τροφοδοσία της μονάδας. Η επιλογή 2 παρέχει επαρκή αποθήκευση νερού για την τροφοδοσία της μονάδας κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου για το σενάριο 7ετούς ξηρού κλίματος. Θα απαιτηθούν περίπου 300.000 m³ ενεργού όγκου στο RWD. Για να επιτευχθεί αυτό, η δεξαμενή έχει σχεδιαστεί με συνολικό όγκο 365.000 m³, ο οποίος λαμβάνει υπόψη απρόβλεπτα έξοδα/έσοδα νερού. Με αυτή την χωρητικότητα και τους τρέχοντες ρυθμούς εισαγωγής γλυκού νερού, δεν υπάρχει έλλειψη νερού για το εργοστάσιο.

Ο προσομοιωμένος όγκος στο RWD για τη διάρκεια ζωής του ορυχείου σύμφωνα με τα τρία σενάρια βροχοπτώσεων (ξηρό, μέσο και υγρό έτος) απεικονίζεται στο ακόλουθο γράφημα:

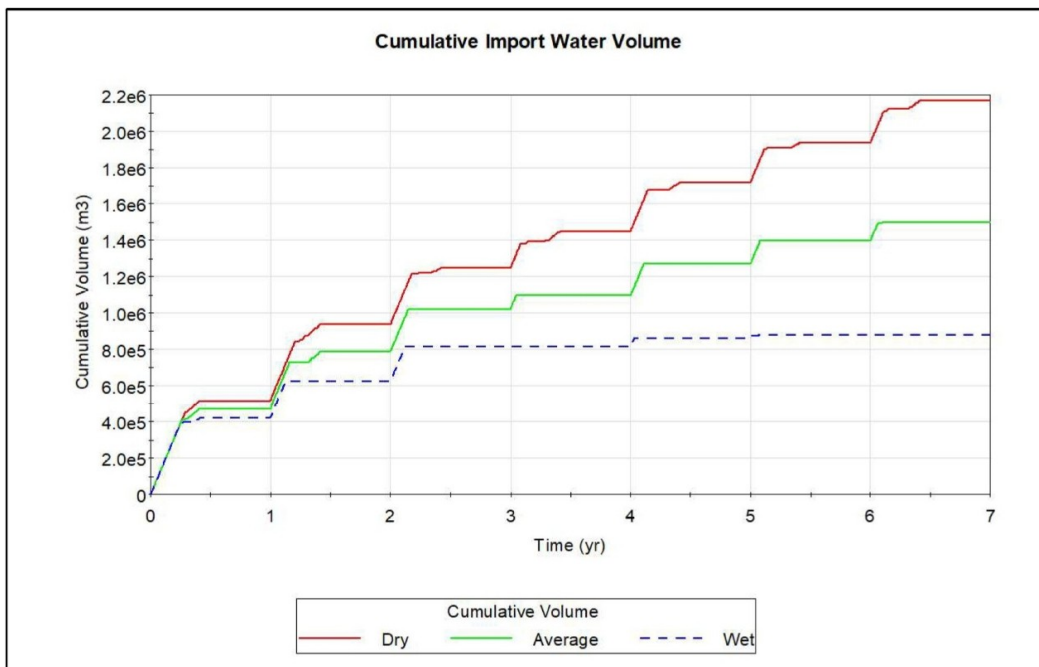


Σχήμα 9: Όγκος RWD για σενάρια ξηρού, μέσου και υγρού έτους

Όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, ο συνολικός όγκος εισαγόμενου νερού είναι χαμηλότερος στο σενάριο του υγρού έτους σε σύγκριση με τα σενάρια του μέσου και του ξηρού έτους, καθώς οι εισαγωγές διακόπτονται όταν το RWD φτάσει το 95% της χωρητικότητάς του. Η μοντελοποίηση δείχνει ότι οι εισαγωγές νερού 50 l/s για 5 μήνες του έτους είναι επαρκείς για την τροφοδοσία του έργου.

Εναλλακτικές λύσεις για την παροχή γλυκού νερού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους

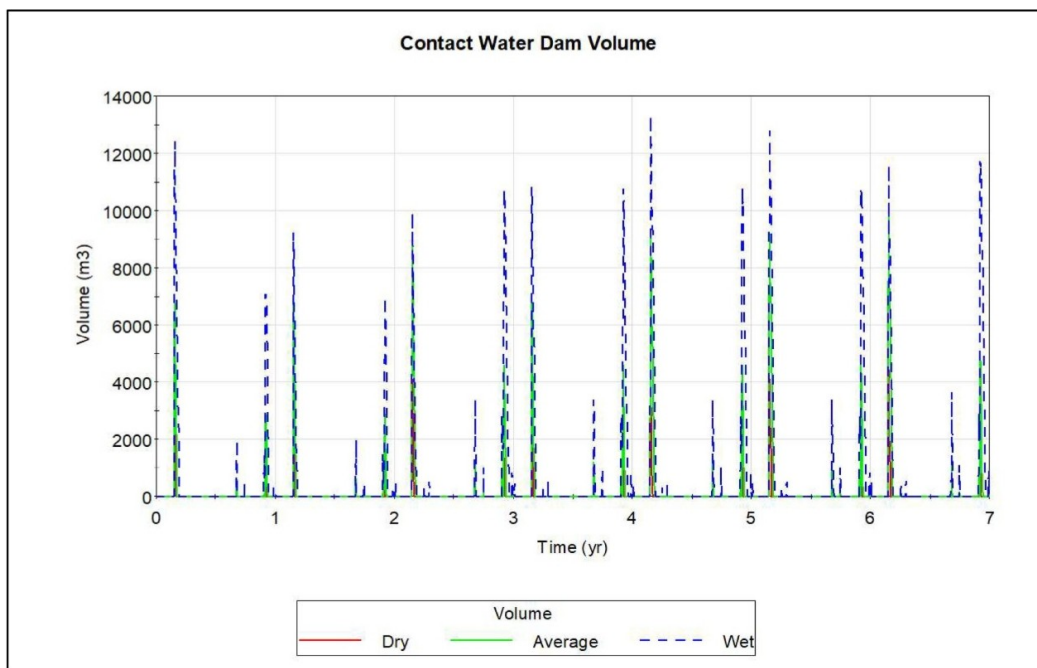
Στο επόμενο στάδιο του σχεδιασμού, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στη δυνατότητα εισαγωγής γλυκού νερού από εναλλακτικές πηγές, όπως ο υπάρχων αντλιοστάσιο άρδευσης κοντά στο χωριό Gugutka στον ποταμό Biala ή οι πηγές στο αντλιοστάσιο στο χωριό Rozino στον Arpa Dere. Η δυνατότητα ετήσιας παροχής γλυκού νερού από εναλλακτική πηγή της τάξης των 6-10 l/s θα οδηγούσε σε σημαντική βελτιστοποίηση του μεγέθους της λίμνης γλυκού νερού και, κατά συνέπεια, σε μείωση του κόστους κεφαλαίου και του περιβαλλοντικού αντίκτυπου.



Σχήμα 10: Σωρευτικός όγκος νερού από εξωτερική πηγή νερού για το RWD

5.4.2

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, απαιτούνται 14.000 m³ ενεργού όγκου για το σενάριο υγρού έτους (στην περίπτωση αυτή, παράγεται η μεγαλύτερη περίσσεια νερού επαφής). Με βάση αυτό, έχει γίνει αποδεκτός συνολικός όγκος 25.000 m³ για την κάλυψη απρόβλεπτων περιστάσεων. Η μέγιστη χωρητικότητα των 25.000 m³ ισοδυναμεί με περίπου 7 ημέρες παροχής νερού στο εργοστάσιο με μέγιστη ροή αντλίας.



