



ΕΡΓΟ:

Έργο Αγωγού EastMed



Τίτλος Εγγράφου:	Ελληνικό Τμήμα EastMed- Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	
Υπότιτλος Εγγράφου:	Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων	
Αριθμός Εγγράφου Έργου:	PERM-GREE-ESIA-A09_0007_0_Annex9D	

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Τεριβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 2 από 186

Στοιχεία Εγγράφου	
Τίτλος Εγγράφου	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων
Υπότιτλος Εγγράφου	Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων
Εταιρεία	IGI Poseidon
Συγγραφέας	Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Έ ργο	Έργο Αγωγού EastMed
Αριθμός Εγγράφου Έργου	PERM-GREE-ESIA-A09_0007_0_Annex9D
Ημερομηνία	03/06/2022
Αναθεώρηση	00

Ιστορικό εγγράφου					
Αναθ.	Συντάκτης	Έλεγχος από	Έγκριση από	Ημερομηνία	Έκδοση
00	Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ)		IGI POSEIDON	03/06/2022	Για υποβολή στις Υπηρεσίες

Για τον Φορέα του Έργου

Digitally signed by: RESTELLI MATTEO Location: Milan Date: 07/06/2022 16:33:21

lek

Digitally signed by Michail Folas Date: 2022.06.07 18:49:38 +03'00'

Για τον Περιβαλλοντικό Μελετητή

Signed by DANIELE ZOLI Date: 06/06/2022 15:31:34 UTC	FILIPPOS MARKOS SPANIDIS SPANIDIS SPANIDIS Discon-FILIPPOS MARKOS SPANIDIS Discon-FILIPPOS MARKOS SPANIDIS, c-GR, email-spani@asprofos.gr Date: 2022.06.06 11:44:03 +03'00'
dimitrios bigitally signed by dimitrios hourmouziadis DN: cn-dimitrios hourmouziadis, -c-GR, bnourmouziadis@asprofos.gr Date: :0220.60.61 11.04:28 + 0300'	GEORGIOS Digitally signed by GEORGIOS VALAIS DN: cn-GEORGIOS VALAIS, cn-GEORGIOS VALAI

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	lon Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	3 από 186

<u>Πίνακας Περιεχομένων</u>

ΠΑΡΑΡΤΗΙ	MA 92	Δ Μοντέλο/ υπολογισμοί διασποράς θαλάσσιων ιζημάτων	14
9Δ.1 HE	ΡΙΛΗΨ	'H	15
9Δ.1.1	Εισα	γωγή	15
9∆.1.2	Σκοτ	ιός της παρούσας εργασίας και το μοντέλο CORMIX	16
9Δ.1.3	Δεδα	ομένα εισόδου	16
9∆.1.4	Υπολ	\ογισμοί και συμπεράσματα	17
9Δ.1.5	Χαρα	ακτηριστικά ροής	17
9∆.1.6	Συγκ	εντρώσεις Ιζημάτων	18
9Δ.1.7	Συγκ	εντρώσεις Αιωρούμενων Ιζημάτων	19
9∆.1.8	Επίδ	ραση της ταχύτητας ρεύματος	19
9Δ.1.9	Επίδ	ραση της σύστασης των ιζημάτων	19
9Δ.1.10	П	ροτεινόμενα μέτρα κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης	20
	ΑΙ <u>2</u> 211		20
94.2.1	2K0/ T		20
94.2.2	ιο μ 	οντελό διαχυσης ιζηματών	21
9Δ.2.3	Σενό	ιρια υπολογισμών	21
9∆.2.4	Εκτί	μηση επιπτώσεων	21
9∆.2.5	Περι	εχόμενα της παρούσας Έκθεσης	21
9Δ.2.6 9Δ.3 ΥΛΙ	Επισ ΚΑ ΚΑ	τημονική Ομάδα Ι ΜΕΘΟΔΟΙ	22 22
9∆.3.1	Kατr	ηγορίες βυθοκόρων	22
9∆.3. <u>2</u>	1.1	Εισαγωγή	22
9∆.3. <u>:</u>	1.2	Βυθοκόροι Αρπάγης	25
9Δ.3. <u>2</u>	1.3	Βυθοκόροι αναρρόφησης κοπής (Cutter Suction Dredgers)	29
9∆.3.2	Περι	βαλλοντικές επιπτώσεις βυθοκόρησης	32
9Δ.3.3	Το π	λούμιο των αιωρούμενων σωματιδίων (Suspended Particulate Matter, SPM)	34

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	4 από 186

9Δ.3.4	Ρυθ	μός διαφυγής στερεών ιζημάτων	. 34
9Δ.3.5	Συγ 36	κεντρώσεις Αιωρούμενων Ιζημάτων που μετρήθηκαν σε τοποθεσίες βυθοκορήσε	εων
9∆.3.6	Σύν	οψη της Πρακτικής Εμπειρίας στη Βυθοκόρηση	. 39
9∆.3.7	Μέτ	τρα μείωσης των Συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Ιζημάτων	.41
9∆.3.8	Τομ	ιαθηματικό μοντέλο CORMIX	. 42
9Δ.3.8	8.1	Ανάπτυξη και εφαρμογή του CORMIX	. 42
9Δ.3.8	8.2	Σύντομη περιγραφή της γενικής θεωρίας φλεβών και κλιμάκων μήκους	. 43
9Δ.3.8	8.3	Αρνητικές ανωστικές φλέβες σε κινούμενο περιβάλλον	. 47
9Δ.3.8	8.4	Εφαρμογή του CORMIX σε πλούμια ιζημάτων (sediment plumes)	. 49
9Δ.3.8	8.5	Παροχή (Module 101)	. 50
9Δ.3.8	8.6	Μίξη στο κοντινό πεδίο μίας 3D φλέβας (Module 110)	.51
9Δ.3.8	8.7	Πρόσκρουση στον Πυθμένα και Εξάπλωση (Module 132)	. 57
9Δ.3.8	8.8	Ανάντη Εξάπλωση (Module 032)	. 58
9Δ.3.8	8.9	Ρεύμα Πυκνότητας Πυθμένα (Module 310)	. 59
9Δ.3.8	8.10	Βασικές Περιοχές Ροής	. 65
9Δ.3.9 9Δ.4 YП(Απα ΟΛΟΓ	ατούμενα δεδομένα εισόδου ΊΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF4 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	. 66 . 67
9∆.4.1	Δεδ	ομένα εισόδου	. 67
9∆.4.í	1.1	Χαρακτηριστικά βυθοκόρησης	. 67
9∆.4.2́	1.2	Χαρακτηριστικά ιζημάτων	. 70
9Δ.4. <u>2</u>	1.3	Χαρακτηριστικά περιβάλλοντος	. 70
9∆.4.2́	1.4	Χαρακτηριστικά περιοχής διερεύνησης και εκροής	.71
9Δ.4.2	Χαρ	ακτηριστικά ροής για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	. 75
9Δ.4.2	2.1	Τύπος ροής	. 75
9∆.4.2́	2.2	Γεωμετρία/τροχιά πλουμίου και περιοχές ροής	.77
9∆.4.3	Χαρ	ακτηριστικά ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	.81

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- 0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	5 από 186

9∆.4.3	3.1	Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο κοντινό πεδίο	81
9∆.4.3	3.2	Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα	83
9∆.4.3	3.3	Συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων	87
9∆.4.4	Χαρ	ακτηριστικά ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	89
9∆.4.4	1.1	Τύπος ροής	89
9∆.4.4	1.2	Γεωμετρία/τροχιά πλουμίου και περιοχές ροής	89
9∆.4.4	1.3	Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο κοντινό πεδίο	92
9∆.4.4	1.4	Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα	94
9∆.4.4	1.5	Συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων	97
9∆.4.5	Ανά	λυση ευαισθησίας	100
9∆.4.5	5.1	Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος	100
9∆.4.5	5.2	Επίδραση της σύνθεσης των στερεών	104
9∆.5 ҮПС	ΟΛΟΓ	ΊΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF5 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	106
9Δ.5.1	Δεδ	ομένα εισόδου	106
9∆.5.2	Χαρ	ακτηριστικά ροής	112
9∆.5.3	Συγ	κεντρώσεις ιζημάτων	115
9∆.5.4	Συγ	κεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων	118
9∆.5.5	Ανά	λυση ευαισθησίας	122
9∆.5.5	5.1	Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος	122
9∆.5.5	5.2	Επίδραση της σύνθεσης των στερεών	124
9Δ.6 ҮПС	ΟΛΟΓ	ΊΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF2 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	126
9Δ.6.1	Δεδ	ομένα εισόδου	127
9Δ.6.2	Χαρ	ακτηριστικά ροής	131
9Δ.6.3	Συγ	κεντρώσεις ιζημάτων	134
9Δ.6.4	Συγ	κεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων	137
9Δ.6.5	Ανά	λυση ευαισθησίας	139
9∆.6.5	5.1	Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος	139

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESI A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	6 από 186

9Δ.6.5	5.2	Επίδραση της σύνθεσης των στερεών	142
9∆.7 ҮПС	ΟΛΟΓΙΖ	ΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF3 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	143
9∆.7.1	Δεδα	μένα εισόδου	144
9∆.7.2	Χαρο	ικτηριστικά ροής	148
9∆.7.3	Συγκ	εντρώσεις ιζημάτων	151
9∆.7.4	Συγκ	εντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων	154
9∆.7.5	Ανάλ	υση ευαισθησίας	156
9Δ.7.5	5.1	Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος	156
9Δ.7.5	5.2	Επίδραση της σύνθεσης των στερεών	159
9Δ.8 ΣΥΝ	/ΠΕΡΑ	ΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	161
9∆.8.1	Συμπ	εράσματα	161
9∆.8.1	1.1	Συμπεριφορά της ροής του πλουμίου ιζημάτων	161
9∆.8.1	1.2	Συγκεντρώσεις ιζημάτων	163
9∆.8.1	1.3	Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Ιζημάτων (SSC)	164
9∆.8.1	1.4	Ανάλυση ευαισθησίας	165
9Δ.8.2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑ	Προτ ΦΙΑ	εινόμενα μέτρα κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης	165 167
Προσάρτη	μα 1.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΣΕΩΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ	171
Ι.1 Χα	ρακτ	ηριστικά της περιοχής διερεύνησης LF2	171
I.2 X	αρακτ	ηριστικά της περιοχής διερεύνησης LF3	173
I.3 X	αρακτ	ηριστικά της περιοχής διερεύνησης LF4	174
I.4 X	αρακτ	ηριστικά της περιοχής διερεύνησης LF5	176
Προσάρτη	μα 2.	ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	179
Προσαρτη	μα 3.		182
III.1 T	αχύτη	τες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF2	182
III.2 T	αχύτη	τες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF3	183
III.3 T	αχύτη	τες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF4	184
III.4 T	αχύτη	τες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF5	185

