

LIFE 18 ENV/GR000019



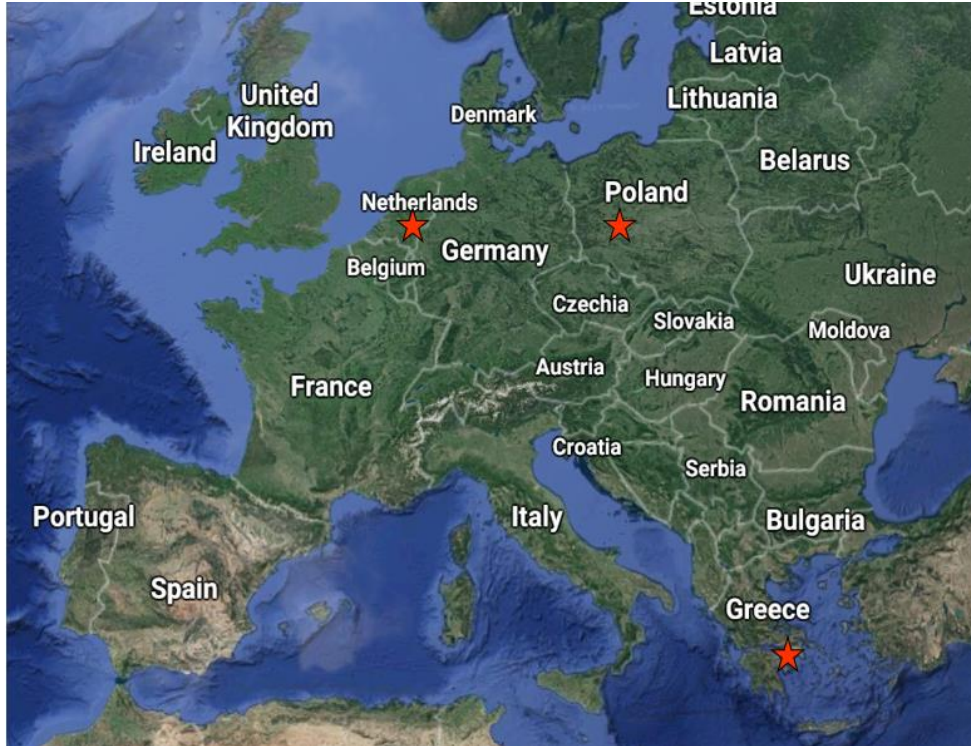
Life BRINE  MINING

LIFE BRINE MINING

Demonstration of an advanced technique for eliminating coal mine wastewater (brines) combined with resource recovery

Μαρία Λοιζίδου
Καθηγήτρια ΕΜΠ
mloiz@chemeng.ntua.gr

The project is co-funded by the EU LIFE Programme



Επίδειξη προηγμένης τεχνικής για την επεξεργασία των λυμάτων ανθρακωρυχείου σε συνδυασμό με την ανάκτηση πόρων

Χώρα Εφαρμογής Έργου: Πολωνία

Προϋπολογισμός Έργου:
6,383,847 €

Χρηματοδότηση
EE (LIFE+):
3,508,365 €

Διάρκεια:
58 μήνες

Ημ. Έναρξης:
01/10/2019

Ημ.
Ολοκλήρωσης:
30/06/2024

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ



National Technical
University of Athens



Εταίροι



GLOWNY INSTYTUT
GORNICTWA



LENNTECH



NEVIS-NOVEL
Environmental
Solutions S.A.



SEALEAU B.V.



Silesian University
of Technology



POLSKA GRUPA
GORNICZA



THERMOSSOL
STEAMBOILERS S.A.



Titan Salt B.V.