Σχήμα 11: Όγκος CWD για σενάρια ξηρού, μέσου και υγρού έτους

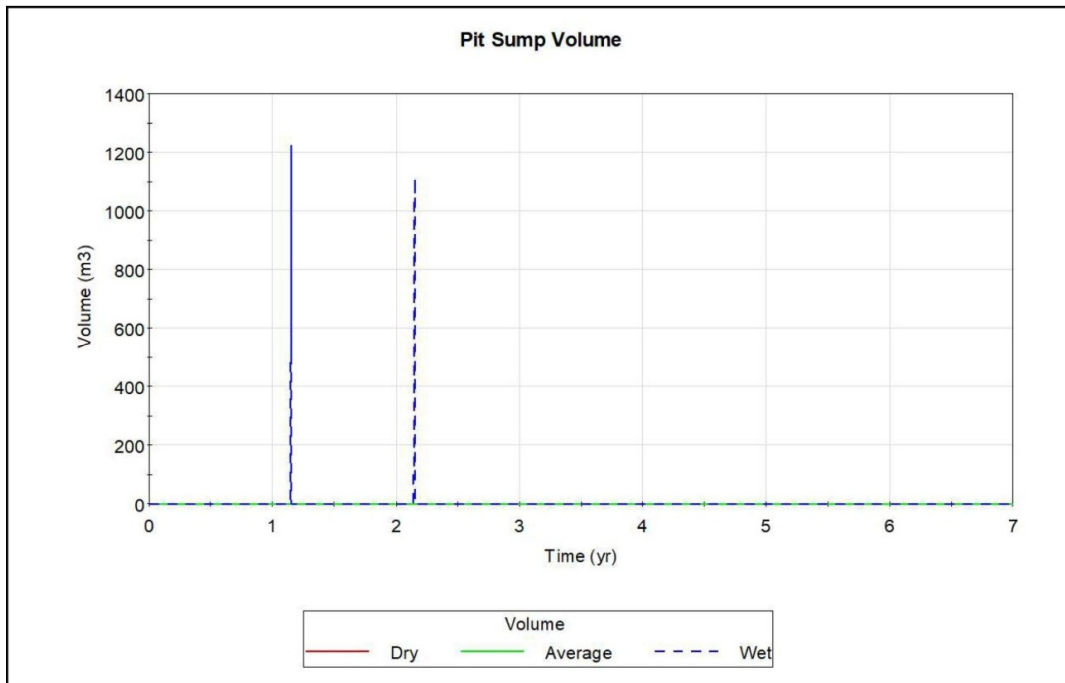
5.4.3 Χωρητικότητα των δεξαμενών στο ανοιχτό ορυχείο

Η διαχείριση των υδάτων στο ανοιχτό ορυχείο θα εξεταστεί λεπτομερώς στο επόμενο στάδιο του σχεδιασμού. Στην παρούσα ανάλυση, η εκροή και η εισροή υπόγειων υδάτων στο ανοιχτό ορυχείο συλλέγονται σε μια σειρά προσωρινών δεξαμενών χωρίς επένδυση που έχουν κατασκευαστεί στη βάση του ανοιχτού ορυχείου για κάθε ενεργή φάση. Για την εκτίμηση των ρυθμών άντλησης και των απαραίτητων όγκων αποθήκευσης νερού, πραγματοποιήθηκε διαστασιολόγηση για τα τρία σενάρια που υιοθετήθηκαν στο μοντέλο για ένα ξηρό, μέσο και υγρό έτος.

Οι ρυθμοί εισροής εκτιμήθηκαν για την εκροή που προκύπτει από τη μέγιστη έκταση της λεκάνης απορροής του ανοιχτού ορυχείου (3ο έτος λειτουργίας). Η εκροή εκτιμήθηκε για ένα συμβάν 1 στα 100 χρόνια χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία που περιγράφεται στις μεταβατικές ενότητες. Ο συνολικός ρυθμός εισροής που προέκυψε συγκρίθηκε με το εύρος των ρυθμών άντλησης για να προσδιοριστεί η κατάλληλη ισορροπία μεταξύ του μεγέθους της αντλίας και του όγκου του φρέατος του ορυχείου. Ο συνολικός όγκος που απαιτείται σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης καθορίστηκε σε 12.500 m³ εάν χρησιμοποιηθεί ρυθμός άντλησης 120 l/s προς την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτός ο μέγιστος όγκος δεν θα εμφανιστεί στα αποτελέσματα του ημερήσιου μοντέλου βήμα-βήμα, καθώς πρόκειται για εισροή πέντε ημερών.

Ο προσομοιωμένος όγκος νερού που αποθηκεύεται στο φρέαρ του ανοιχτού ορυχείου για τα τρία καθοριστικά σενάρια βροχόπτωσης παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Δεδομένου ότι το νερό αντλείται πρώτα στο εργοστάσιο και στη συνέχεια το πλεόνασμα αντλείται στην εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων, το νερό συσσωρεύεται μόνο για σύντομα διαστήματα κατά τη διάρκεια ημερών με έντονη βροχόπτωση στο σενάριο υγρού έτους.

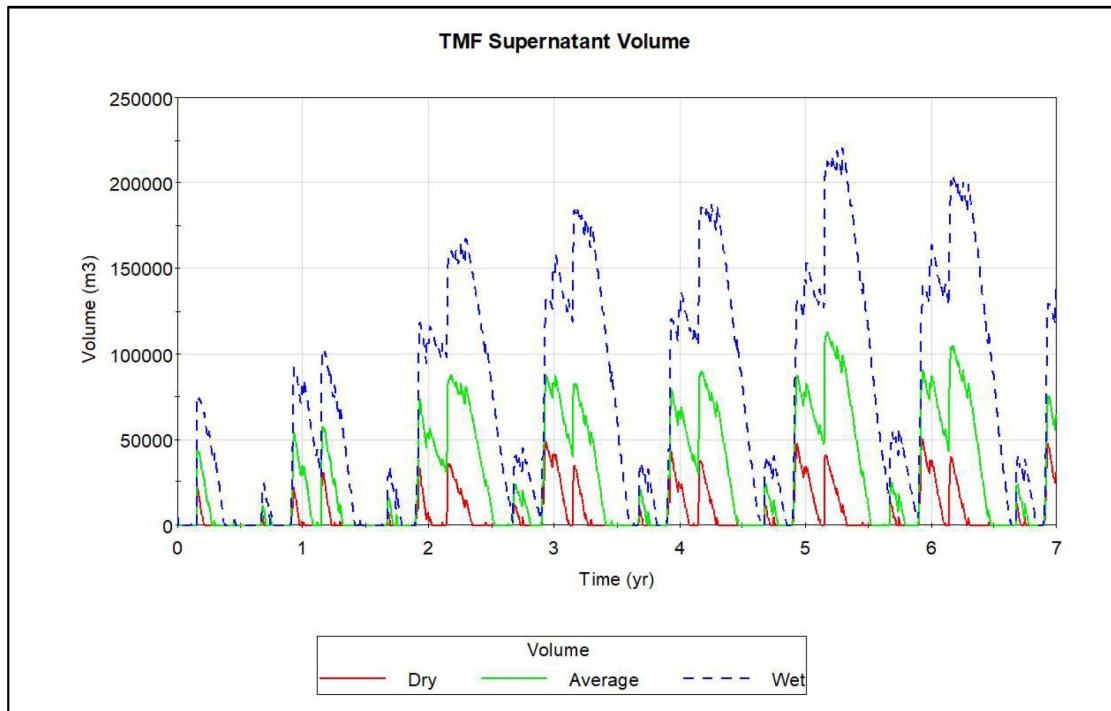
Ο ρυθμός άντλησης και ο συνολικός όγκος των δεξαμενών επιλέγονται έτσι ώστε οι δεξαμενές να παραμένουν άδειες για το μεγαλύτερο μέρος του έτους.