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 7 από 186

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας Δ-1 Βυθοκόρος αρπάγης – Συντελεστής διόρθωσης f_m για διάφορα είδη εδαφών και
χωρητικότητες κάδων
Πίνακας Δ-2 Ενδεικτικές τιμές ρυθμών διαφυγής ιζημάτων
Πίνακας Δ-3 Μετρηθείσες συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) σε τοποθεσίες βυθοκόρησης
με χρήση μηχανικών βυθοκόρων
Πίνακας Δ-4 Μετρηθείσες συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) σε τοποθεσίες βυθοκόρησης
με χρήση υδραυλικών βυθοκόρων
Πίνακας Δ-5 Αραιώσεις σε αποστάσεις 200 m, 500 m και 5000 m από την πηγή για διάφορες
ταχύτητες ρεύματος
Πίνακας Δ-6 Καθαρή φλέβα σε σύγκριση με το καθαρό πλούμιο
Πίνακας Δ-7 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF470
Πίνακας Δ-8 Αρχική συγκέντρωση πηγής του πλουμίου αιωρούμενων σωματιδίων SPM72
Πίνακας Δ-9 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες
ρεύματος
Πίνακας Δ-10 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν104
Πίνακας Δ-11 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων. 105
Πίνακας Δ-12 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων σε
απόσταση x=50 m και x=100 m
Πίνακας Δ-13 Δεδομένα εισόδου για την περιοχή διερεύνησης LF5
Πίνακας Δ-14 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF5
Πίνακας Δ-15 Χαρακτηριστικά ροής για την περιοχή διερεύνησης LF5
Πίνακας Δ-16 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες
ρεύματος
Πίνακας Δ-17 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν125
Πίνακας Δ-18 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων. 125
Πίνακας Δ-19 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων σε απόσταση x=50 m και x=100 m.126
Πίνακας Δ-20 Δεδομένα εισόδου για την περιοχή διερεύνησης LF2
Πίνακας Δ-21 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF2
Πίνακας Δ-22 Χαρακτηριστικά ροής για την περιοχή διερεύνησης LF2
Πίνακας Δ-23 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες
ρεύματος140
Πίνακας Δ-24 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν142
Πίνακας Δ-25 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων. 142
Πίνακας Δ-26 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων σε απόσταση x=50 m και x=100 m.143

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	8 από 186

Πίνακας Δ-27 Δεδομένα εισόδου για την περιοχή διερεύνησης LF 3
Πίνακας Δ-28 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF3
Πίνακας Δ-29 Χαρακτηριστικά ροής για την περιοχή διερεύνησης LF3
Πίνακας Δ-30 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες
ρεύματος157
Πίνακας Δ-31 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν160
Πίνακας Δ-32 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων. 160
Πίνακας Δ-33 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων σε απόσταση x=50 m και x=100 m.161
Πίνακας Δ-34 Χαρακτηριστικά ροής του πλουμίου ιζημάτων
Πίνακας Δ-35 Συγκεντρώσεις (mg/L) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο και στο στρώμα πυθμένα
Πίνακας Δ-36 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων στην υδάτινη στήλη

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	9 από 186

<u>Κατάλογος Σχημάτων</u>

Σχήμα Δ-1 Σκαριφήματα τυπικών μηχανικών βυθοκόρων (α) Τυπική πλωτή βυθοκόρος με κάδο αρπάγης (Bray et al., 1996)					
Σχήμα Δ-2 Σκαριφήματα τυπικών μηχανικών βυθοκόρων - (β) Τυπική βυθοκόρος για εκσκαφή (Ε et al., 1996)	3ray 24				
Σχήμα Δ-3 Σκαριφήματα τυπικών υδραυλικών βυθοκόρων - (α) Τυπική συρόμενη βυθοκό αναρρόφησης (Bray et al., 1996)	ρος 24				
Σχήμα Δ-4 Σκαριφήματα τυπικών υδραυλικών βυθοκόρων - (β) Τυπική βυθοκόρος με κεφαλή κο αναρρόφησης (Bray et al., 1996)	πής 25				
Σχήμα Δ-5 Τυπική (α) βυθοκόρος με αρπάγη, και (β) βυθοκόρος με κάδο αρπάγη (Πηγή: Bray et 1996)	t al, 26				
Σχήμα Δ-6 Στατιστική κατανομή της χωρητικότητας των κάδων αρπάγης (Bray et al., 1996)	. 27				
Σχήμα Δ-7 Βυθοκόρος αρπάγης: ονομαστική παραγωγή, Pnom, για διάφορες χωρητικότητες κάδ και χαρακτηριστικά βυθοκόρων (Bray et al., 1996)	5ων 28				
Σχήμα Δ-8 Βυθοκόρος τύπου cutter suction dredger	. 29				
Σχήμα Δ-9 Στατιστική κατανομή αγωγού εκροής σε βυθοκόρους τύπου cutter suction (Bray et 1996)	al., 31				
Σχήμα Δ-10 Χαρακτηριστικά βυθοκόρων τύπου cutter suction (Bray et al., 1996)	31				
Σχήμα Δ-11 Σχηματική αναπαράσταση μίας φλέβας	.44				
Σχήμα Δ-12 Σχηματική αναπαράσταση φλέβας αρνητικής άνωσης (Πηγή: Papakostantis et al., 20)13) 48				
Σχήμα Δ-13 Ταξινόμηση ροής του CORMIX για φλέβες αρνητικής άνωσης σε ομοιόμορ	рфо				
περιβάλλον: Κατηγορίες ροής NV και NH (Πηγή: Doneker & Jirka, 2007)	. 50				
Σχήμα Δ-14 Σχηματικό διάγραμμα κεκλιμένης ανωστικής φλέβας σε απεριόριστο στρωματοποιημ	ένο				
κινούμενο αποδέκτη (Jirka, 2004)	. 52				
Σχήμα Δ-15 Σχηματικό διάγραμμα της περιοχής πρόσκρουσης (Jirka, 2004)	58				
Σχήμα Δ-16 Σχηματικό Διάγραμμα Ρεύματος Πυκνότητας Πυθμένα (Jirka, 2004)	61				
Σχημα Δ-17 Παραγωγη επιλεχθεισας βυθοκορου (Bray et al., 1996)	68				
Σχημα Δ-18 Σχεδιο ορυγματος στην περιοχη διερευνησης LF4	69				
Σχήμα Δ-19 Αθροιστικός όγκος υλικου εκσκαφής στην περιοχή οιερευνήσης LF4	69				
2χημα Δ-20 Θεοη εκροης (ρ. επισης προσαριημα 1)	./3 75				
2χήμα Δ-21 δαθικά γεωμειρικά χαρακτηριοτικά της εκροής και της εκροής					
$2\chi_1$ μα Δ-22 ταςινομηση μοης κατα CORIVIA των εκροών αρνητικής ανώσης σε ομοιομορφό στρα ορός: Κατριγορίες ορών NV και NH (Πρινή: Dopeker & Jirka, 2007)	υμα 77				
ροης, κατηγορίες ρόων τον και του πλοιμίου SPM στο κοντινό πεδίο	. / /				
$2\chi_{1}\mu_{\alpha}\Delta^{-}23$ $1\mu_{0}\chi_{1\alpha}$ 100 $\alpha_{0}0^{\alpha}\mu_{1}$ 100	. 13				

٢	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	DSeidon Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	10 από 186

Σχήμα Δ-24 Σχηματικό διάγραμμα της περιοχής πρόσκρουσης (Jirka, 2004)	80
Σχήμα Δ-25 Μεταβολή του συνολικού πλάτους 2ΒΗ κατά μήκος του στρώματος πυθμένα	80
Σχήμα Δ-26 Μεταβολή του πάχους ΒV κατά μήκος του στρώματος πυθμένα	81
Σχήμα Δ-27 Μεταβολή του πάχους του στρώματος πυθμένα	81
Σχήμα Δ-28 Μεταβολή αραίωσης στο κοντινό πεδίο	82
Σχήμα Δ-29 Μεταβολή αραίωσης (%) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο	82
Σχήμα Δ-30 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο	83
Σχήμα Δ-31 Μεταβολή αραίωσης στο στρώμα πυθμένα	84
Σχήμα Δ-32 Μεταβολή συγκέντρωσης (%) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα	84
Σχήμα Δ-33 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα	85
Σχήμα Δ-34 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα	85
Σχήμα Δ-35 Συνολικές καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα (a) %	της
αρχικής συγκέντρωσης και (b) σε mg/L	86
Σχήμα Δ-36 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων από x=0 μέχρι x=1200 m	87
Σχήμα Δ-37 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων από x=0 μέχρι x=400 m	87
Σχήμα Δ-38 Μεταβολή συγκέντρωσης αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) επί υποβάθρου χαρτών	της
Google	88
Σχήμα Δ-39 Τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο	90
Σχήμα Δ-40 Μεταβολή του συνολικού πλάτους 2ΒΗ κατά μήκος του στρώματος πυθμένα	91
Σχήμα Δ-41 Μεταβολή του πάχους ΒV κατά μήκος του στρώματος πυθμένα	91
Σχήμα Δ-42 Μεταβολή του πάχους του στρώματος πυθμένα	92
Σχήμα Δ-43 Μεταβολή αραίωσης στο κοντινό πεδίο	93
Σχήμα Δ-44 Μεταβολή αραίωσης (%) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο	93
Σχήμα Δ-45 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο	94
Σχήμα Δ-46 Μεταβολή αραίωσης στο στρώμα πυθμένα	95
Σχήμα Δ-47 Μεταβολή συγκέντρωσης (%) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα	95
Σχήμα Δ-48 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα	96
Σχήμα Δ-49 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα	96
Σχήμα Δ-50 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων (mg/L) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα	97
Σχήμα Δ-51 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων από x=0 μέχρι x=1200 m	98
Σχήμα Δ-52 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων από x=0 μέχρι x=400 m	98
Σχήμα Δ-53 Μεταβολή συγκέντρωσης αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) επί υποβάθρου χαρτών Google	της 99
Σχήμα Δ-54 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ολικών αιωρούμενων ιζημάτων για διάφο	ρες
ταχύτητες ρεύματος	101
ταχύτητες ρεύματος	101

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	idon Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	11 από 186

Σχήμα Δ-55 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για
ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s104
Σχήμα Δ-56 Παραγωγή βυθοκόρου (Bray et al., 1996)109
Σχήμα Δ-57 Σχέδιο ορύγματος στην περιοχή διερεύνησης LF5
Σχήμα Δ-58 Θέση εκροής (βλ. επίσης Προσάρτημα 1)11
Σχήμα Δ-59 Τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο
Σχήμα Δ-60 Μεταβολή του συνολικού πλάτους 2ΒΗ κατά μήκος του στρώματος πυθμένα114
Σχήμα Δ-61 Μεταβολή του πάχους ΒV κατά μήκος του στρώματος πυθμένα
Σχήμα Δ-62 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο κοντινό πεδίο
Σχήμα Δ-63 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα
Σχήμα Δ-64 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων συνολικών ιζημάτων σε mg/L στο στρώμα πυθμένα για
(α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος
(Υπόβαθρο Google Maps)
Σχήμα Δ-65 Μεταβολή συγκεντρώσεων αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) για (α) τη μέγιστη ταχύτητα
ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος119
Σχήμα Δ-66 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος
(Υπόβαθρο Google Maps)
Σχήμα Δ-67 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος
(Υπόβαθρο Google Maps)
Σχήμα Δ-68 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ολικών αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες
ταχύτητες ρεύματος
Σχήμα Δ-69 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για
ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s124
Σχήμα Δ-70 Παραγωγή βυθοκόρου (Bray et al., 1996)129
Σχήμα Δ-71 Σχέδιο ορύγματος στην περιοχή διερεύνησης LF2130
Σχήμα Δ-72 Θέση εκροής (βλ. επίσης Προσάρτημα 1)130
Σχήμα Δ-73 Τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο
Σχήμα Δ-74 Μεταβολή του συνολικού πλάτους (2ΒΗ) κατά μήκος του στρώματος πυθμένα133
Σχήμα Δ-75 Μεταβολή του πάχους (ΒV) κατά μήκος του στρώματος πυθμένα
Σχήμα Δ-76 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο κοντινό πεδίο
Σχήμα Δ-77 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα
Σχήμα Δ-78 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων συνολικών ιζημάτων σε mg/L στο στρώμα πυθμένα για
(α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)
Σχήμα Δ-79 Μεταβολή συγκεντρώσεων αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) για (a) τη μέγιστη ταχύτητα
ρεύματος και (b) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος138