The project is co-funded by the EU LIFE Programme



Απόρριψη Άλμεων στο Περιβάλλον

Άλμες – Γενικές Πληροφορίες

- Διαλύματα με υψηλή συγκέντρωση αλάτων – κυρίως NaCl
- Παράγονται από μονάδες αφαλάτωσης & βιομηχανία (χημική, εξόρυξη άνθρακα, υφαντουργία, παραγωγή τροφίμων)
- Η απόρριψή τους έχει ως αποτέλεσμα την απόρριψη τόνων αλάτων σε επιφανειακά ύδατα

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Απόρριψης Άλμεων στο Περιβάλλον

- Ρύπανση Επιφανειακών Υδάτινων Σωμάτων
- Αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων στο έδαφος
- Υποβάθμιση ποιότητας υπόγειων υδάτων
- Συσσώρευση χλωριόντων και θειϊκών ιόντων σε ένα υδάτινο σώμα – το νερό καθίσταται περισσότερο διαβρωτικό

Περιβαλλοντικά Οφέλη από την Επεξεργασία Άλμεων

Επεξεργασία Άλμεων

Εκατομμύρια κυβικά νερού μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για αγροτική, βιομηχανική και δημοτική χρήση

Συμβολή στην αντιμετώπιση λειψυδρίας

Τόνοι ανακτώμενων αλάτων μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία, αντί να απορριφθούν σε υδάτινα σώματα

Καλύτερη οικολογική κατάσταση εδάφους και υδάτινων σωμάτων

Μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις και μειωμένες εκπομπές CO₂ κατά την ανάκτηση αλάτων από άλμη, σε σύγκριση με τη συμβατική παραγωγή τους

Εξόρυξη άνθρακα-Άλμες Ανθρακωρυχείων

Εξόρυξη άνθρακα στην Ευρώπη

□ Το 2021, το 44% της ολικής παραγωγής λιγνίτη παράχθηκε στη Γερμανία (244 τόννοι).

□ Ο μεγαλύτερος παραγωγός λιθάνθρακα (hard coal) στην Ευρώπη σήμερα είναι η Πολωνία, καταλαμβάνοντας το 95% της ολικής παραγωγής του στην ΕΕ.

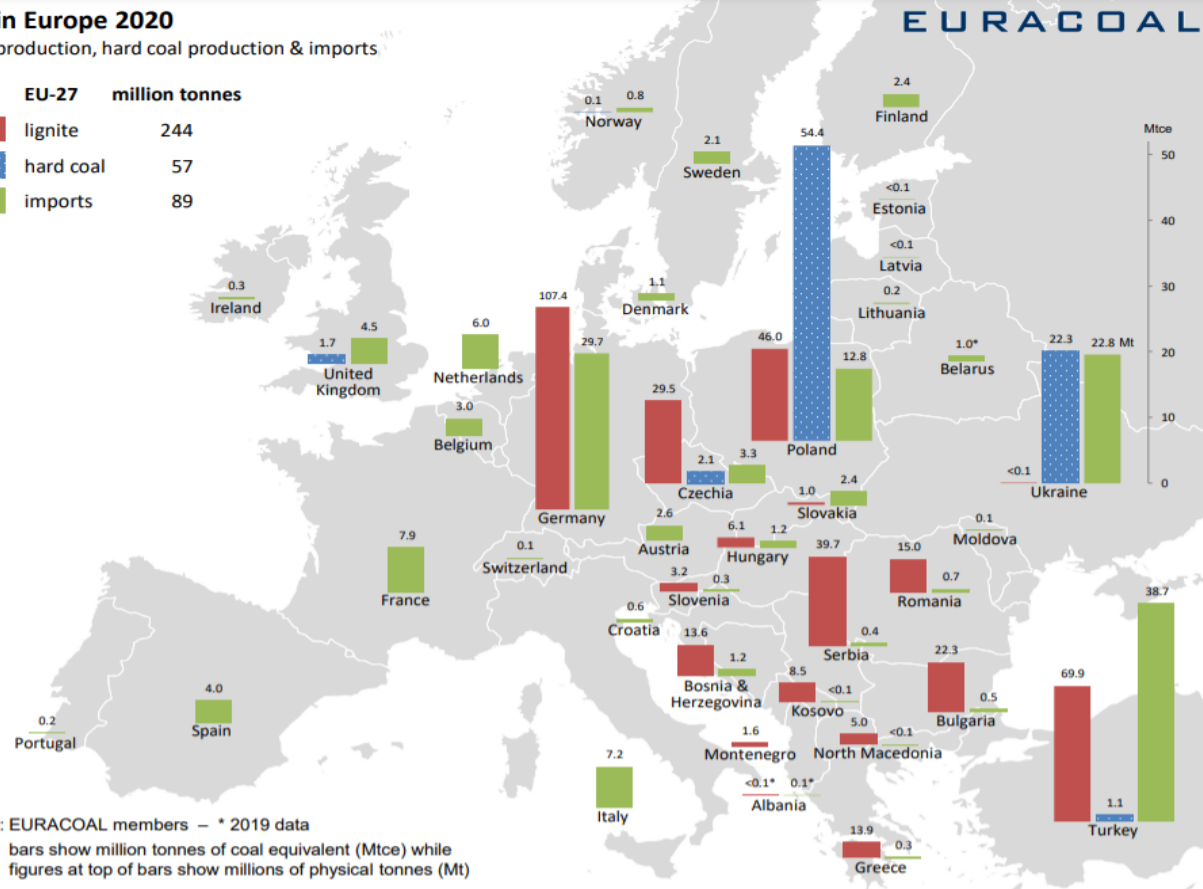
□ Η Ελλάδα παράγει λιγνίτη σε πολύ μικρό ποσοστό εν συγκρίσει με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, παρά το γεγονός ότι, υπό την πίεση της αύξησης στην τιμή του φυσικού αερίου και του πετρελαίου, έχει σημειωθεί σημαντική αύξηση το τελευταίο διάστημα στη χρήση του λιγνίτη από τη ΔΕΗ