Σχήμα 12: Σωρευτικός όγκος των δεξαμενών στο ανοιχτό ορυχείο

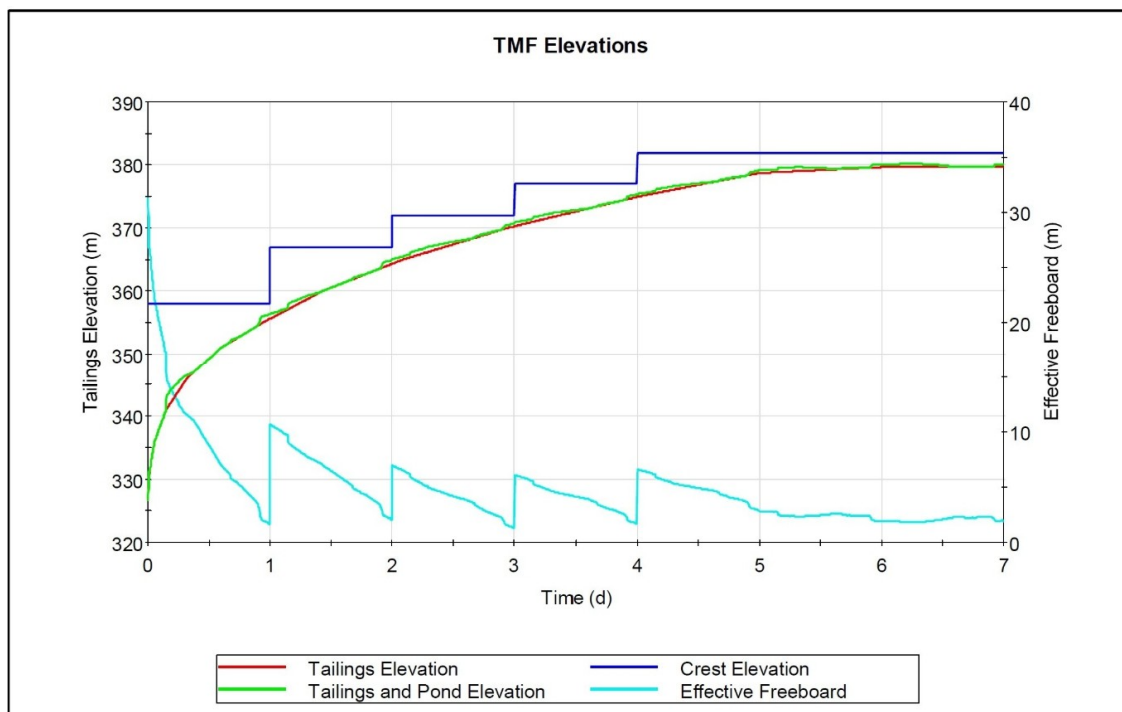
5.4.4 Χωρητικότητα της λίμνης καθίζησης της δεξαμενής αποβλήτων, TMF

Η χωρητικότητα της εγκατάστασης αποθήκευσης αποβλήτων αυξάνεται κάθε χρόνο μέχρι το 5ο έτος, οπότε η κορυφή (συμπεριλαμβανομένου ενός ελεύθερου ύψους 2 m) βρίσκεται σε υψόμετρο 384 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Ο μοντελοποιημένος μέγιστος όγκος νερού στη λίμνη καθίζησης είναι περίπου 50.000 m³ για ένα σενάριο ξηρής βροχόπτωσης, 115.000 m³ για ένα μέσο σενάριο και 220.000 m³ για ένα υγρό έτος. Η εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων έχει σχεδιαστεί για να φιλοξενεί τον όγκο του σεναρίου υγρού έτους και να έχει ελεύθερο ύψος μέχρι την κορυφή του τοίχου.



Σχήμα 13: Προσομοιωμένος όγκος της λίμνης καθίζησης της δεξαμενής αποβλήτων

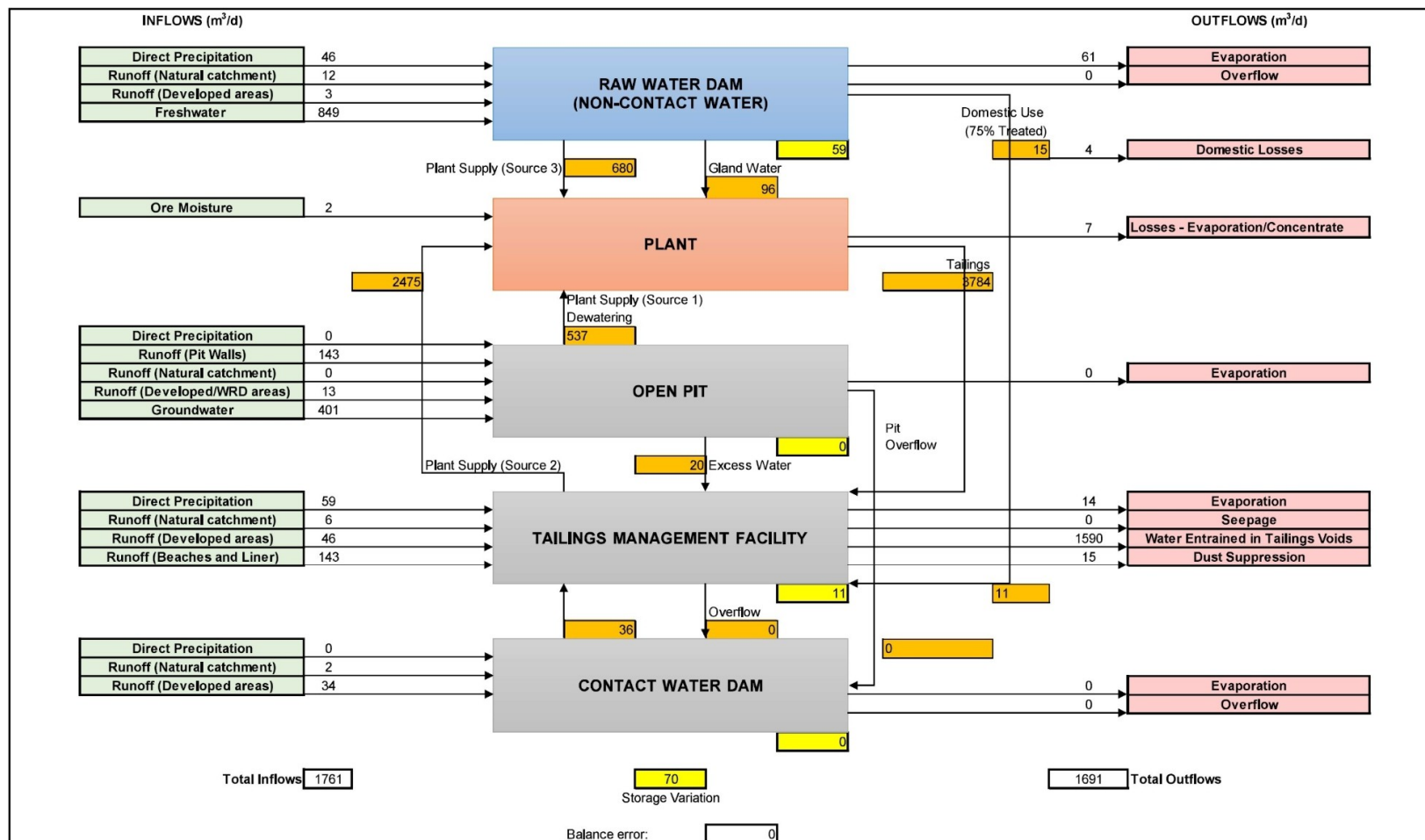
Στο σενάριο της υγρής χρονιάς, τα επίπεδα που φτάνουν η δεξαμενή καθίζησης και η κορυφή του τοίχου είναι παρόμοια, αλλά υπάρχει πάντα ελεύθερο ύψος πάνω από το επίπεδο του νερού, όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα. Το σχήμα αυτό δείχνει ότι υπάρχει επαρκές ελεύθερο ύψος για να συγκρατηθούν το νερό και τα απόβλητα στη δεξαμενή αποβλήτων.