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	OSeidon Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	12 από 186

Σχήμα Δ-80 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος
Σχήμα Λ-81 Μεταβολή συγκέντοωσης (mg/l) ολικών αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες
ταχύτητες ρεύματος
Σχήμα Δ-82 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για
ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s
Σχήμα Δ-83 Παραγωγή βυθοκόρου (Bray et al., 1996)
Σχήμα Δ-84 Σχέδιο ορύγματος στην περιοχή διερεύνησης LF3
Σχήμα Δ-85 Θέση εκροής (βλ. επίσης Προσάρτημα 1)148
Σχήμα Δ-86 Τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο
Σχήμα Δ-87 Μεταβολή του συνολικού πλάτους 2ΒΗ κατά μήκος του στρώματος πυθμένα
Σχήμα Δ-88 Μεταβολή του πάχους (BV) κατά μήκος του στρώματος πυθμένα
Σχήμα Δ-89 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο κοντινό πεδίο
Σχήμα Δ-90 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα
Σχήμα Δ-91 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων συνολικών ιζημάτων σε mg/L στο στρώμα πυθμένα για
(α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)
Σχήμα Δ-92 Μεταβολή συγκεντρώσεων αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) για (α) τη μέγιστη ταχύτητα
ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος155
Σχήμα Δ-93 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος
(Υπόβαθρο Google Maps)156
Σχήμα Δ-94 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ολικών αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες
ταχύτητες ρεύματος158
Σχήμα Δ-95 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για
ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s159

IGI Poseidon	IGI) Poseidon
--------------	-----	---------------

ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED

Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων



 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 13 από 186

<u>Ακρωνύμια</u>

Ακρωνύμια	Περιγραφή
AM	Χαρακτηριστικά περιβάλλοντος
CMEMS	Υπηρεσία Παρακολούθησης Θαλασσίου Περιβάλλοντος του Copernicus
CORMIX	Cornell Mixing Zone Expert System
DR	Χαρακτηριστικά εκσκαφής/βυθοκόρησης
EastMed	Eastern Mediterranean
ECP	Πλατφόρμα Συμπίεσης EastMed
ΕΓΣΑ	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς
МПЕ	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΜΠΚΕ	Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων
EE	Ευρωπαϊκή Ένωση
IFC	Διεθνής Οργανισμός Χρηματοδότησης
mg/L	χιλιοστόγραμμο ανά λίτρο
MOP	μέγιστη πίεση λειτουργίας
ЕКПА	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
SD	Χαρακτηριστικά περιοχής και εκροής
SE	Χαρακτηριστικά ιζημάτων
SPM	Αιωρούμενα σωματίδια
SSC	Συγκέντρωση των αιωρούμενων ιζημάτων
ZOFE	Ζώνη Εγκατάστασης της Ροής

Εξωτερική συνεργασία

Το έγγραφο αυτό συντάχθηκε με τη συνεργασία των:

• Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο





Αρ. Εγγ.: ΡΕΡ	M-GREE-ESIA-
A09_0007_	_0_Annex9D
Αναθ.:	00
Σελ.:	14 από 186

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9Δ ΜΟΝΤΕΛΟ/ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	15 από 186

9Δ.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

9Δ.1.1 Εισαγωγή

- Οι κατασκευαστικές εργασίες βυθοκόρησης διακρίνονται σε δύο γενικές κατηγορίες: (Ι) μηχανική βυθοκόρηση π.χ. βυθοκόροι με κάδο (bucket dredgers), βυθοκόροι με αρπάγη (grab dredgers) και βυθοκόροι με εκσκαφέα (backhoe dredgers) και (ΙΙ) υδραυλική βυθοκόρηση, π.χ. βυθοκόροι αναρρόφησης (suction dredgers), βυθοκόροι αναρρόφησης κοπής (cutter suction dredgers) και βυθοκόροι συρόμενης αναρρόφησης (trailing suction dredgers).
- Κατά τη διάρκεια των εργασιών βυθοκόρησης, τα σωματίδια ιζήματος αφαιρούνται από τον πυθμένα της θάλασσας και απελευθερώνονται στην υδάτινη στήλη ως αιωρούμενα σωματίδια (SPM). Τα SPM σχηματίζουν ένα πλούμιο, το οποίο μεταφέρεται με τα παράκτια ρεύματα μακριά από τη θέση βυθοκόρησης ακολουθώντας μια διαδρομή που αποτελείται από 3 ζώνες: (1) ζώνη αρχικής ανάμιξης, (ΙΙ) ζώνη κοντινού πεδίου, και (ΙΙΙ) ζώνη μακρινού πεδίου. Η συμπεριφορά του πλουμίου SPM εξαρτάται από τα ακόλουθα: (Ι) τα χαρακτηριστικά της βυθοκόρησης, (ΙΙ) τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος και (ΙV) τα χαρακτηριστικά της περιοχής εκροής.
- Η υπερβολική αύξηση των SPM στα παράκτια ύδατα που προκαλείται από βυθοκόρηση θεωρείται ως συμβάν ρύπανσης. Η αύξηση των SPM προκαλείται εξαιτίας : (Ι) της ίδιας της διαδικασίας βυθοκόρησης, δηλαδή της απομάκρυνσης του υποστρώματος από τον πυθμένα της θάλασσας, και (ΙΙ) της διαδικασίας απόρριψης.
- Οι πιο πιθανές επιπτώσεις της βυθοκόρησης είναι: (Ι) η φυσική απομάκρυνση του υποστρώματος και της σχετικής χλωρίδας και πανίδας από το βυθό της θάλασσας, (ΙΙ) η ταφή λόγω επακόλουθης εναπόθεσης υλικού και (ΙΙΙ) η αυξημένη θολότητα και καθίζηση ως αποτέλεσμα των εργασιών βυθοκόρησης και διάθεσης. Ο αντίκτυπος της βυθοκόρησης στα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι πολύπλοκος και δεν είναι πλήρως κατανοητός, παρά τις διάφορες ερευνητικές προσπάθειες. Οι αλλαγές στη συγκέντρωση των αιωρούμενων ιζημάτων (Suspended Sediment Concentration, SSC), δηλ. της παραμέτρου που χρησιμοποιείται στα μοντέλα για την ποσοτικοποίηση των αλλαγών στη θολότητα, θεωρούνται γενικά ως οι πιο σημαντικές.
- Οι μεταβολές που προκαλούνται στις SSC από τη βυθοκόρηση θα έχουν δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις μόνο όταν η παραγόμενη θολότητα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη φυσική διακύμανση της θολότητας και τις ταχύτητες καθίζησης στην περιοχή. Αυτή η φυσική μεταβλητότητα μπορεί μερικές φορές να είναι σημαντική και μπορεί να προκληθεί από παράγοντες όπως καταιγίδες, ανεμογενείς κυματισμοί, εκροές ποταμών και άλλες τοπικές

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00 _16 από 186

διαταραχές. Οι δραστηριότητες βυθοκόρησης συχνά δεν δημιουργούν επιπλέον αύξηση των SPM από τις εμπορικές ναυτιλιακές δραστηριότητες, την αλιεία βυθού ή τις έντονες καταιγίδες.

9Δ.1.2 Σκοπός της παρούσας εργασίας και το μοντέλο CORMIX

- Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση των επιπτώσεων που προκαλούνται στο θαλάσσιο περιβάλλον κατά τη φάση κατασκευής με την εφαρμογή ενός μοντέλου διάχυσης ιζημάτων. Επιλέχθηκε το μοντέλο CORMIX, το οποίο αναπτύχθηκε μέσω συνεργασίας της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (US EPA), του Σώματος Μηχανικών Στρατού των ΗΠΑ (US Army Corps of Engineers) και του Γραφείου Εγγείων Βελτιώσεων (Bureau of Reclamation) των ΗΠΑ.
- Το μοντέλο CORMIX εφαρμόστηκε για να εκτιμηθούν τα ακόλουθα: (Ι) οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων στερεών, (ΙΙ) η συμπεριφορά των πλουμίων των αιωρούμενων στερεών, που δημιουργούνται κατά τη φάση της κατασκευής, και (ΙΙΙ) η χωρική κατανομή (εξάπλωση) των αιωρούμενων στερεών που καθιζάνουν με «χάρτες κατανομής», με τη μορφή γραμμών ίσων τιμών συγκεντρώσεων.

9Δ.1.3 Δεδομένα εισόδου

- Τα δεδομένα εισόδου αναφέρονται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά: χαρακτηριστικά εκσκαφής/βυθοκόρησης (DR), χαρακτηριστικά ιζημάτων (SE), χαρακτηριστικά περιβάλλοντος (AM) και χαρακτηριστικά της περιοχής και της εκροής (SD).
- Τα χαρακτηριστικά εκσκαφής (DR) περιλαμβάνουν: DR1 τύπος βυθοκόρου, DR2 χωρητικότητα βυθοκόρου, DR3 χρόνος κύκλου εργασίας, DR4 παραγωγή βυθοκόρου. Αυτά τα στοιχεία βασίστηκαν σε πληροφορίες που παρείχε η ΑΣΠΡΟΦΟΣ ΑΕ, καθώς και στη σχετική βιβλιογραφία και πρακτική εμπειρία για την αναπαράσταση σχετικά συντηρητικών περιπτώσεων.
- Τα χαρακτηριστικά ιζημάτων (SE) που είναι: SE1 πυκνότητα ιζήματος, SE2 Κατηγορία ιζήματος.
 Αυτά τα στοιχεία βασίστηκαν σε πληροφορίες που παρείχε η ΑΣΠΡΟΦΟΣ ΑΕ.
- Τα χαρακτηριστικά περιβάλλοντος (AM) που είναι: AM1 θερμοκρασία περιβάλλοντος; AM2 αλατότητα περιβάλλοντος; AM3 συγκέντρωση ιζημάτων περιβάλλοντος (συγκέντρωση υποβάθρου), AM4 πυκνότητα περιβάλλοντος, AM5 ταχύτητα ροής περιβάλλοντος ρευστού κοντά στον πυθμένα, AM6 ταχύτητα ροής περιβάλλοντος ρευστού στην επιφάνεια. Αυτά τα στοιχεία επιλέχθηκαν με βάση πληροφορίες που παρείχε η ΑΣΠΡΟΦΟΣ ΑΕ, τα δεδομένα ταχύτητας περιβάλλοντος ρευστού δόθηκαν, επίσης, από την ερευνητική ομάδα του ΕΚΠΑ βασιζόμενα στην Υπηρεσία Παρακολούθησης Θαλασσίου Περιβάλλοντος του Copernicus

()	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ·	00 17 από 186

(CMEMS). Διερευνήθηκαν δύο βασικά σενάρια: (Ι) για μέγιστη ταχύτητα θαλασσίου ρεύματος, και (ΙΙ) η ελάχιστη ταχύτητα θαλασσίου ρεύματος, η οποία πρακτικά είναι μηδενική. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε μία σειρά υπολογισμών χρησιμοποιώντας τιμές που κυμαίνονται από 0.5 m/s μέχρι 0.9 m/s, ώστε να εξετασθεί η επίδραση της ταχύτητας του ρεύματος.