(https://www.efsyn.gr/oikonomia/elliniki-oikonomia/334772_dynamiki-epistrofi-toy-ligniti-stin-paragogi-reymatos)

Coal in Europe 2020

lignite production, hard coal production & imports

EU-27	million tonnes
lignite	244
hard coal	57
imports	89



Εξορυκτική Βιομηχανία Άνθρακα

Απόρριψη τεραστίων ποσοτήτων
αλατούχων υγρών λυμάτων

Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου
στην ατμόσφαιρα

Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά

Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Προστασία Υδάτων

Κλιματική Αλλαγή

Στόχοι

1. Πρόληψη υποβάθμισης (προστασία) και βελτίωση κατάστασης υδάτινων οικοσυστημάτων (επιφανειακών και υπόγειων)
2. Ορθολογική και αειφόρος διαχείριση των υδάτινων πόρων, ώστε να διασφαλιστεί σε μακροχρόνια βάση η επαρκής διαθεσιμότητα υψηλής ποιότητας νερού για όλες τις απαραίτητες χρήσεις
3. Άμβλυση φαινομένων πλημμύρας και ξηρασίας
4. Δέσμευση των Κρατών-Μελών για επίτευξη "καλής οικολογικής κατάστασης" σε όλα τα νερά, αρχικά ως το 2015, με τελευταία προθεσμία το έτος 2027.

Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία



European
Green Deal

Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (EU Green Deal): Στόχος είναι να γίνει η Ευρώπη, η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος ως το 2050 – καθαρότερο περιβάλλον, προσιτή ενέργεια, νέες θέσεις εργασίας

Η ΕΕ έχει δεσμευτεί να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% πριν το 2030, και κατά τουλάχιστον 80% ως το 2050

Η στρατηγική αυτή απαιτεί μετάβαση από τη χρήση ορυκτών καυσίμων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Αποτέλεσμα αυτής της μετάβασης είναι η σταδιακή απεξάρτηση της παραγωγής ενέργειας από τον άνθρακα

Σταδιακή παύση λειτουργίας ανθρακωρυχείων

Ευρωπαϊκή Πολιτική: Ενεργειακή μετάβαση σε κλιματικά ουδέτερη οικονομία & Προστασία Υδάτων



Επιπτώσεις στον τομέα εξόρυξης άνθρακα:
Παύση λειτουργίας ανθρακωρυχείων

Πρόβλημα: Η απορροή άλμεων ανθρακωρυχείου θα συνεχιστεί και μετά το κλείσιμο των ανθρακωρυχείων

Λύση: Απαιτείται επεξεργασία των άλμεων πριν την απόρριψή τους στο υδάτινο οικοσύστημα



Συνέπειες απόρριψης άλμεων ανθρακωρυχείου



Άλμες
Ανθρακωρυχείου

Υγρά απόβλητα με υψηλό
περιεχόμενο σε χλωριόντα
και θειϊκά ιόντα

Τόνοι αλάτων απορρίπτονται σε
επιφανειακά υδάτινα σώματα,
στη θάλασσα και σε Σταθμούς
Επεξεργασίας Λυμάτων