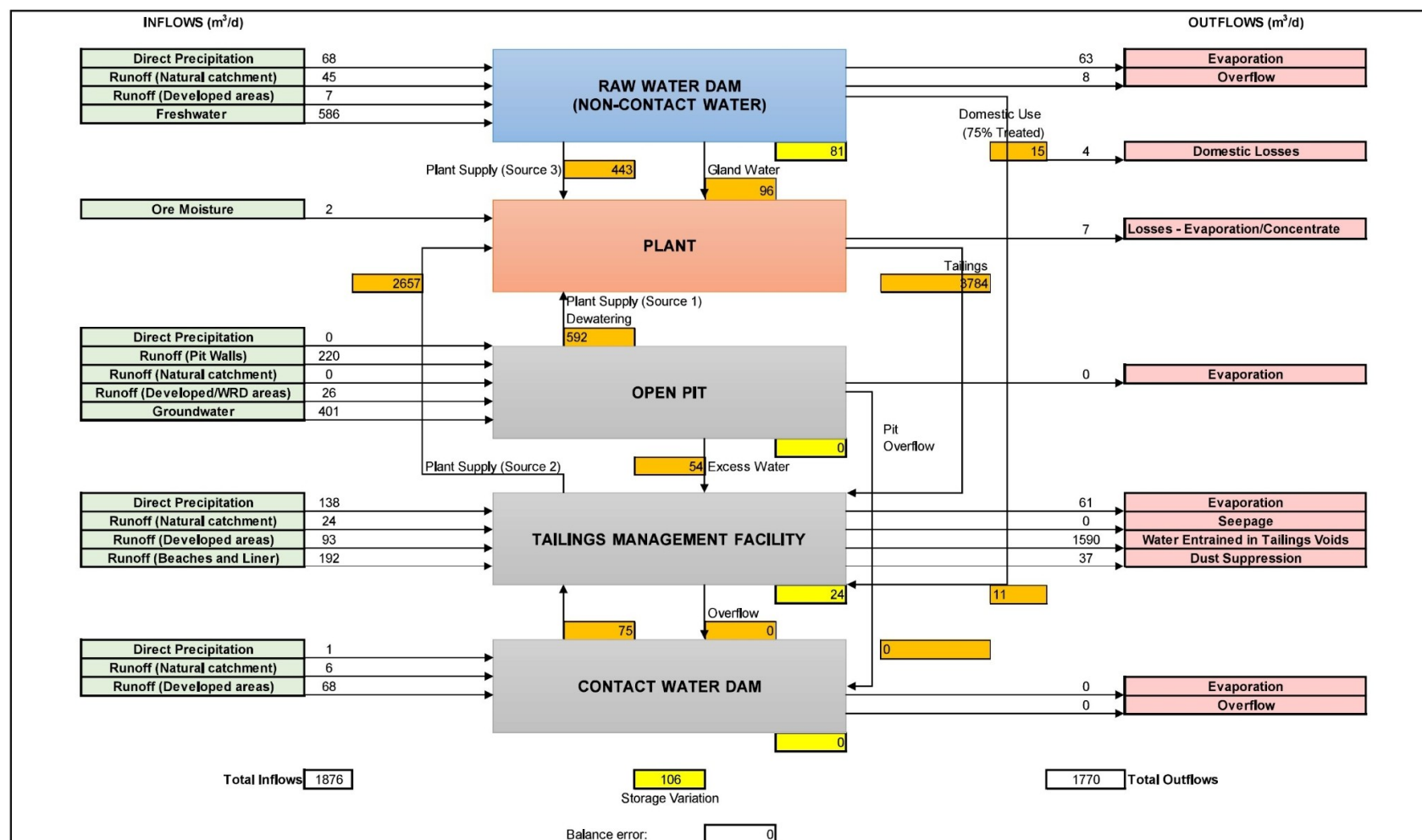
Σχήμα 14: Επίπεδο στη δεξαμενή καθίζησης σε περίπτωση υγρού έτους

5.4.5 Σύνοψη των σεναρίων ισορροπίας νερού

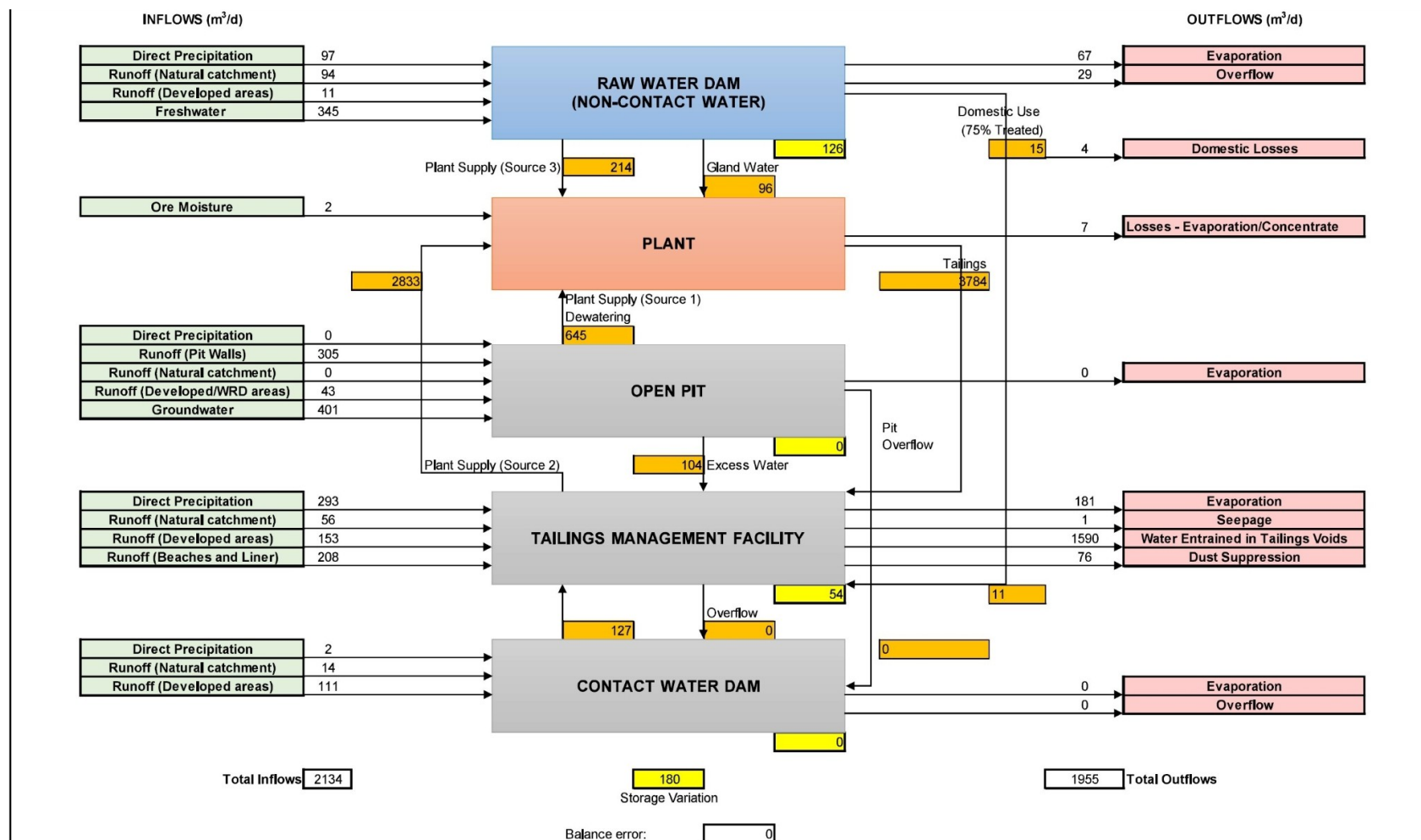
Τα ακόλουθα τρία διαγράμματα απεικονίζουν τις μέσες ροές (m³/d) και τους όγκους αποθήκευσης (m³) για ένα ξηρό, μέσο και υγρό έτος:



Σχήμα 15: Υδατικό ισοζύγιο σε περίπτωση ξηρού έτους



Σχήμα 16: Υδατικό ισοζύγιο σε περίπτωση μέσου υγρού έτους



Σχήμα 17: Υδατικό ισοζύγιο σε περίπτωση υγρού έτους

Τα διαγράμματα δείχνουν ότι η ολοκληρωμένη διαχείριση της ροής του νερού είναι επαρκώς ισορροπημένη και ακόμη και σε περίπτωση υγρού έτους, επιτυγχάνεται «μηδενική απόρριψη» στο περιβάλλον. Και στα τρία διαγράμματα, οι εκροές από τη λίμνη επαφής με το νερό είναι μηδενικές.

6.0 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

6.1 Ταξινόμηση των εγκαταστάσεων σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία

Σύμφωνα με την ισχύουσα εθνική νομοθεσία, οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού και η δεξαμενή αποβλήτων είναι εγκαταστάσεις HTS και, σύμφωνα με το έγγραφο «Πρότυπα για το σχεδιασμό υδραυλικών εγκαταστάσεων. Βασικές διατάξεις» της 13ης Δεκεμβρίου 2012, καθορίζονται η κατηγορία τους και ο αντίστοιχος συντελεστής ασφαλείας σχεδιασμού των εγκαταστάσεων υπερχειλισμού τους.