Χαρακτηριστικά περιοχής και εκροής (SD) που περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: SD1 μάζα ιζήματος που διαφεύγει, D2 συγκέντρωση του πλουμίου των ιζημάτων, SD3 πυκνότητα του πλουμίου των ιζημάτων, SD4 παροχή του πλουμίου των ιζημάτων, SD5 ταχύτητα εκροής πλουμίου, SD6 αρχική επιφάνεια του πλουμίου των ιζημάτων, SD7 θέση ακτογραμμής, SD8 απόσταση της ακτογραμμής, SD9 βάθος ύδατος, SD10 κλίση πυθμένα, SD11 κατακόρυφη γωνία εκροής, SD12 οριζόντια γωνία εκροής, SD13 ύψος εκροής πάνω από τον πυθμένα, και SD14 βάθος νερού στη θέση εκροής του πλουμίου. Αυτά τα στοιχεία βασίστηκαν σε πληροφορίες που παρείχε η ΑΣΠΡΟΦΟΣ ΑΕ., καθώς και στη σχετική βιβλιογραφία και πρακτική εμπειρία. Η θέση εκσκαφής επιλέχθηκε αρχικά με συντηρητικό τρόπο ώστε να βρίσκεται πλησίον της ακτογραμμής και της περιοχής οικολογικού-περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος.

9Δ.1.4 Υπολογισμοί και συμπεράσματα

Σενάρια υπολογισμών. Πραγματοποιήθηκαν οκτώ σενάρια υπολογισμών για τις μέγιστες και ελάχιστες ταχύτητες ρεύματος στις 4 θέσεις LF2, LF3, LF4 και LF5 που πλησίον του πυθμένα είναι ίσες με 0.88 m/s, 0.66 m/s, 0.72 m/s και 0.71 m/s, αντίστοιχα. Επιπλέον, εξετάστηκαν 32 σενάρια για την πραγματοποίηση ανάλυσης ευαισθησίας για να διερευνηθεί η επίδραση της ταχύτητας του ρεύματος πλησίον του πυθμένα για τιμές που κυμαίνονται από 0.50 μέχρι 0.90 m/s και για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων.

9Δ.1.5 Χαρακτηριστικά ροής

Τα χαρακτηριστικά της ροής του πλουμίου ιζημάτων είναι τα ακόλουθα:

Αρχικά, η ροή του πλουμίου οδηγείται προς την επιφάνεια εξαιτίας της αρχικής ορμής (τύπου jet) και ο άξονάς του ανέρχεται μέχρι ένα μέγιστο ύψος επηρεαζόμενη ασθενώς από το ρεύμα του περιβάλλοντος ρευστού. Το μέγιστο ύψος ανύψωσης είναι ίσο με περίπου 1.2 m και 2.7 m, για τη μέγιστη και ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος, αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη τιμή ανύψωσης στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας του ρεύματος οφείλεται στην ασθενή επιρροή του ρεύματος.

<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	18 από 186

- Στη συνέχεια, το πλούμιο επηρεάζεται έντονα από τη βαρύτητα και κατέρχεται γρήγορα προσκρούοντας στον πυθμένα της θάλασσας με γωνία που κυμαίνεται από 20.2° μέχρι 32.5° για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ είναι σταθερή (περίπου 57°) για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος. Το μήκος του κοντινού πεδίου κυμαίνεται από 6.7 m μέχρι 13.5 m για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος.
- Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται εγκάρσια στη ροή του περιβάλλοντος ρευστού προς τα κατάντη. Το μισό πλάτος (BH) της ροής αυξάνεται σταθερά και το πάχος (BV) της ελαττώνεται.
 Στο τέλος του κοντινού πεδίου, το BH κυμαίνεται από 12.4 m μέχρι 26.0 m για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος είναι σχεδόν σταθερό και περίπου ίσο με 350.0 m. Επιπρόσθετα, το BV για τη μέγιστη ταχύτητα κυμαίνεται από 0.9 m μέχρι 1.4 m ενώ για την ελάχιστη ταχύτητα είναι ίσο περίπου με 0.28 m.
- Ο ρυθμός ανάμιξης (αραίωση) είναι σχετικά μικρός σε όλα τα σενάρια. Έτσι, η αραίωση σε απόσταση 1200 m από τη θέση της πηγής είναι επίσης μικρή και κυμαίνεται από 3.3 μέχρι 3.9 για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ είναι σταθερή και ίση με 4.7 για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος. Συνεπώς, οι δυσμενέστερες συνθήκες αντιστοιχούν στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος.
- Τα χαρακτηριστικά της ροής για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (η οποία πρακτικά είναι ίση με μηδέν) είναι σχεδόν ίδια για όλες τις θέσεις διερεύνησης.

9Δ.1.6 Συγκεντρώσεις Ιζημάτων

Τα κύρια χαρακτηριστικά των συγκεντρώσεων των ιζημάτων είναι τα ακόλουθα:

- Η κατανομή της συγκέντρωσης των ιζημάτων για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος είναι πρακτικά η ίδια για όλες τις θέσεις διερεύνησης.
- Σε αποστάσεις μικρότερες από x=100 m από την πηγή εκροής, η συγκέντρωση των ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος κυμαίνεται από 106.0 mg/L μέχρι 111.8 mg/L. Αυτές οι τιμές είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος που κυμαίνονται από 115.3 mg/L μέχρι 173.7 mg/L.
- Σε μεγάλη απόσταση από την εκροής, π.χ. στη θέση x = 1200 m, η συγκέντρωση ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος κυμαίνεται από 63.8 mg/L μέχρι 75.0 mg/L. Αυτές οι τιμές είναι μικρότερες από την αντίστοιχη τιμή για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος που είναι ίση με 53.5 mg/L.

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00 _19 από 186

9Δ.1.7 Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Ιζημάτων

Τα κύρια χαρακτηριστικά των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων ιζημάτων είναι τα ακόλουθα:

- Σε αποστάσεις μικρότερες από 20 m από την πηγή εκροής, οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων για τη μέγιστη ταχύτητα εκροής είναι χαμηλότερες της τιμής κατωφλίου των 35 mg/L για όλες τις τοποθεσίες. Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος, οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι χαμηλότερες της τιμής κατωφλίου των 35 mg/L εκτός από τη θέση LF5, στην οποία η συγκέντρωση των αιωρούμενων ιζημάτων είναι ελαφρώς υψηλότερη της τιμής κατωφλίου (36.7 mg/L).
- Σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 50 m από τη θέση εκσκαφής, οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων κυμαίνονται από 0.8 μέχρι 18.2 mg/L για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος, οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 0.0 mg/L (για τις τοποθεσίες LF2 και LF3) μέχρι 7.6 mg/L.
- Σημειώνεται ότι η επίδραση των πιθανών επιπτώσεων διαρκεί όσο χρόνο διαρκεί η διαδικασία εκσκαφής και η αύξηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων ιζημάτων δεν παραμένει στην υδάτινη στήλη μετά το πέρας της διαδικασίας εκσκαφής.

9Δ.1.8 Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος

Οι υπολογισμοί ανάλυσης ευαισθησίας έδειξαν ότι όταν η ταχύτητα του ρεύματος αυξάνεται, παρατηρούνται τα ακόλουθα: (Ι) το μήκος του κοντινού πεδίου μειώνεται, (ΙΙ) το αρχικό πάχος του στρώματος πυθμένα αυξάνεται και το αρχικό πλάτος του στρώματος πυθμένα ελαττώνεται, και (ΙΙΙ) η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στην υδάτινη στήλη μειώνεται. Συνεπώς, η μείωση της ταχύτητας του ρεύματος οδηγεί σε ευνοϊκότερες συνθήκες.

9Δ.1.9 Επίδραση της σύστασης των ιζημάτων

Οι υπολογισμοί ανάλυσης ευαισθησίας επιβεβαίωσαν ότι όταν τα ποσοστά των βαρειών υλικών, όπως των χαλικιών, αυξάνονται, τότε μειώνονται οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων και η έκταση της περιοχής που καλύπτεται από σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις ιζημάτων.



9Δ.1.10 Προτεινόμενα μέτρα κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης

Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, προτείνεται να ληφθούν όλα τα διαθέσιμα μέτρα ώστε να ελαττωθούν οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων. Ορισμένα ενδεικτικά μέτρα είναι τα ακόλουθα:

- Χρήση βυθοκόρων με τρυπάνια (auger dredgers) που χρησιμοποιούν ειδικό εξοπλισμό για τη μετακίνηση υλικού προς την κεφαλή αναρρόφησης και χρήση άντλησης με δράση εμβόλου, ώστε να καταστεί δυνατή η μεταφορά υλικού υψηλής πυκνότητας.
- Χρήση βυθοκόρων με δίσκους κοπής (disc-cutter dredgers) που η κεφαλή κοπής κείται οριζόντια και περιστρέφει τις κάθετες λεπίδες με αργό ρυθμό.
- Χρήση βυθοκόρων αναρρόφησης (scoop/sweep dredgers) που χρησιμοποιούν ειδικό εξοπλισμό ώστε να ξύσουν το υλικό προς την είσοδο αναρρόφησης.
- Κατά τη χρήση βυθοκόρου με χοάνη αναρρόφησης (trailing suction hopper dredger):
 βελτιστοποίηση της ταχύτητα έλξης, του στομίου αναρρόφησης και της παροχής αναρρόφησης και μείωση ή ακόμα και εξάλειψη της υπερχείλισης.
- Κατά τη χρήση βυθοκόρου με κεφαλή κοπής (cutter suction dredger): βελτιστοποίηση της ταχύτητας κοπής, της ταχύτητας ταλάντωσης και παροχής αναρρόφησης και χρήση ειδικής σχεδίασης κεφαλής κοπής.
- Κατά τη χρήση βυθοκόρου αρπάγης (grab dredger), χρησιμοποίηση στεγανού δοχείου (grab/clamshell), χρήση εσχάρα ιλύος, περιορισμός του χρόνου παραμονής της αρπάγης άνωθεν του νερού και περιορισμός του σύρσιμου της αρπαγής πάνω στον πυθμένα.
- Κατά τη χρήση βυθοκόρου τύπου backhoe (backhoe dredger), χρησιμοποίηση ειδικού κάδου για τη μείωση των απωλειών ιζημάτων και ιλύος (για ταχύτητες ρεύματος μικρότερες από 0.5 m/s).

9Δ.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

9Δ.2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση των επιπτώσεων των εργασιών κατασκευής/εκσκαφής στα θαλάσσια ιζήματα. Οι κατασκευαστικές εργασίες αναμένεται να προκαλέσουν προσωρινές αντιστρέψιμες επιπτώσεις στην ποιότητα των θαλάσσιων ιζημάτων και στην καθίζηση των εκ νέου αιωρούμενων ιζημάτων. Η εγκατάσταση του αγωγού θα προκαλέσει διατάραξη των θαλάσσιων ιζημάτων του βυθού με αποτέλεσμα την αύξηση των αιωρούμενων ιζημάτων, καθώς και αλλαγές στη φυσική καθίζηση.