Περιβαλλοντική Ρύπανση

Ρύπανση επιφανειακών υδάτων

Άλλες περιβαλλοντικές πιέσεις

Επιπτώσεις στη
χλωρίδα και πανίδα

Μη υλοποίηση των στόχων της
Οδηγίας – Πλαίσιο για τα νερά

Συσσώρευση αλάτων στο
έδαφος και τα υπόγεια ύδατα

Αδυναμία χρήσης υφάλμυρου νερού από τη
βιομηχανία και τη γεωργία

Περιοχή Εγκατάστασης Πιλοτικού Συστήματος Life Brine-Mining



- Η Πολωνία είναι ο κύριος παραγωγός λιθάνθρακα στην ΕΕ
- Τα ανθρακωρυχεία της χώρας παράγουν τεράστιες ποσότητες αλατούχων υγρών απορροών
- Οι αλατούχες υγρές απορροές καταλήγουν άμεσα ή έμμεσα σε υδάτινα σώματα
- Η οικολογική κατάσταση των ποταμών της Πολωνίας έχει χαρακτηριστεί ως μέτρια
- Ο ποταμός Βίστουλας, που περιλαμβάνει το 55% γλυκού νερού της χώρας, υφίσταται υφαλμύριση
- Οι οικονομικές απώλειες από την υφαλμύριση του Βίστουλα εκτιμώνται να είναι ίσες με: 150-200 εκ. \$ το χρόνο

Περιοχή εγκατάστασης του Πιλοτικού Συστήματος

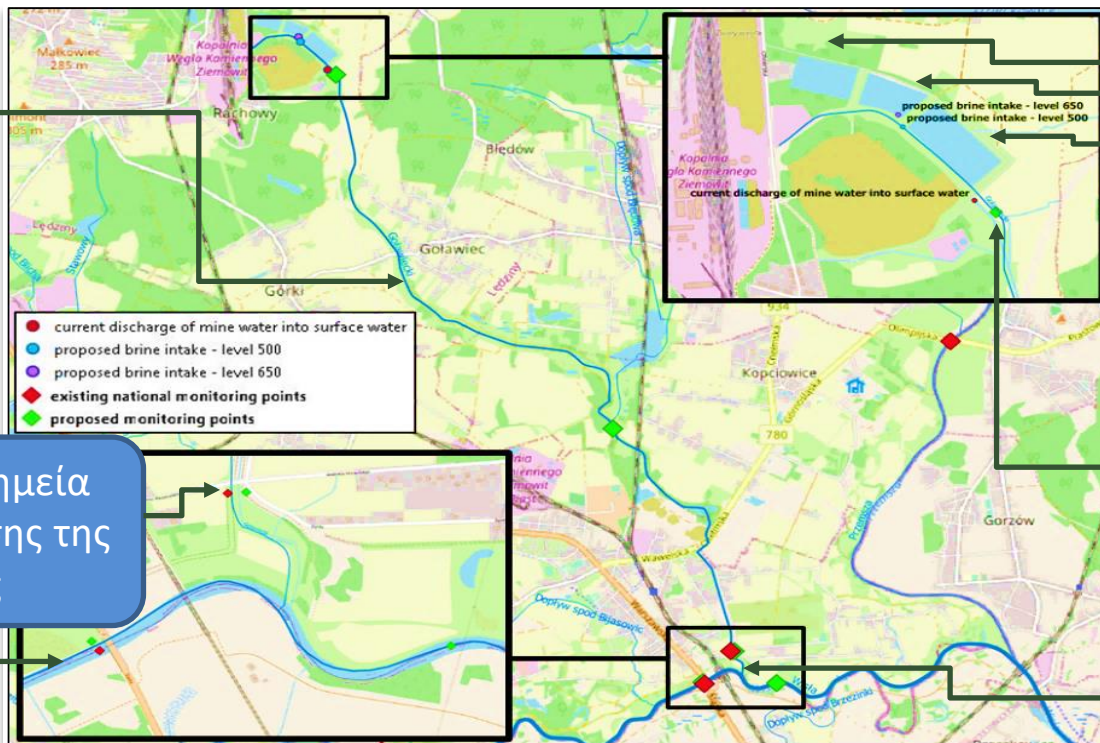
- Το πιλοτικό σύστημα εγκαταστάθηκε στην περιοχή του ορυχείου Ziemowit, στην πόλη Łędziny, στη Νότια Πολωνία
- Το ορυχείο Ziemowit ανήκει στην εταιρεία PGG, τον μεγαλύτερο παραγωγό λιθάνθρακα στην ΕΕ
- Η άλμη υψηλής αλατότητας που απορρέει από το ορυχείο, απορρίπτεται σε τεχνητές λίμνες για την καθίζηση αλάτων και στερεών
- Παρά την καθίζηση των στερεών στις λίμνες, άλατα καταλήγουν στον ποταμό Βίστουλα