Πίνακας 28: Ταξινόμηση των κύριων εγκαταστάσεων HTS

Εγκατάσταση	Εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων TMF	Δεξαμενή νερού επαφής, CWD	Δεξαμενή γλυκού νερού, RWD
Βάση γεωλογικού πετρώματος:	Διαβρωμένοι/φρέσκοι γνεύσιοι	Διαβρωμένοι γνεύσιοι	Διαβρωμένοι γνεύσιοι
Συντελεστής διήθησης:	1E-6 m/s	1E-6 m/s	1E-6 m/s
Ύψος της εγκατάστασης:	67 m	12 m	36 m
Όγκος αποθηκευμένων αποβλήτων	6,125*1E+6 m ³		
Κατηγορία εγκατάστασης	Δεύτερη κατηγορία, II	Τέταρτη τάξη, IV	Τρίτη κατηγορία, III
Ελάχιστη ασφάλεια για τον υπολογισμό των διαστάσεων του υπερχειλιστή	0,1%, (1 ανά 1000 g)	1%, (1 στα 100 g)	0,5% (1 στα 200 g)

Στο επόμενο σημείο, ελέγχεται η δεξαμενή νερού επαφής επιπλέον του κανονιστικού ελάχιστου 1% και 0,1%, το οποίο εξασφαλίζει ότι ολόκληρο το σύστημα αποθήκευσης νερού επαφής έχει την απαραίτητη χωρητικότητα συγκράτησης για ένα έγκυρο συμβάν με πιθανότητα 1 στα 1000 έτη.

6.2 Έλεγχος της χωρητικότητας συγκράτησης και του ελεύθερου ύψους

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο τμήμα της έκθεσης, κάθε εγκατάσταση έχει σχεδιαστεί με ελεύθερο ύψος μεταξύ της στάθμης του νερού και του ύψους της κορυφής. Ο παρακάτω πίνακας παρέχει μια εκτίμηση της χωρητικότητας συγκράτησης κάθε εγκατάστασης, υποθέτοντας ότι οι υπερχειλιστές έκτακτης ανάγκης είναι σφραγισμένοι και δεν λειτουργούν.

Πίνακας 29: Εκτιμώμενη χωρητικότητα συγκράτησης

Παράμετρος	Εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων, TMF			Δεξαμενή επαφής με το νερό, CRD	
	Στάδιο	Στάδιο 2	Στάδιο 3	Στάδιο 1	
Ασφάλεια	0,1% (1 στα 1000)			1	0
Υψόμετρο κορώνας	36	375,0	384	311	311
Υψόμετρο/συντελεστής στάθμης νερού, m	358	373,5	383	308	306,2
Αρχικό ύψος, m	2	1	1	3	4,8
Ελεύθερο ύψος, m	0,37	0,77	0	0,3	1,9

Όπου: «Αρχικό ύψος» είναι το ύψος μεταξύ της στάθμης του νερού στο πίσω άκρο όταν ξεκινά το έκτακτο συμβάν, «ελεύθερο ύψος» είναι η διαφορά μεταξύ της αναγκαστικής στάθμης του νερού και του ύψους της κορυφής.

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, κάθε εγκατάσταση έχει την ικανότητα να φιλοξενήσει τις πρόσθετες μάζες νερού που θα κατευθύνονταν στον όγκο της ως αποτέλεσμα ενός σημαντικού συμβάντος με την αντίστοιχη ρυθμιστική ασφάλεια. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τις ακόλουθες παραδοχές:

- Το αρχικό επίπεδο σε κάθε δεξαμενή θεωρείται ότι είναι η μέγιστη στάθμη λειτουργίας του νερού.
- Ο συντελεστής εκροής θεωρείται ότι είναι 0,90.

Οι υποθέσεις ευνοούν την ασφάλεια και εξασφαλίζουν μια συντηρητική εκτίμηση της χωρητικότητας συγκράτησης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η δεξαμενή επαφής νερού έχει ελάχιστο ελεύθερο ύψος 0,30 m, υπό την προϋπόθεση ότι η στάθμη του νερού αρχίζει να ανεβαίνει από το υψόμετρο 308, το οποίο αντιστοιχεί σε θεωρητικό όγκο 25.000m³. Αν λάβουμε υπόψη τον υπολογισμένο όγκο νερού σύμφωνα με την ισορροπία νερού των 14.000 m³, που αντιστοιχεί στο υψόμετρο 306,2 m, προκύπτει ότι η δεξαμενή είναι σε θέση να αντιμετωπίσει ένα σημαντικό συμβάν που συμβαίνει μία φορά κάθε 1000 χρόνια και να διατηρήσει ένα σημαντικό απόθεμα σε ύψος μέχρι το υψόμετρο της κορυφής.

6.2.1 s προς CWD

Το παρακάτω γράφημα δείχνει την καμπύλη των αποθηκευμένων όγκων για τη δεξαμενή νερού επαφής (CWD):



Σχήμα 18: Καμπύλη των αποθηκευμένων όγκων στην κεφαλή CWD, [m³]

Η καμπύλη δείχνει ότι το δυναμικό του φρεατίου είναι μεγάλο και με αύξηση μόλις ενός μέτρου στο επίπεδο της κορυφής, κερδίζουμε επιπλέον 13.000 m³ ελεύθερου όγκου. Συνιστούμε στην επόμενη φάση του σχεδιασμού να αξιολογηθεί η δυνατότητα αύξησης του υψομέτρου της κορυφής στα 312 m, κάτι που θα εξασφαλίσει εφεδρική χωρητικότητα για ένα συμβάν 0,1% ακόμη και για επίπεδα νερού κ.308 (25.000 m³).

7.0 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

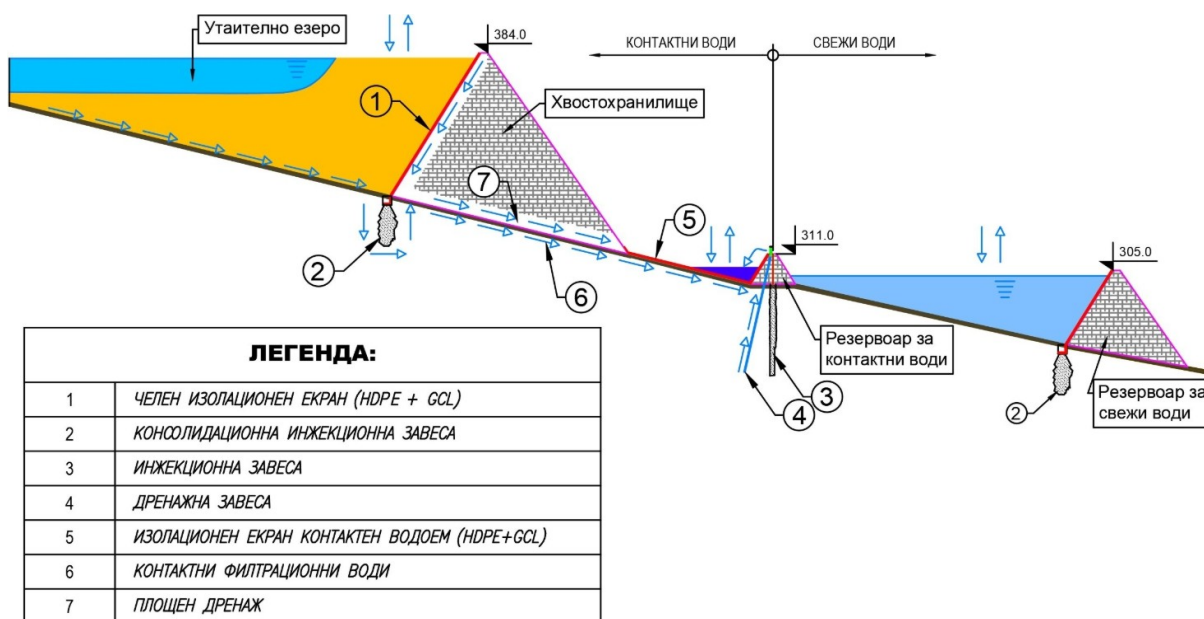
7.1 Εισαγωγή

Η στρατηγική διαχείρισης του νερού φιλτραρίσματος βασίζεται στην εμπειρία από προηγούμενα έργα, στις απαιτήσεις του BD και στις απαιτήσεις της Tintyana Exploration AD για τη συνεχή βελτίωση της διαδικασίας σχεδιασμού. Εφαρμόζεται επίσης μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, με το νερό φιλτραρίσματος να χωρίζεται σε νερό επαφής και νερό χωρίς επαφή σύμφωνα με την ακόλουθη αρχή:

- Νερό διήθησης επαφής: είναι όλο το νερό που έχει διεισδύσει από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης νερού επαφής, συμπεριλαμβανομένων όλων των φυσικών υπογείων υδάτων σε αυτές τις περιοχές.
- Νερό φιλτραρίσματος χωρίς επαφή: αυτό είναι όλο το νερό που έχει διεισδύσει βαθιά στην εγκατάσταση αποθήκευσης γλυκού νερού.