<u>(</u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 21 από 186

9Δ.2.2 Το μοντέλο διάχυσης ιζημάτων

Οι απαραίτητες εκτιμήσεις των επιπτώσεων που θα προκληθούν στα θαλάσσια ιζήματα κατά τη φάση κατασκευής προσδιορίζονται με την εφαρμογή ενός μοντέλου διάχυσης ιζημάτων. Με το μοντέλο διάχυσης ιζημάτων, πραγματοποιούνται οι ακόλουθοι υπολογισμοί/εκτιμήσεις:

- Πεδία συγκεντρώσεων των αιωρούμενων στερεών (ιζημάτων).
- Η τροχιά και γενικότερα η συμπεριφορά των πλουμίων των αιωρούμενων στερεών, τα οποία δημιουργούνται κατά τη φάση κατασκευής.
- Η χωρική κατανομή (εξάπλωση) των αιωρούμενων στερεών που καθιζάνουν με «χάρτες κατανομής», με τη μορφή γραμμών ίσων τιμών συγκεντρώσεων, όπως π.χ. 10 και 100 mg/L.

9Δ.2.3 Σενάρια υπολογισμών

Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται με το μοντέλο διάχυσης ιζημάτων για 8 σενάρια που αφορούν 4 περιοχές διερεύνησης και 2 συνθήκες ρευμάτων. Οι περιοχές διερεύνησης που έχουν καθορισθεί σε συνεργασία με την ΑΣΠΡΟΦΟΣ ΑΕ είναι οι ακόλουθες:

- Περιοχή LF2 κοντά στην περιοχή προσαιγιάλωσης στην Κρήτη.
- Περιοχή LF3 κοντά στην περιοχή προσαιγιάλωσης στη Ν. Πελοπόννησο.
- Περιοχές LF4 και LF5 κοντά στην περιοχή διασταύρωσης του Πατραϊκού Κόλπου.

Οι συνθήκες ρευμάτων που αφορούν τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή ταχύτητας του ρεύματος προσδιορίζονται με τη χρήση υδροδυναμικού μοντέλου βασισμένο στο Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) από το ΕΚΠΑ.

9Δ.2.4 Εκτίμηση επιπτώσεων

Με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου θα εκτιμηθούν οι επιπτώσεις της διάχυσης των ιζημάτων στην υδάτινη στήλη.

9Δ.2.5 Περιεχόμενα της παρούσας Έκθεσης

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση Διάχυσης Ιζημάτων αποτελείται από τα ακόλουθα κεφάλαια:

- Εκτεταμένη Περίληψη.
- Εισαγωγή.

<u>(</u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00 22 από 186
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	_0_Annex9D 00 22 από 186

- Υλικά και μέθοδοι.
- Υπολογισμοί, αποτελέσματα και σχολιασμός.
- Συμπεράσματα.
- Αναφορές.

Παραρτήματα Ι, ΙΙ και ΙΙΙ.

9Δ.2.6 Επιστημονική Ομάδα

Στην παρούσα έρευνα έλαβαν μέρος οι ακόλουθοι επιστήμονες:

- Καθηγητής Αναστάσιος Ι. Στάμου.
- Δρ. Αριστείδης Μπλούτσος.
- κ. Ελπίδα Παναγιωτάτου.

9Δ.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

9Δ.3.1 Κατηγορίες βυθοκόρων

9Δ.3.1.1 Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια των εργασιών εκσκαφής, τα ιζήματα αφαιρούνται από τον πυθμένα της θάλασσας και ελευθερώνονται στην υδάτινη στήλη ως αιωρούμενα σωματίδια (Suspended Particulate Matter, SPM). Η υπερβολική αύξηση των SPM στα παράκτια ύδατα εξαιτίας των εκσκαφών θεωρείται ως συμβάν ρύπανσης σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο της ΕΕ για τα Νερά (2000/60/EC) και την Οδηγία Πλαίσιο για τη Θαλάσσια Στρατηγική (2008/56/EC).

Οι κατασκευαστικές δραστηριότητες βυθοκόρησης έχουν πολλές διαφορετικές μορφές που γενικά εμπίπτουν σε δύο γενικές κατηγορίες (Ι) της μηχανικής και της (ΙΙ) υδραυλικής βυθοκόρησης (European Dredging Association, 2018):

Οι μηχανικοί βυθοκόροι, οι οποίοι χρησιμοποιούν μία αρπάγη ή έναν κάδο ώστε να χαλαρώσουν το υλικό στο πυθμένα της θάλασσας και το ανεβάσουν στην επιφάνεια, όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-1 και Σχήμα Δ-2. Αυτοί διατίθενται σε διαφορετικούς τύπους με τους πιο συνηθισμένους να είναι οι βυθοκόροι με κάδο (bucket dredgers), οι βυθοκόροι αρπαγής (grab dredgers) και οι βυθοκόροι για εκσκαφές (backhoe dredgers). Ενδεικτικά, μία βυθοκόρος αρπάγης περιγράφεται στην ενότητα 9Δ.3.2.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	23 από 186

Υδραυλικές βυθοκόροι, οι οποίες ανυψώνουν το χαλαρωμένο υλικό του θαλάσσιου πυθμένα μέσω αγωγού που συνδέεται με φυγοκεντρική αντλία. Οι υδραυλικές βυθοκόροι περιλαμβάνουν βυθοκόρους αναρρόφησης (suction dredgers), βυθοκόρους αναρρόφησης με κεφαλή κοπής (cutter suction dredgers) και βυθοκόρους συρόμενης αναρρόφησης (trailing suction dredgers), όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-3 και το Σχήμα Δ-4. Ενδεικτικά, μία βυθοκόρος αναρρόφησης αναρρόφησης 2.











Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-3 Σκαριφήματα τυπικών υδραυλικών βυθοκόρων - (α) Τυπική συρόμενη βυθοκόρος αναρρόφησης (Bray et al., 1996)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	25 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



9Δ.3.1.2 Βυθοκόροι Αρπάγης

Η βυθοκόρος αρπάγης (Σχήμα Δ-5) αποτελείται από ένα γερανό ο οποίος συνήθως βρίσκεται τοποθετημένος ένα απλό πλωτό μέσο (grab pontoon dredger) και είναι φορτωμένος σε ανεξάρτητες φορτηγίδες. Ο γερανός είναι τοποθετημένος προς το ένα άκρο του πλωτού μέσου που είναι συνήθως, σχεδόν, ορθογώνιο σε κάτοψη, αλλά μπορεί να έχει μια ημικυκλική ή στενή προεξοχή στην οποία είναι τοποθετημένος ο γερανός. Το πλωτό μέσο μπορεί να συγκρατείται στη θέση του με άγκυρες και βαρούλκα, ή μπορεί να συνδυάζει την πιο πλεονεκτική θέση με ελιγμούς κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης, με βαρούλκα για τη μετατόπισή του.

Ο κάδος πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του υλικού που πρόκειται να εκσκαφθεί.

Όταν η βυθοκόρηση πραγματοποιείται σε μαλακές ιλύες, λάσπες και αργίλους, δύναται να χρησιμοποιηθεί ένας απλός ελαφρύς κάδος, του μέγιστου μεγέθους για το οποίο έχει αξιολογηθεί ο γερανός. Για σκληρές αργίλους ή πολύ χαλαρούς βράχους θα πρέπει να χρησιμοποιείται ένας βαρύς οδοντωτός κάδος μειωμένης χωρητικότητας. Για τις περισσότερες εφαρμογές, η διαμόρφωση διπλής σιαγόνας θα είναι κατάλληλη, αλλά για ειδικές εφαρμογές, όπως η ανάκτηση χαλαρών





 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 26 από 186

ογκόλιθων ή θρυμματισμένων βράχων, μπορεί να είναι πιο κατάλληλη η αρπάγη τύπου κάκτου (cactus grab) ή φλούδας πορτοκαλιού (orange peel grab) (Bray et al., 1996).



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-5 Τυπική (α) βυθοκόρος με αρπάγη, και (β) βυθοκόρος με κάδο αρπάγη (Πηγή: Bray et al, 1996)

Η διαδικασία βυθοκόρησης είναι μια ασυνεχής και κυκλική διαδικασία που αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

- Βήμα 1. Κάθοδος της αρπάγης στον πυθμένα.
- Βήμα 2. Κλείσιμο της αρπάγης έλκοντας το συρματόσχοινο ανύψωσης.
- Βήμα 3. Έναρξη της ανύψωσης, όταν ο κάδος είναι τελείως κλειστός.
- Βήμα 4. Μετακίνηση του κάδου προς τη φορτηγίδα (barge) ή τη χοάνη (hopper).
- Βήμα 5. Κάθοδος του γεμάτου κάδου επί της φορτηγίδας (barge) ή της χοάνης(hopper).
- Βήμα 6. Άνοιγμα του κάδου αφήνοντας το συρματόσχοινο.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	27 από 186

Παραδοσιακά, η χρονική διάρκεια ενός κύκλου βυθοκόρησης είναι περίπου 60 δευτερόλεπτα. Σε βάθη νερού μεγαλύτερα από 10 m η χρονική διάρκεια ενός κύκλου είναι μεγαλύτερη από 60 δευτερόλεπτα.

Η βυθοκόρος αρπάγης με πλωτήρα χαρακτηρίζεται συνήθως από τη χωρητικότητα c του κάδου αρπάγης (Bray et al., 1996), η οποία κυμαίνεται από 0.75 μέχρι 200 m³, αν και κάδοι μεγαλύτεροι από 20 m³ είναι σπάνιοι. Μία στατιστική κατανομή της χωρητικότητας των κάδων αρπάγης φαίνεται στο Σχήμα Δ-6.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-6 Στατιστική κατανομή της χωρητικότητας των κάδων αρπάγης (Bray et al., 1996)

Συνήθως, ο όρος «παραγωγή (output)» ορίζεται ως η επί τόπου ποσότητα υλικού που βυθοκορείται σε μια δεδομένη χρονική περίοδο και μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα από τα παρακάτω:

- Μέση ωριαία ποσότητα παραγωγής που βυθοκορείται κατά τη διάρκεια μίας εργάσιμης ώρας.
- Μέση ποσότητα παραγωγής βάρδιας που βυθοκορείται κατά τη διάρκεια μιας πλήρους βάρδιας.
- Μέση εβδομαδιαία ποσότητα παραγωγής που βυθοκορείται κατά τη διάρκεια μίας εβδομάδας
- Ετήσια συνολική ποσότητα παραγωγής που βυθοκορείται κατά τη διάρκειας ενός ημερολογιακού έτους.

Η παραγωγική μονάδα της αρπαγής εξαρτάται από το πόσο εύκολα σκάβεται το έδαφος. Η ονομαστική αδιάλειπτη παραγωγή, P_{nom}, είναι η ωριαία παραγωγή λαμβάνοντας υπόψη τη βασική λειτουργία του κύκλου βυθοκόρησης. Για μία τυπική βυθοκόρο η οποία απορρίπτει το υλικό

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	28 από 186

βυθοκόρησης σε μία διπλανή χοάνη, η P_{nom} προκύπτει από το Σχήμα Δ-7, ο συντελεστής διόρθωσης $f_m = 0.75$ για λάσπες λαμβάνεται από τον Πίνακας Δ-1.