Το ανθρακωρυχείο Ziemowit,
το οποίο ανήκει στην εταιρεία
PGG

Περιοχή εγκατάστασης του Πιλοτικού Συστήματος & Περιοχή – Στόχος του Έργου

Υδατόρευμα
Golawiecki



Τα 2 εθνικά σημεία παρακολούθησης της περιοχής

Οι τρεις τεχνητές λίμνες του ορυχείου Ziemowit. Σε κάθε λίμνη απορρίπτεται άλμη από διαφορετικό βάθος του ορυχείου

Πηγή του υδατορεύματος Golawiecki

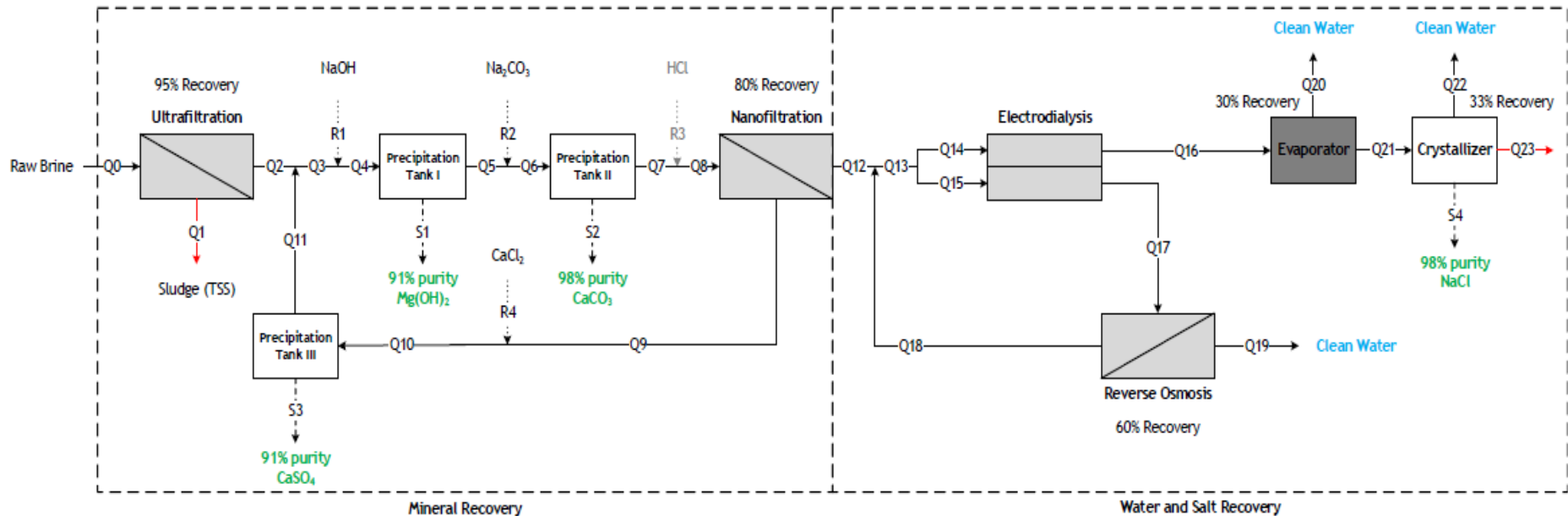
Εκβολή του υδατορεύματος στον ποταμό Μικρός Βίστουλας

The project's target area: The Goławiecki Stream and the Small Vistula R

Αποτελέσματα της απόρριψης άλμεων ανθρακωρυχείου στο Υδατόρευμα και στον Ποταμό Βίστουλα