Η διαχείριση των ρών φιλτραρίσματος χωρίς επαφή αναφέρεται μόνο εν συντομία στην παρούσα μελέτη, καθώς δεν ορίζονται ως περιβαλλοντικό φορτίο και, αν και αποτελούν σημαντικό παράγοντα, θα εξεταστούν στις επόμενες φάσεις του έργου.

Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η βασική διαμόρφωση και τα κύρια κριτήρια σχεδιασμού των κύριων εγκαταστάσεων για τον έλεγχο του νερού διήθησης επαφής. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει ένα βασικό διάγραμμα για τη διαχείριση του νερού διήθησης:



Σχήμα 19: Βασικό διάγραμμα για τη διαχείριση του νερού φιλτραρίσματος

Πρέπει να σημειωθεί ότι, προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα του διηθημένου νερού επαφής, έχει ληφθεί η απόφαση να επενδυθεί ο πυθμένας και τα τοιχώματα της δεξαμενής νερού επαφής με ένα μονωτικό πλέγμα (Θέση 5). Κατ' αρχήν, δεν πρέπει να διαρρέει νερό φιλτραρίσματος από τη δεξαμενή, εκτός από την περίπτωση βλάβης της μεμβράνης. Τυχόν νερό από πιθανές διαρροές θα ενωθεί με τη ροή του νερού φιλτραρίσματος που προέρχεται από την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων.

Η ποσότητα του φιλτραρισμένου νερού από τη δεξαμενή αποβλήτων θα είναι το κύριο φορτίο στις εγκαταστάσεις μας. Ο ρυθμός ροής θα ελέγχεται με την εκτέλεση ενίσχυσης με τσιμεντοκονίαμα στη βάση του τοιχώματος της δεξαμενής αποβλήτων (Θέση 2). Το βάθος και ο αριθμός των σειρών τσιμεντοκονίας θα καθοριστούν στο επόμενο στάδιο του σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη τις συγκεκριμένες γεωλογικές συνθήκες στο τμήμα του τοιχώματος. Η ενίσχυση με τσιμεντοκονίαμα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε όλο το μήκος της αυλάκωσης αγκύρωσης του φίλτρου, έτσι ώστε να σχηματιστεί το απαραίτητο πρωτεύον φράγμα κατά της διήθησης. Το ελάχιστο βάθος της πρώτης σειράς οπών έγχυσης είναι 15,0 m.

Το νερό διήθησης επαφής που διέρχεται από τυχόν ρωγμές στο φίλτρο (Θέση 1), καθώς και το νερό διήθησης κάτω από τη βάση της εγκατάστασης, θα εισέλθει στη δεξαμενή επαφής είτε απευθείας μέσω της αποστράγγισης της περιοχής (Θέση 7) είτε αφού συλλεχθεί από την κουρτίνα αποστράγγισης (Θέση 4) και αντληθεί πίσω στη δεξαμενή νερού επαφής.

Το νερό που έχει περάσει από την κουρτίνα θα σταματήσει από το φράγμα έγχυσης (Θέση 3). Η κουρτίνα έγχυσης δεν είναι μόνο ένα φράγμα για το νερό που έχει περάσει από το φίλτρο επαφής, αλλά και ένα φράγμα για το νερό που δεν έχει περάσει από το φίλτρο επαφής. Αποτρέπει την ανάμιξη των δύο ροών, γι' αυτό και μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι οι ροές του νερού που έχει περάσει από το φίλτρο επαφής περιορίζονται κατά μήκος του άξονα της δεξαμενής CWD.

Στο σχέδιο, οι δύο κουρτίνες (αποστράγγισης και έγχυσης) εκτείνονται κατά μήκος του άξονα του τοιχώματος της κορώνας και συνεχίζουν στις πλαγιές τουλάχιστον μέχρι το υψόμετρο 340 (βλ. Παράρτημα Α), προκειμένου να δημιουργήσουν ένα αξιόπιστο φράγμα για τη διήθηση παράκαμψης από την εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων. Δεδομένης της απομακρυσμένης θέσης και της χαμηλής διαπερατότητας των στερεοποιημένων αποβλήτων ($1,0E-6 \sim 1,0E-7$ m/s), δεν αναμένεται σημαντική πίεση διήθησης από τη διήθηση παράκαμψης.

Στο επόμενο στάδιο του έργου, οι διαστάσεις και το βάθος της κουρτίνας θα καθοριστούν με βάση μια συγκεκριμένη γεωλογική εικόνα και μια ολοκληρωμένη ανάλυση των δύο εγκαταστάσεων – της δεξαμενής αποβλήτων και της δεξαμενής επαφής με το νερό.

Στις ακόλουθες γραμμές περιγράφονται οι βασικές αρχές και κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό και την υλοποίηση των προγραμματισμένων κουρτίνων έγχυσης και αποστράγγισης.

7.2 Κουρτίνα έγχυσης

Τα κύρια καθήκοντα της κουρτίνας έγχυσης κατά της διήθησης είναι:

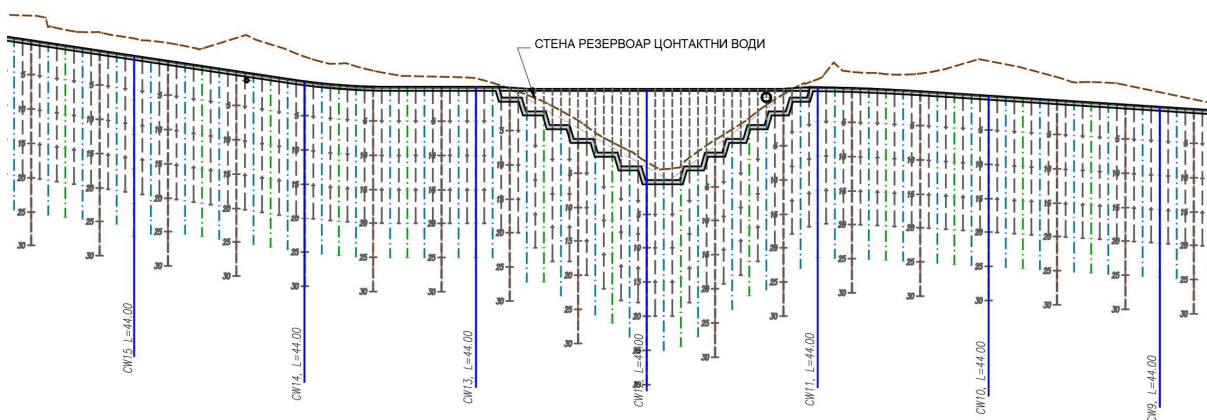
- η μείωση της διαπερατότητας του βράχου σε τιμές κάτω από 1 Lyuzhon (συντελεστής διήθησης $K_f \leq 1 \times 10^{-7}$ m/s) σε αυτή τη βραχομάζα, όπου η διαπερατότητα του νερού είναι μεγαλύτερη από 1 Lyuzhon.
- να σταματήσει η διήθηση του νερού μέσω της βραχομάζας προς την κοιλάδα Yuren Dere, η οποία θα αποτρέψει την ανάμιξη του διηθημένου νερού επαφής με το νερό χωρίς επαφή κατάντη το ρεύμα και
- να αποτρέψει την πιθανότητα σχηματισμού συγκεντρωμένων ρευμάτων διήθησης (διαχύσεως) στη βάση του βράχου κατά μήκος του άξονα της κουρτίνας έγχυσης.

Τα κύρια στοιχεία της κουρτίνας κατά της διήθησης είναι: το πλάτος, το βάθος και το μήκος.

Το απαιτούμενο ελάχιστο πλάτος της κουρτίνας θα εξασφαλιστεί με δύο σειρές κάθετων γεωτρήσεων, με απόσταση 0,5 m μεταξύ των σειρών. Με την αναμενόμενη (αποδεκτή) ακτίνα διάδοσης του διαλύματος έγχυσης για αυτό το πέτρωμα – 1,25 m, σε κάθε πλευρά του άξονα των δύο σειρών, η μάζα του πετρώματος που έχει υποστεί έγχυση θα συμπίπτει σε ελάχιστο πλάτος 0,5 m. Σε αυτή την περίπτωση, το πλάτος της κουρτίνας έγχυσης θα είναι: $0,5 \text{ m} + 2 \times 0,5 \text{ m} = 1,5 \text{ m}$.