Πίνακας Δ-1 Βυθοκόρος αρτ	τάγης — Συντελεστής διόρθωσης f _m χωρητικότητες κάδων	για διάφορα είδη εδαφών και
	Συντελεστής διόρθωσης, fm	
Είδος εδάφους	Κάδος χωρητικότητας 2 m ³	Κάδος χωρητικότητας 4 m ³
Λάσπη	0.75	0.80
Χαλαρή άμμος	0.70	0.75
Συμπυκνωμένη άμμος	0.60	0.70
Άμμος και άργιλος	0.50	0.60
Πέτρες	0.35	0.45
Θραυσμένος βράχος	0.20	0.30

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-7 Βυθοκόρος αρπάγης: ονομαστική παραγωγή, Pnom, για διάφορες χωρητικότητες κάδων και χαρακτηριστικά βυθοκόρων (Bray et al., 1996)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	Ap. EW:: PERM-GREE-ESIA-	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	29 από 186	

9Δ.3.1.3 Βυθοκόροι αναρρόφησης κοπής (Cutter Suction Dredgers)

Η βυθοκόρος τύπου Cutter Suction Dredger η οποία φαίνεται στο Σχήμα Δ-8 είναι μία σταθερή βυθοκόρος που χρησιμοποιεί μία κεφαλή κοπής για να χαλαρώσει το προς βυθοκόρηση υλικό. Αντλεί το βυθοκορημένο υλικό μέσω αγωγού στην ξηρά ή σε φορτηγίδες. Κατά τη βυθοκόρηση, η κεφαλή κοπής διαγράφει τόξα και περιστρέφεται περί άξονα που τροφοδοτείται με ισχύ από βαρούλκα. Η βυθοκόρος τύπου cutter suction dredger αποτελείται από δύο κύρια εξαρτήματα που είναι: (1) η κεφαλή κοπής και (2) η αντλία βυθοκόρησης.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-8 Βυθοκόρος τύπου cutter suction dredger

Η κεφαλή κοπής είναι τοποθετημένη στο κάτω άκρο της σκάλας που χρησιμοποιείται για τη στήριξη της κίνησης κοπής και του σωλήνα αναρρόφησης και χρησιμοποιείται για την ανάδευση μαλακών υλικών ή για την κοπή σκληρότερων υλικών. Δύο τυπικές μορφές της κεφαλής κοπής περιλαμβάνουν (α) τον ίσιο βραχίονα που φέρει τον κόπτη με ίσιες λεπίδες βιδωμένες σε μια αράχνη (spider) και (β) τον κόφτη καλαθιού που έχει σπειροειδείς λεπίδες που είναι ενσωματωμένες στην μπροστινή πλήμνη και στο πίσω δακτύλιο. Τόσο η απόσταση των λεπίδων όσο και η γωνία της λεπίδας κοπής επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας (Bray et. al., 1996).

Η αντλία βυθοκόρησης βρίσκεται στο εσωτερικό της βυθοκόρου και δημιουργεί ένα κενό αέρα στον σωλήνα αναρρόφησης που ανασύρει το εδαφικό υλικό διαμέσου του σωλήνα και μέσω της

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	30 από 186

φυγοκεντρικής αντλίας. Στη συνέχεια, το χώμα απορρίπτεται μέσω άντλησης από έναν αγωγό (Bray et. al., 1996).

Η βυθοκόρος τύπου cutter suction εκτελεί σχεδόν αδιάλειπτη λειτουργία. Η αντλία βυθοκόρησης σταματά μόνο όταν κριθεί απαραίτητη η μετακίνηση του αγωγού είτε λόγω της μετακίνησης της βυθοκόρου ή της απόρριψης υλικού σε νέα θέση.

Ο βασικός κύκλος λειτουργίας είναι ο ακόλουθος (Bray et. al.,1996):

- Βήμα 1. κοπή (βυθοκόρηση σε καθορισμένο βάθος όλου του υλικού που βρίσκεται στην ακτίνα δράσης της κεφαλής κοπής),
- Βήμα 2. προώθηση του άξονα κοπής (spud),
- Βήμα 3. κοπή,
- Βήμα 4. προώθηση του άξονα κοπής (spud),
- Βήμα 5. επανάληψη των βημάτων 1-4 εάν είναι απαραίτητο,
- Βήμα 6. μετακίνηση,
- Βήμα 7. αλλαγή θέσης αγωγού, και
- Βήμα 8. επανάληψη των βημάτων 1–8.

Το μέγεθος της βυθοκόρου τύπου cutter suction ορίζεται από τη διάμετρο του αγωγού και την εγκατεστημένη ισχύ της μηχανής. Οι διάμετροι αγωγών κυμαίνονται από 100 μέχρι 1500 mm. Η στατιστική κατανομή των βυθοκόρων τύπου cutter suction,η εγκατεστημένη ισχύς και τα μέγιστα βάθη βυθοκόρησης φαίνονται στο Σχήμα Δ-9 και στο Σχήμα Δ-10, αντίστοιχα (Bray et. al, 1996). Μία ορθά σχεδιασμένη βυθοκόρος με διάμετρο αγωγού 762 mm , με ισχύ στην αντλία 5000 μέχρι 8000 hp στην αντλία και 2000 hp στον κόπτη (cutter) αντλεί 153 μέχρι 1529 m³/h σε μαλακό μέχρι μέτριας σκληρότητας βράχο μέσω αγωγού μήκους μέχρι και 4572 m (Herbich, 1992). Μία σύγχρονη και αυτοματοποιημένη βυθοκόρος τύπου cutter suction δύναται να επιτύχει ρυθμούς παραγωγής περίπου 500000 m³/εβδομάδα υπό καλές συνθήκες.

<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	31 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-10 Χαρακτηριστικά βυθοκόρων τύπου cutter suction (Bray et al., 1996)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	32 από 186

9Δ.3.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις βυθοκόρησης

Οι επιπτώσεις των βυθοκορήσεων στα θαλάσσια οικοσυστήματα (όπως η θαλάσσια βλάστηση) είναι πολύπλοκες και έχουν καταστεί πλήρως κατανοητές παρά τις διάφορες ερευνητικές προσπάθειες. Υπάρχει εκτεταμένη εμπειρία από την οποία μπορούμε να διδαχθούμε, η οποία προέρχεται από τους εργολάβους τεχνικών έργων, τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), τα δεδομένα παρακολούθησης και την επιστημονική βιβλιογραφία από επιτόπιες και εργαστηριακές μελέτες σχετικά με πιθανές άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις της βυθοκόρησης (Erftemeijer and Lewis, 2006).

Οι πιθανές επιπτώσεις της βυθοκόρησης προκαλούνται από τις ακόλουθες διαδικασίες:

- την ίδια τη διαδικασία της βυθοκόρησης, δηλαδή την αφαίρεση του υποστρώματος εδάφους από το θαλάσσιο πυθμένα, και
- τη διαδικασία της διάθεσης.

Επομένως, το υλικό της βυθοκόρησης δύναται να αιωρηθεί

- κατά την ίδια τη διαδικασία της βυθοκόρησης ως αποτέλεσμα της διαταραχής του υποστρώματος του πυθμένα, και
- κατά τη μεταφορά στην επιφάνεια, την υπερχείλιση από φορτηγίδες ή τη διαρροή από τους αγωγούς, κατά τη μεταφορά μεταξύ των τοποθεσιών βυθοκόρησης και απόρριψης και κατά τη διάρκεια της απόρριψης υλικού βυθοκόρησης (Jensen and Mogensen, 2000).

Γενικά, οι επιπτώσεις της βυθοκόρησης στο φυσικό περιβάλλον περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Μεταβολές της βαθυμετρίας.
 - Μεταβολή της ταχύτητας των ρευμάτων και τις συνθήκες των κυματισμών (Jensen and Mogensen, 2000) που επηρεάζουν την ιζηματογενή επιφάνεια και δύναται να προκαλέσουν διάβρωση κάτω από τη χλωρίδα του πυθμένα (MacInnis and Ralph, 2003).
- Προσωρινή μείωση της διαύγειας του νερού.
- Αυξημένες συγκεντρώσεις αιωρούμενων υλικών.
- Αυξημένους ρυθμούς καθίζησης.

Οι πιο πιθανές άμεσες επιπτώσεις της βυθοκόρησης είναι:

- Η φυσική απομάκρυνση του υποστρώματος και των σχετικών φυτών και ζώων από τον πυθμένα του βυθού.
- Η ταφή λόγω επακόλουθης καθίζησης υλικού (Newell et al., 1998).
- Η αυξημένη θολότητα και καθίζηση ως αποτέλεσμα των εργασιών βυθοκόρησης και διάθεσης.

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00 22 από 186
		Σελ.:	33 από 186

Οι αλλαγές θολότητας που προκαλούνται από τη βυθοκόρηση θα οδηγήσουν σε δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις μόνο όταν η παραγόμενη θολότητα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη φυσική διακύμανση της θολότητας και των ρυθμών καθίζησης στην περιοχή (Stern and Stickle, 1978; Orpin et al., 2004). Αυτή η φυσική μεταβλητότητα μπορεί μερικές φορές να είναι σημαντική και μπορεί να προκληθεί από παράγοντες όπως καταιγίδες, ανεμογενείς κυματισμοί, εκροές ποταμών και άλλες τοπικές διαταραχές. Οι δραστηριότητες βυθοκόρησης συχνά δεν δημιουργούν περισσότερα αυξημένα αιωρούμενα ιζήματα συγκριτικά με τις εμπορικές ναυτιλιακές δραστηριότητες, το ψάρεμα βυθού ή τις έντονες καταιγίδες (Pennekamp et al., 1996).

Σε πολλές Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, δίνεται προσοχή στην επίδραση της θολότητας στα οικοσυστήματα του της χλωρίδας του θαλασσίου πυθμένα που έχει δύο διαστάσεις:

- Η εξασθένηση του φωτός από το αιωρούμενο υλικό επηρεάζει την ποσότητα του φωτός που είναι διαθέσιμο στα φυτά του θαλασσίου πυθμένα και στα σχετικά επίφυτα (epiphytes), στο μικροφυτοβένθος (microphytobenthos) και στα μακροφύκη (macroalgae). Ανάλογα με το βάθος στο οποίο εμφανίζονται αυτοί οι οργανισμοί, η υψηλή θολότητα μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της διαθεσιμότητας φωτός που οδηγεί σε δυσμενή αποτελέσματα ή θάνατο.
- Τα υψηλά επίπεδα αιωρούμενου υλικού μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένη ζωτικότητα ή θάνατο στη βενθική πανίδα που σχετίζεται με τα φυτά του θαλασσίου πυθμένα μέσω της απόφραξης των μηχανισμών τροφοδοσίας τους και πνιγμού, ειδικά σε οργανισμούς που τρέφονται μέσω φιλτραρίσματος, όπως μύδια, στρείδια και άλλα οστρακοειδή.

Για την καταγραφή και των δύο επιπτώσεων της θολότητας, τα κρίσιμα όρια θολότητας θα πρέπει επομένως να προσδιορίζονται ιδανικά ως προς τη διαθεσιμότητα του φωτός στον πυθμένα (σε % της επιφανειακής ακτινοβολίας) καθώς και ως προς τη συγκέντρωση των συνολικών αιωρούμενων στερεών (σε mg/L).