- ❑ Εθνική Έκθεση Παρακολούθησης (2019): Κακή κατάσταση νερού
- ❑ Εργαστηριακές Αναλύσεις στο πλαίσιο του Έργου Brine-Mining: Υψηλό περιεχόμενο σε χλωρίδια, ιόντα νατρίου και θειϊκά ιόντα
- ❑ Η αγωγιμότητα του υδατορεύματος Goławiecki πλησιάζει το επίπεδο του θαλασσινού νερού
- ❑ Υψηλή σκληρότητα νερού στην πηγή του υδατορεύματος Goławiecki
- ❑ Υψηλά επίπεδα των K^+ , Br^- , Sr , Mn^{+2} , B , HCO_3^- , τα οποία συσχετίζονται με διεργασίες εξόρυξης άνθρακα

Πιλοτικό Σύστημα Life Brine-Mining



Διάγραμμα ροής του πιλοτικού συστήματος του Έργου

- ❑ **Υπερδιήθηση (ultrafiltration):** Απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από την άλμη
- ❑ **Καθίζηση (precipitation):** Καθίζηση αλάτων (Mg^{+2} , Ca^{+2}) με τη χρήση χημικών διαλυμάτων
- ❑ **Νανοδιήθηση (nanofiltration):** Διαχωρισμός μονοσθενών ιόντων (Cl^- , Na^+ , K^+) από δισθενή ιόντα (SO_4^{-2})
- ❑ **Ηλεκτροδιάλυση (electrodialysis):** Συμπύκνωση χλωριούχου νατρίου ($NaCl$) στο υγρό της νανοδιήθησης από 9% σε 15%

- ❑ **Αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis):** Από την αντίστροφη ώσμωση, θα ανακτηθεί καθαρό νερό, ενώ το συμπύκνωμα θα αναμιχθεί με την είσοδο της ηλεκτροδιάλυσης
- ❑ **Εξάτμιση (Evaporation):** Ο εξατμιστήρας θα συμπυκνώσει το διάλυμα χλωριούχου νατρίου (NaCl) από το 15% στο 20%
- ❑ **Κρυσταλλοποίηση (Crystallization):** Η τελευταία τεχνολογία στη διεργασία – Ανάκτηση χλωριούχου νατρίου (NaCl)

Εγκατάσταση πιλοτικού συστήματος



Εικόνα 1: Τοποθέτηση δεξαμενών IBC



Εικόνα 2: Εμπορευματοκιβώτια που περιέχουν τα συστήματα της πιλοτικής μονάδας



Εικόνα 3: Τοποθέτηση του εξατμιστήρα



Εικόνα 4: Εξατμιστήρας



Εικόνα 5: Επίσκεψη εκπροσώπων της εταιρείας Photonwater στην εγκατάσταση του Έργου

The project is co-funded by the EU LIFE Programme



Εικόνα 6: Επίσκεψη εκπροσώπων της εταιρείας
Ταυρον στην εγκατάσταση του Έργου

Αναμενόμενα Αποτελέσματα

1. Αποφυγή απόρριψης άλμεων



Κάθε χρόνο, αποτρέπεται η απόρριψη 7,000 m³ άλμεων σε επιφανειακά υδάτινα σώματα

2. Ανάκτηση καθαρού νερού



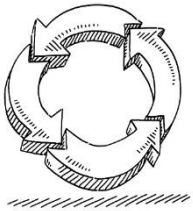
Ανάκτηση 5,782 τόνων καθαρού νερού το χρόνο

3. Παραγωγή αλάτων



Κάθε χρόνο θα παραχθούν 432 τόνοι αλάτων

4. Καθαρότητα αλάτων



- ☐ $\text{Mg}(\text{OH})_2$: 91% καθαρότητα
- ☐ CaCO_3 : 98% καθαρότητα
- ☐ CaSO_4 : 91% καθαρότητα
- ☐ NaCl : 98% καθαρότητα