Το βάθος της κουρτίνας έγχυσης πρέπει να είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις για αυτήν και τη διαπερατότητα του νερού από τη βραχομάζα. Η κουρτίνα αντιδιαπερατότητας θα διαπεράσει πρακτικά αδιαπέραστα πετρώματα με διαπερατότητα νερού 1 Lyuzhon. Δεδομένου ότι η διαφορά πίεσης μειώνεται με την αύξηση του βάθους, το σχεδιαστικό πλάτος της κουρτίνας δεν χρειάζεται να διατηρεί το πλάτος του σε όλο το βάθος της. Μόνο η πρώτη σειρά γεωτρήσεων από την πρώτη σειρά θα φτάσει στο υποθετικό βάθος σχεδιασμού των 30 m. Η δεύτερη και η τρίτη σειρά γεωτρήσεων από την πρώτη σειρά είναι μικρότερες κατά 1 διάστημα έγχυσης (5 m), και οι γεωτρήσεις από τη δεύτερη σειρά είναι μικρότερες κατά δύο διαστήματα έγχυσης (10,0 m). Επομένως, μπορεί να προταθεί ότι το σχεδιαστικό πλάτος της κουρτίνας 1,5 m εξασφαλίζεται σε βάθος 20 m.

Σε αυτό το στάδιο του έργου, το μήκος της κουρτίνας έγχυσης προβλέπεται να είναι 340 m. Καλύπτει την κοιλάδα Yuren Dere από την αριστερή προς τη δεξιά πλαγιά σε υψόμετρο 340 m. Το συνολικό μήκος της γεώτρησης για τις δύο σειρές είναι περίπου 6.340 m. Ο μέγιστος αριθμός γεωτρήσεων σε κάθε σειρά είναι 137. Η απαίτηση διαπερατότητας νερού για την ολοκληρωμένη κουρτίνα έγχυσης είναι 1 Lyuzhon και θα επαληθευτεί με γεωτρήσεις ελέγχου. Αυτές αντιπροσωπεύουν έναν επιπλέον όγκο περίπου 10% για τη διάτρηση. Ένα σχηματικό προφίλ κατά μήκος της κουρτίνας (συμπεριλαμβανομένης της αποστράγγισης) παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα, ενώ ένα σχέδιο της κουρτίνας παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α.



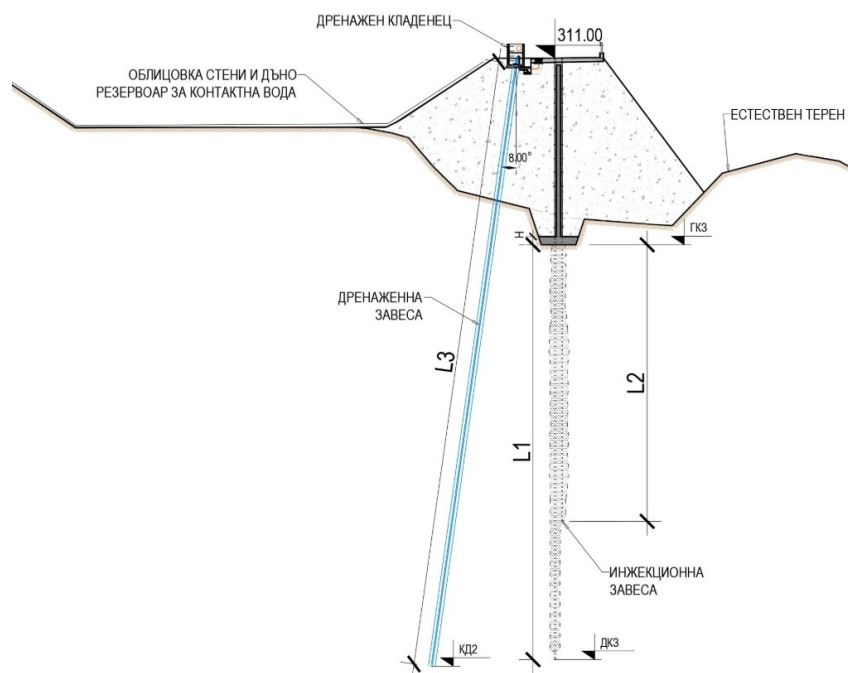
Σχήμα 20: Αποστράγγιση και κουρτίνα έγχυσης. Τυπική διαμήκης τομή

Κάθε σειρά και κάθε γεώτρηση της κουρτίνας έγχυσης πρέπει να επισημαίνεται επί τόπου με την αρίθμηση που αντιστοιχεί στο Έργο. Η σειρά εκτέλεσης των σειρών απαιτεί να εκτελεστεί πρώτα η πρώτη σειρά της κουρτίνας, ακολουθούμενη από τη δεύτερη σειρά. Οι γεωτρήσεις στις σειρές θα εκτελεστούν με τη μέθοδο «διαδοχικής συμπύκνωσης», σε τρεις ακολουθίες - πρώτα, θα εκτελεστεί η πρώτη ακολουθία γεωτρήσεων (κάθε 10,0 m), στη συνέχεια εκείνες της δεύτερης ακολουθίας, οι οποίες βρίσκονται μεταξύ των γεωτρήσεων της πρώτης ακολουθίας - σε απόσταση 5 m. Τέλος, θα πραγματοποιηθούν οι γεωτρήσεις της τρίτης ακολουθίας, οι οποίες μειώνουν κατά το ήμισυ την απόσταση μεταξύ των γεωτρήσεων της πρώτης και της δεύτερης ακολουθίας σε 2,5 m. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει μια κατά προσέγγιση προδιαγραφή της προγραμματισμένης κουρτίνας έγχυσης:

Πίνακας 30: Προδιαγραφές γεωτρήσεων κουρτίνας έγχυσης

Τρύπα έγχυσης		Βάθος, m	Απόσταση σε κάτοψη	Συνολικός αριθμός	Συνολικό μήκος, m
I ^{vi} σειρά	I ^{va} ακολουθία	30	10	35	1050
I ^{vi} σειρά	II ^{ra} ακολουθία	25	10.	35	875
I ^{vi} σειρά	III rd ακολουθία	25	5	69	1725
II ⁿ θέση	I ^{va} σειρά	20	10	35	700
II nd σειρά	II ^{ra} ακολουθία	20	10	35	700
II nd σειρά	III ⁿ σειρά	20	5	69	1380

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μετάβαση από τη μία ακολουθία στην επόμενη θα πραγματοποιηθεί αφού διαπιστωθεί η ανάγκη για την εφαρμογή της. Με βάση τα αποτελέσματα της δοκιμής νερού και της έγχυσης των γεωτρήσεων από μια δεδομένη ακολουθία, θα προσδιοριστεί περαιτέρω το βάθος των γεωτρήσεων από την επόμενη ακολουθία. Δεν θα πραγματοποιηθεί διάτρηση γεωτρήσεων από μία ακολουθία έως ότου όλες οι γεωτρήσεις από την προηγούμενη ακολουθία έχουν υποβληθεί σε έγχυση σε ένα συγκεκριμένο τμήμα της κουρτίνας.



Σχήμα 21: Κουρτίνα αποστράγγισης και έγχυσης. Τυπική διατομή

Ο αριθμός και το μήκος των γεωτρήσεων που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα είναι τα μέγιστα προβλεπόμενα. Εάν τα δείγματα νερού δείξουν ότι έχει επιτευχθεί το κριτήριο του 1 Λγυjon, η έγχυση σε μια δεδομένη ακολουθία θα διακοπεί.