Τα αναφερόμενα όρια ανοχής των συστημάτων κοραλλιογενών υφάλων για χρόνιες συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων κυμαίνονται από <10 mg/L σε παρθένες περιοχές υπεράκτιων υφάλων μέχρι >100 mg/L υφάλους πλησίον της ακτής. Ορισμένα μεμονωμένα είδη κοραλλιών δύναται να υποστούν βραχυπρόθεσμη έκθεση (ημέρες) σε συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων μέχρι και 1000 mg/L, ενώ άλλα παρουσιάζουν θνησιμότητα μετά από έκθεση (εβδομάδες) σε χαμηλές συγκεντρώσεις των 30 mg/L. Η ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή για τα συνολικά αιωρούμενα στερεά που παρέχεται από το ψήφισμα MARPOL MEPC.159(55) (IMO, 2006) είναι 35 mg/L για το πρότυπο απόρριψης θαλάσσιων λυμάτων, καθώς και από την Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank) / Διεθνή Χρηματοοικονομική Εταιρεία (International Finance Corporation , IFC) για τις θαλάσσιες εκροές λυμάτων (World Bank Group, 2015)».





9Δ.3.3 Το πλούμιο των αιωρούμενων σωματιδίων (Suspended Particulate Matter, SPM)

Τα αιωρούμενα σωματίδια σχηματίζουν ένα πλούμιο το οποίο μεταφέρεται μακριά από την περιοχή βυθοκόρησης με την κυκλοφορία του ύδατος ακολουθώντας μία διαδρομή που αποτελείται από **3 περιοχές** (Bridges et al. 2010):

- Περιοχή αρχικής ανάμιξης: Η δραστηριότητα της βυθοκόρησης κυριαρχεί των φυσικών διεργασιών.
- Περιοχή κοντινού πεδίου: Επικρατεί η διασπορά και η ταχεία καθίζηση των αιωρούμενων στερεών.
- Μακρινή περιοχή: Το πλούμιο των SPM σταδιακά μειώνεται και τα φαινόμενα μεταγωγής και καθίζησης είναι της ίδιας τάξης μεγέθους.

Η συμπεριφορά του πλουμίου SPM εξαρτάται από τις ακόλουθες παραμέτρους

- **Χαρακτηριστικά βυθοκόρησης**, όπως τα παρακάτω:
 - τύπος εξοπλισμού βυθοκόρησης και τρόπος λειτουργίας,
 - > χωρητικότητα και παραγωγή (ρυθμός παραγωγής) εξοπλισμού βυθοκόρησης,
 - > πάχος τομών βυθοκόρησης, και
 - ικανότητα του χειριστή.
- **Χαρακτηριστικά ιζημάτων**, που περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:
 - ρυθμός διαφυγής στερεών.
 - πυκνότητα, κοκκομετρία και ταχύτητα καθίζησης των αιωρούμενων σωματιδίων.
- **Χαρακτηριστικά περιοχής και εκροής**, που περιλαμβάνουν:
 - βάθος ύδατος,
 - εκτεθειμένη επιφάνεια βυθοκόρησης,
 - επικρατούντα ρεύματα και κύματα, και
 - παρουσία εμποδίων.

9Δ.3.4 Ρυθμός διαφυγής στερεών ιζημάτων

Ο ρυθμός διαφυγής προκύπτει (Fissel and Lin, 2018):

- από τεχνικά έγγραφα για συγκεκριμένες θαλάσσιες κατασκευαστικές δραστηριότητες, και
- από πληροφορίες που παρέχονται από τους ναυτιλιακούς φορείς και τους προμηθευτές εξοπλισμού τους.

Οι όγκοι και οι ρυθμοί διαφυγής ποικίλλουν σημαντικά ανάλογα με τις λειτουργικές παραμέτρους της βυθοκόρησης. Για παράδειγμα για απόρριψη στη θάλασσα:

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	35 από 186

- από μεγάλες φορτηγίδες, απελευθερώνονται πολύ μεγάλοι όγκοι ιζηματογενών υλικών, συνήθως 2000 m³ με σχεδόν 100% διαφυγή μέσω του πυθμένα της φορτηγίδας (μια φορτηγίδα σχισμένου κύτους που χρησιμοποιείται για απόρριψη στη θάλασσα), ενώ
- για τη μηχανική βυθοκόρηση του βυθού, η διαφυγή μάζας ή όγκου ιζήματος στο υδάτινο περιβάλλον είναι πολύ μικρότερη, κατά 3 μέχρι 4 τάξεις μεγέθους.

Το εύρος των αναφερόμενων τιμών ρυθμών απελευθέρωσης από μηχανικές βυθοκόρους είναι πολύ μεγάλο. Επομένως, για κάθε συγκεκριμένη εργασία βυθοκόρησης, ο ρυθμός διαφυγής ιζημάτων πρέπει να εκτιμηθεί με βάση

- τον τύπο και τον εξοπλισμό της βυθοκόρησης,
- τις φυσικές και γεωτεχνικές παραμέτρους του υλικού του πυθμένα που πρόκειται να εκσκαφθεί,
 και
- τις συνθήκες λειτουργίας.

Ενδεικτικά, για μηχανική βυθοκόρηση,

- Οι Je et al. (2007) προτείνουν ότι ο ρυθμός και η μάζα του ιζήματος που επαναιωρήθηκε κατά τη διάρκεια της τυπικής βυθοκόρησης με κυλινδρικό δοχείο (clamshell bucket dredging) κυμαινόταν από 0.16 μέχρι 0.88% με βάση 5 μελέτες πεδίου σε ποταμούς και σε εκβολές ποταμών.
- Οι Burt et al. (2007) παρέχουν υψηλότερο εύρος εκτιμώμενων ρυθμών διαφυγής για μια συγκεκριμένη εργασία βυθοκόρησης σε ένα ποτάμι με τυπική τιμή 3.35%, αλλά υπάρχουν και αναφορές για μεγαλύτερες τιμές 5–6% (Stamou et al., 2009) και ακόμη έχουν σημειωθεί και πολύ μεγάλες της τάξης του 10 % ή περισσότερο.

Οι προαναφερθείσες τιμές συνοψίζονται στον Πίνακας Δ-2.

Ρυθμός διαφυγής	Βιβλιογραφία
0.16 – 0.88% για βυθοκόρηση με κάδο (bucket dredging)	Hayes et al. (2007)
3.35%, 5 - 6%, 10%	Burt et al. (2007)
5%	Stamou et al. (2009)
19.5% για βυθοκόρηση με τρυπάνι (drill cuttings)	Jones et al. (2021)
0.2 – 3% για βυθοκόρηση με κλειστές μηχανικές βυθοκόρους (closed mechanical dredges)	Schroeder and Ziegler (2004)

Πίνακας Δ-2 Ενδεικτικές τιμές ρυθμών διαφυγής ιζημάτων

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	36 από 186

9Δ.3.5 Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Ιζημάτων που μετρήθηκαν σε τοποθεσίες βυθοκορήσεων

Ο Van Rijn (2019) παρουσίασε μια σειρά εργασιών πεδίου σε τοποθεσίες βυθοκόρησης με διάφορες μεθόδους βυθοκόρησης, στις οποίες μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (Suspended Sediment Concentrations, SSC) κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης. Αυτές οι εργασίες πεδίου καθώς και ορισμένες πρόσθετες εργασίες συνοψίζονται στον Πίνακας Δ-3 και στον Πίνακας Δ-4. Το Cmin και το Cmax υποδηλώνουν ελάχιστες και μέγιστες τιμές SSC, αντίστοιχα. Τα B, M και S δηλώνουν κοντά στον πυθμένα, το μέσο βάθος και την επιφάνεια, αντίστοιχα. Το Umin και το Umax υποδηλώνουν ρεύμα ελάχιστης και μέγιστης ταχύτητας, αντίστοιχα.

Πίνακας Δ-3 Μετρηθείσες συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) σε τοποθεσίες βυθοκόρηση	۱S
με χρήση μηχανικών βυθοκόρων	

Ερευνητής	Μηχανική Βυθοκόρηση	Περιοχή	x	Cmin (mg/L)	Cmax (mg/L)	B/M/S	Umin (m/s)	Umax (m/s)
Hayes et al. (1984)	Κλειστός κάδος τύπου Clamshell (κοχύλι)	USA	6	50	500	В		
Clarke et al. (2007)	Μηχανική βυθοκόρος με περιβαλλοντικό κάδο	Arthur Kill Waterway, New Jersey, USA	10	300	300	В	0.3	0.4
Sosnowski (1984)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης – γερανός τοποθετημένος σε φορτηγίδα με ανοιχτό κάδο τύπου clamshell	New Thames River and Eastern Long Island Sound (USA)	50	100	1000	В	0.5	2.0
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	50	280	280	В		
Clarke et al. (2007)	Μηχανική βυθοκόρος με περιβαλλοντικό κάδο	Arthur Kill Waterway, New Jersey, USA	60	100	200	В		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	100	100	100	В		
Clarke et al. (2007)	Μηχανική βυθοκόρος με περιβαλλοντικό κάδο	Arthur Kill Waterway, New Jersey, USA	100		<100	В		


ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 A09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 37 από 186

Ερευνητής	Μηχανική Βυθοκόρηση	Περιοχή	x	Cmin (mg/L)	Cmax (mg/L)	B/M/S	Umin (m/s)	Umax (m/s)
Sosnowski (1984)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης – γερανός τοποθετημένος σε φορτηγίδα με ανοιχτό κάδο τύπου clamshell	New Thames River and Eastern Long Island Sound (USA)	300	10	20	В	0.5	2.0
Clarke et al. (2007)	Μηχανική βυθοκόρος με περιβαλλοντικό κάδο	Arthur Kill Waterway, New Jersey, USA	350		<20	В		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	400	40	40	В		
Bernard (1978)	Αρπάγη τύπου Clamshell	USA	50- 100		<200	В		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	50	50	50	М		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	100	60	60	М		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	50	80	80	S		
Sosnowski (1984)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης – γερανός τοποθετημένος σε φορτηγίδα με ανοιχτό κάδο τύπου clamshell	New Thames River and Eastern Long Island Sound (USA)	50	10	100	S	0.5	2.0
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	100	40	40	S		
Sosnowski (1984)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης – γερανός τοποθετημένος σε φορτηγίδα με	New Thames River and Eastern Long Island Sound (USA)	200	5	5	S	0.5	2.0

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
	•••	Σελ.:	38 από 186	

Ερευνητής	Μηχανική Βυθοκόρηση	Περιοχή	x	Cmin (mg/L)	Cmax (mg/L)	B/M/S	Umin (m/s)	Umax (m/s)
	ανοιχτό κάδο τύπου clamshell							
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χρήση αρπάγης	Oakland Inner Harbour	400	25	25	S		

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Πίνακας Δ-4 Μετρηθείσες συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) σε τοποθεσίες βυθοκόρησης με χρήση υδραυλικών βυθοκόρων

Ερευνητής	Υδραυλική Βυθοκόρηση	Περιοχή	x	Cmin (mg/L)	Cmax (mg/L)	B/M/S	Umin (m/s)	Umax (m/s)
Willoughby and Crabb (1983)	Βυθοκόρος με χοάνη αναρρόφησης (9Δ.1.10)	Moreton Bay, Middle Banks, Australia	3	500	500	В		0.6
Bernard (1978)	Κεφαλή κοπής	USA	3	10000	10000	В		
Hayes et al. (1984)	Κεφαλή κοπής	USA	6	100	1000	В		
Hayes et al. (1984)	Χοάνη αναρρόφησης με υπερχείλιση	USA	30	900	900	В		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χοάνη αναρρόφησης χωρίς υπερχείλιση	Mare Island Strait (San Francisco Bay, USA)	50	230	230	В		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με κεφαλή κοπής	Mare Island Strait (San Francisco Bay, USA)	50	70	70	В		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χοάνη αναρρόφησης και υπερχείλιση	Mare Island Strait (San Francisco Bay, USA)	50	165	870	В		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με κεφαλή κοπής	Mare Island Strait (San Francisco Bay, USA)	100	55	55	В		