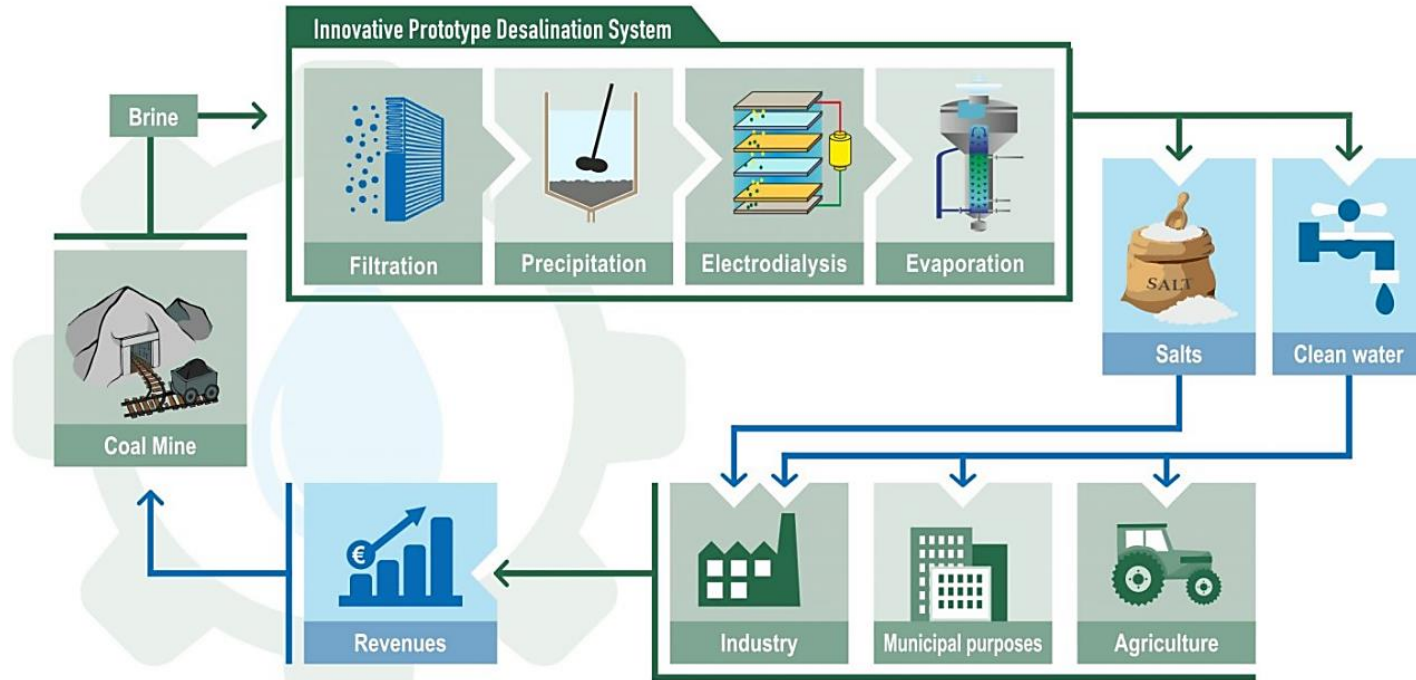
5. Εκπομπές CO_2



Μείωση
εκπομπών CO_2
κατά 407

Κλείσιμο κύκλων νερού και αλάτων

LIFE Brine-Mining: Από την άλμη ανθρακωρυχείου στην παραγωγή εμπορεύσιμων αλάτων και καθαρού νερού



- **Ο συνδυασμός των τεχνολογιών του Έργου έχει ως αποτέλεσμα σχεδόν Μηδενική Απόρριψη Άλμης στο περιβάλλον**
- Ανάκτηση υψηλής ποιότητας νερού: 90% (κατάλληλο για χρήση στη βιομηχανία, στις καλλιέργειες και για δημοτικούς σκοπούς)
- Ανάκτηση Μαγνησίου: το μαγνήσιο συγκαταλέγεται στις κρίσιμες πρώτες ύλες
- Ανάκτηση των αλάτων: NaCl , CaCO_3 and CaSO_4 με καθαρότητα >90%

Μηδενική απόρριψη Άλμης στο περιβάλλον!

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!



Silesian University
of Technology

SEALEAU
next generation desalination,
circular

LENNTECH
WATER TREATMENT SOLUTIONS



POLSKA GRUPA
GÓRNICZA

TITAN  SALT

GiG Research
Institute




THERMOSSOL
STEAMBOILERS

The project is co-funded by the EU LIFE Programme