7.3

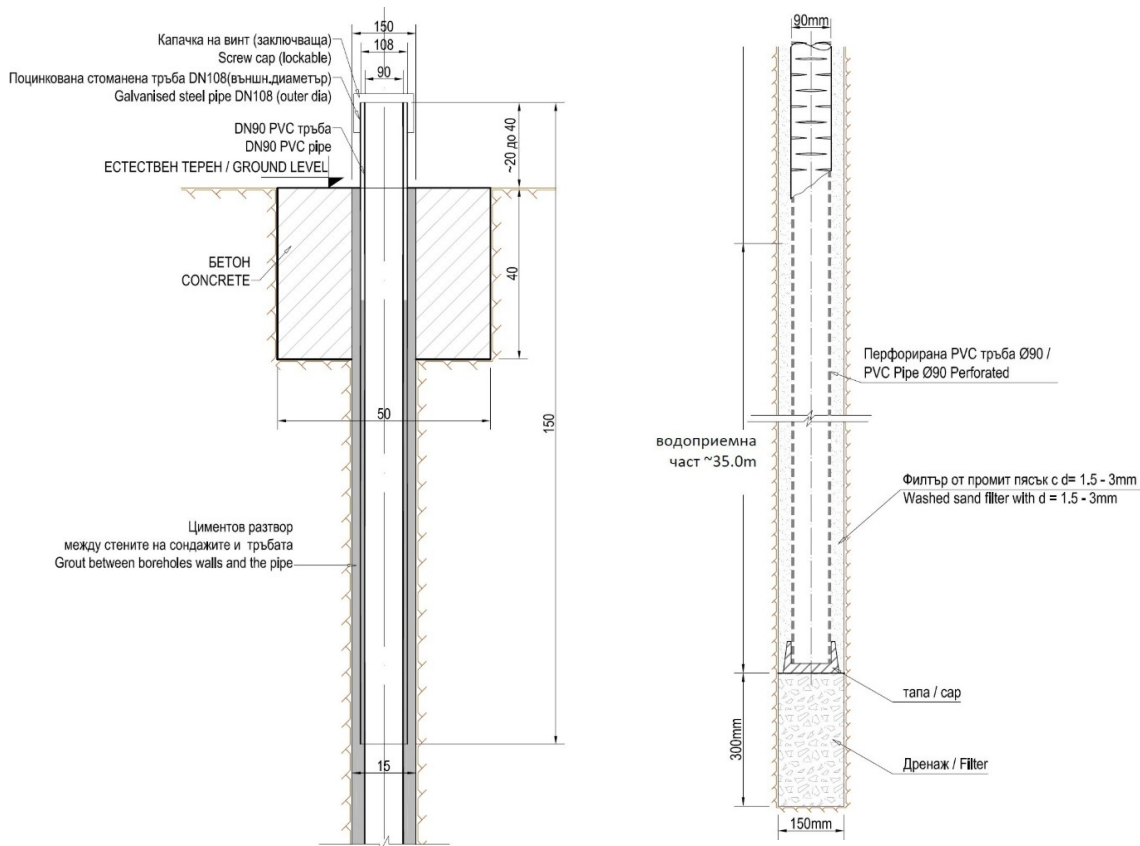
Η κουρτίνα αποστράγγισης αποτελείται από 16 γεωτρήσεις (με απόσταση 20-25 m μεταξύ τους) που λειτουργούν ως ενιαίο σύστημα αντλώντας το φιλτραρισμένο νερό σε έναν κοινό συλλέκτη που μεταφέρει το νερό στη λίμνη επαφής CWD. Σε αυτό το στάδιο του έργου, οι γεωτρήσεις αποστράγγισης προβλέπεται να κατασκευαστούν σε βάθος έως 45 m.

Η κουρτίνα αποστράγγισης κατασκευάζεται παράλληλα με την κουρτίνα έγχυσης σε κάτοψη, αλλά σε γωνία 8-10 μοιρών ως προς την κατακόρυφο (βλ. Εικόνα 21). Στην κατεύθυνση της ροής, η κουρτίνα αποστράγγισης κατασκευάζεται πριν από την κουρτίνα έγχυσης και βρίσκεται μεταξύ αυτής και της λίμνης επαφής νερού.

Κάθε πηγάδι στην κουρτίνα αποστράγγισης πρέπει να είναι εξοπλισμένο με αντλιοστάσιο αποστράγγισης. Κάθε αντλιοστάσιο έχει σχεδιαστεί για να αντλεί τις εισερχόμενες ποσότητες νερού στο βράχο μπροστά από την κουρτίνα αντιδιήθησης. Για την προκαταρκτική ανάλυση, ο ρυθμός ροής των αντλιών μπορεί να καθοριστεί σε 0,35 l/s σε ύψος 45

μ. Αναμένεται να λειτουργούν για αρκετές ώρες την ημέρα, διαφορετικά η ροή νερού από την κουρτίνα αποστράγγισης θα είναι 40-50 m³/ημέρα.

Από δομική άποψη, η γεώτρηση είναι επενδυμένη με χαλύβδινο σωλήνα για τα πρώτα 1,5-2 m, μετά τα οποία ο χώρος μεταξύ του σωλήνα και των τοιχωμάτων της γεώτρησης γεμίζεται με τσιμεντοκονία σε βάθος 4 m. Συνολικά, τα πρώτα 5~10 m γεμίζονται με μη διάτρητο σωλήνα. Το τμήμα εισαγωγής νερού είναι τα επόμενα 35 m, στα οποία τοποθετείται ένας διάτρητος σωλήνας PVC και ένα φίλτρο πλυμένης άμμου. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα σχηματικό διάγραμμα του φρεατίου αποστράγγισης:



Σχήμα 22: Φρεάτιο αποστράγγισης, λεπτομέρειες για το άνω και κάτω άκρο

Η διάταξη της κουρτίνας παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α.

8.0 ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΕΓΓΡΑΦΑ

- CSA Global (2018). Προκαταρκτική οικονομική αξιολόγηση - Έργο Rosino, ιδιοκτησία Tintyana, Βουλγαρία. Τεχνική έκθεση ΝΙ 41-101. Αρ. R448.2018.
- Chow VT, D Maidment και LW Mays (1988). Εφαρμοσμένη υδρολογία. McGraw-Hill, 1988.
- Chow VT (1959). Υδραυλική ανοικτών καναλιών. McGraw-Hill, Νέα Υόρκη, 1959.
- Goldar (2019). Προμελέτη Rosino. Έκθεση με τα πραγματικά στοιχεία των υδρογεωλογικών ερευνών. 19127003.3002.B.O.
- Goldar (2020a). Προμελέτη Rosino. Έκθεση με τα πραγματικά στοιχεία για τα επιφανειακά ύδατα, στάδιο 3. 19127003.3003.B.O.
- Goldar (2020b). Προμελέτη Rosino: Υδρογεωλογία - Στάδιο 4 - Ερμηνευτική ανάλυση και σχεδιασμός. 19127003.4004.B.O.
- Adamson, PT και TKF Chong (1992). Ανασκόπηση των διαδικασιών αξιολόγησης του κινδύνου αστικών πλημμυρών. Swindon, Ηνωμένο Βασίλειο.
- Kent WM (1973). Μια μέθοδος για την εκτίμηση του όγκου και της ταχύτητας της απορροής σε μικρές λεκάνες απορροής στο Τεχνικό Έγγραφο 49. Υπηρεσία Διατήρησης Εδάφους (SCS) του Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών
Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών: Ουάσιγκτον, Περιφέρεια της Κολούμπια.
- Σχεδιασμός και Ανάλυση (PIA) (2019). ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ της εκροής στον ποταμό Biala και τον παραπόταμό του Agra Dere κοντά στο χωριό Gugutka, δήμος Inaylongrad, περιοχή Haskovo. PIA 19-P165-HO-E-001, 10.2019
- Σώμα Μηχανικών του Στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών (2020). HEC-HMS, έκδοση 4.3. Ιστόσελida: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>. Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2020.
- Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (USDA) (2007α). Κεφάλαιο 7: Υδρολογικές ομάδες εδαφών. Μέρος 630 Υδρολογία — Εθνικό Εγχειρίδιο Μηχανικής. 210-VI-NEH.
- Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (USDA) (2010). Κεφάλαιο 15: Χρόνος συγκέντρωσης. Μέρος 630 Υδρολογία — Εθνικό Εγχειρίδιο Μηχανικής. 210-VI-NEH.
- Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (USDA) (2007β). Κεφάλαιο 16: Υδρογραφήματα. Μέρος 630 Υδρολογία — Εθνικό Εγχειρίδιο Μηχανικής. 210-VI-NEH.
- Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) (2009). Οδηγός για την εκτίμηση της πιθανής μέγιστης βροχόπτωσης (PMP). WMO αριθ. 1045.
- Σχεδιαστικό έργο για την εξόρυξη και την πρωτογενή επεξεργασία χρυσούχων μεταλλευμάτων από το κοίτασμα Rosino. GEOPROJECT EOOD, έκδοση 2022.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Σχέδια

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Βελτιωμένη εγκατάσταση εξάτμισης. Προμηθευτής δειγμάτων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Δεδομένα σχετικά με τις ετήσιες ποσότητες βροχόπτωσης –
πρωτογενή δεδομένα για μια περίοδο 46 ετών