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 39 από 186

Ερευνητής	Υδραυλική Βυθοκόρηση	Περιοχή	x	Cmin (mg/L)	Cmax (mg/L)	B/M/S	Umin (m/s)	Umax (m/s)
Stuber (1976)	Βυθοκόρηση με ανακίνηση	Savannah river channel, USA	100- 300	200	400	В		1-1.5
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με κεφαλή κοπής	Mare Island Strait (San Francisco Bay, USA)	400	50	50	В		
Bernard (1978)	Κεφαλή κοπής	USA	500	100	200	В		
Bernard (1978)	Χοάνη αναρρόφησης (κοντά στους σύρτες)	USA	1200	10000	20000	В		
Stuber (1976)	Βυθοκόρηση με ανακίνηση	Savannah river channel, USA	100- 300	100	200	М		1-1.5
Willoughby and Crabb (1983)	Χοάνη αναρρόφησης με υπερχείλιση	Moreton Bay, Middle Banks, Australia	3	50	50	S		
Hayes et al. (1984)	Χοάνη αναρρόφησης χωρίς υπερχείλιση	USA	30	350	350	S		
Hayes et al. (1984)	Χοάνη αναρρόφησης χωρίς υπερχείλιση	USA	30	50	50	S		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χοάνη αναρρόφησης και υπερχείλιση	Mare Island Strait (San Francisco Bay, USA)	50	75	350	S		
Wakeman et al. (1975)	Βυθοκόρηση με χοάνη αναρρόφησης χωρίς υπερχείλιση	Mare Island Strait (San Francisco Bay, USA)	50	210	210	S		

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

9Δ.3.6 Σύνοψη της Πρακτικής Εμπειρίας στη Βυθοκόρηση

Ο Van Rijn (2019) συνόψισε την πρακτική εμπειρία σχετικά με τις συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης. Τα κύρια συμπεράσματά του είναι τα εξής:

. i	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	40 από 186	

- Οι μηχανικοί βυθοκόροι προκαλούν αυξήσεις των SSC στο εύρος από 50 μέχρι 200 mg/L σε περίπου 50 m από το σημείο βυθοκόρησης, αλλά τα περισσότερα δεδομένα είναι λιγότερα από 100 mg/L. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η βυθοκόρηση, τόσο υψηλότερες είναι οι SSC, αλλά, καθώς αυξάνεται το μέγεθος, ο συνολικός όγκος του ιζήματος που χάνεται ως ποσοστό του συνολικού όγκου που βυθοκορείται μειώνεται. Οι μηχανικοί βυθοκόρησης, αλλά η αύξηση της συγκέντρωσης δεν είναι τόσο υψηλή επειδή το ίζημα είναι καλά διασκορπισμένο σε όλη την υδάτινη στήλη και σε μια ευρεία περιοχή με χαμηλές συγκεντρώσεις πριν την τελική καθίζηση.
- Ο Πίνακας Δ-5 παρουσιάζει τις τιμές αραιώσεων με βάση δεδομένων μετρήσεων και θεωρητικών μελετών διάχυσης (Ενότητα 4.5). Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι SSC μειώνονται στις τιμές υποβάθρου εντός 500 m, εκτός της περίπτωσης βυθοκόρησης με χοάνη και υπερχείλιση (hopper dredging with overflow).

Ταχύτητα ρεύματος (m/s)	Στα 200 m	Στα 500 m	Στα 5000 m
0.1-0.3	5	10	50
0.3-0.5	5	10	25
0.5-1.0	5	7	15
1.0-1.5	5	7	10

Πίνακας Δ-5 Αραιώσεις σε αποστάσεις 200 m, 500 m και 5000 m από την πηγή για διάφορες

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

- Οι βυθοκόροι τύπου cutter suction παράγουν SSC που είναι αρκετά υψηλές κοντά στην κεφαλή κοπής (1000-10000 mg/L), αλλά είναι αρκετά μικρές μακριά από την κεφαλή κοπής. Οι βυθοκόροι τύπου trailing suction hopper μπορούν να εγχύσουν σημαντικές ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού στην υδάτινη στήλη όταν υπερχειλίζουν. Οι SSC πλησίον της βυθοκόρου μπορεί να ανέλθουν μέχρι και 500 mg/L στην επιφάνεια του νερού και μέχρι και 500 mg/L κοντά στον πυθμένα. Εάν η λειτουργία πραγματοποιείται χωρίς υπερχείλιση, πολύ λίγο ίζημα τίθεται σε αιώρηση (γενικά μικρότερο από περίπου 200 mg/L). Το μείγμα που υπερχειλίζει τείνει να κατέρχεται προς τον πυθμένα αρκετά γρήγορα ως πυκνό πλούμιο λόγω της σχετικά υψηλής πυκνότητάς του και του υψηλού ρυθμού παροχής.
- Οι μεγάλοι βυθοκόροι τύπου suction hopper μπορούν να παράγουν τόση θολότητα (σε όρους επαναιώρησης σωματιδίων) όπως οι μικρές βυθοκόροι τύπου backhoe grab. Οι τιμές του συντελεστή επαναιώρησης δεν εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την παραγωγική ικανότητα. Τα αποτελέσματα από διάφορες τοποθεσίες πεδίου δείχνουν ότι οι SSC (i) είναι μεγαλύτερες

ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00 41 από 186	
	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED Αρ.Εγχ.: PER Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Αο.Εγχ.: PER Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων Αναθ.: Σελ.: Σελ.:	

κοντά στον πυθμένα, (ii) μειώνονται γρήγορα με την απόσταση από την περιοχή βυθοκόρησης. Η μείωση είναι λιγότερο γρήγορη εάν τα ρεύματα είναι σχετικά μεγάλα, και (iii) είναι μεγαλύτερες για πολύ λεπτά ιζήματα.

- Οι χρόνοι αποδόμησης (decay times) (μετά τη διακοπή της βυθοκόρησης) είναι περίπου 3 ώρες σε βάθη από 5 μέχρι 10 m, που σημαίνει ότι τα αιωρούμενα ιζήματα βυθίζονται σχετικά γρήγορα στον πυθμένα μετά τη διακοπή των εργασιών βυθοκόρησης σε συνθήκες με σχετικά χαμηλά ρεύματα (< 0.5 m /s). Οι αποτελεσματικές ταχύτητες καθίζησης λεπτόκοκκων/λάσπης κυμαίνονται από 0.5 μέχρι 2 mm/s (λόγω των φαινομένων κροκίδωσης).
- Η αύξηση της θολότητας κοντά σε βυθοκόρους στο λιμάνι του Ρότερνταμ βρέθηκε να είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με την αύξηση της θολότητας λόγω απόπλου και πρόσδεσης των πλοίων (επαναιώρηση λόγω προπέλας πλοίων με ρυμουλκά και των ροών ύδατος μεταξύ της κάτω επιφάνειας των πλοίων και του πυθμένα σε ρηχά νερά). Αυξήσεις θολότητας μέχρι 500 mg/L (συγκέντρωση υποβάθρου 20 mg/L) μετρήθηκαν σε αποστάσεις περίπου 50 μέχρι 200 m από ένα μεγάλο φορτηγό πλοίο με χύδην φορτίου κατά την πρόσδεσή του στην αποβάθρα με τη βοήθεια τεσσάρων ρυμουλκών σε μία από τις λιμενικές ζώνες του Ρότερνταμ. Η ετήσια παραγωγή θολότητας κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης συντήρησης στην περιοχή Botlek του λιμένα του Ρότερνταμ είναι της ίδιας τάξης με την παραγωγή θολότητας λόγω των πλοίων σε ένα έτος σε αυτή την περιοχή.
- Η θολότητα μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την τροποποίηση των τυπικών διαδικασιών βυθοκόρησης (υπερχείλιση με χρήση ειδικών αγωγών επιστροφής στην κάτω πλευρά του πλοίου, χρήση βυθοκόρων με κλειστή αρπάγη (grab dredger) ή κυλινδρικό κάδο (clamshell dredger), κουρτίνες ή σήτες συλλογής λάσπης γύρω από μηχανικές βυθοκόρους) (Βλέπε ενότητα 4.6).

9Δ.3.7 Μέτρα μείωσης των Συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Ιζημάτων

Υπάρχουν διάφορα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για τη μείωση των SSC κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης που συνοψίζονται ως εξής (Van Rijn, 2019 και John et al., 2000):

- Χρήση βυθοκόρων με τρυπάνια που χρησιμοποιούν ειδικό εξοπλισμό για τη μετακίνηση υλικού προς την κεφαλή αναρρόφησης και χρήση άντλησης με δράση εμβόλου, ώστε να καταστεί δυνατή η μεταφορά υλικού υψηλής πυκνότητας.
- Χρήση βυθοκόρων με δίσκους κοπής που η κεφαλή κοπής κείται οριζόντια και περιστρέφει τις κάθετες λεπίδες με αργό ρυθμό.
- Χρήση βυθοκόρων αναρρόφησης που χρησιμοποιούν ειδικό εξοπλισμό ώστε να ξύσουν το υλικό προς την είσοδο αναρρόφησης.

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	42 από 186	

- Κατά τη χρήση βυθοκόρου με χοάνη αναρρόφησης: βελτιστοποίηση της ταχύτητα έλξης, του στομίου αναρρόφησης και της παροχής αναρρόφησης και μείωση ή ακόμα και εξάλειψη της υπερχείλισης.
- Κατά τη χρήση βυθοκόρου με κεφαλή κοπής: βελτιστοποίηση της ταχύτητας κοπής, της ταχύτητας ταλάντωσης και παροχής αναρρόφησης και χρήση ειδικής σχεδίασης κεφαλής κοπής.
- Κατά τη χρήση βυθοκόρου αρπάγης, χρησιμοποίηση στεγανού δοχείου, χρήση εσχάρας ιλύος, περιορισμός του χρόνου παραμονής της αρπάγης άνωθεν του νερού και περιορισμός του σύρσιμου της αρπαγής πάνω στον πυθμένα.
- Κατά τη χρήση βυθοκόρου τύπου backhoe, χρησιμοποίηση ειδικού κάδου για τη μείωση των απωλειών ιζημάτων και ιλύος (για ταχύτητες ρεύματος μικρότερες από 0.5 m/s).

9Δ.3.8 Το μαθηματικό μοντέλο CORMIX

9Δ.3.8.1 Ανάπτυξη και εφαρμογή του CORMIX

Το μοντέλο CORMIX αναπτύχθηκε σε συνεργασία των US EPA, του US Army Corps of Engineers και του US Bureau of Reclamation (USEPA, 1999).

To CORMIX (http://www.cormix.info/) χρησιμοποιείται για την ανάλυση, την πρόβλεψη και το σχεδιασμό περιοχών ανάμειξης από διαχύτες στη θάλασσα που δημιουργούνται από τη συνεχή σημειακή εκροή λυμάτων σε παράκτια ύδατα (Doneker & Jirka, 2007).

Το CORMIX προσομοιώνει τα 3 βασικά στάδια της εξέλιξης ενός πλουμίου λυμάτων (επίσης ενότητα 9Δ.3.2):

- την περιοχή του κοντινού πεδίου, όπου η δυναμική της φλέβας/πλουμίου κυριαρχείται από την ορμή της εκροής,
- την περιοχή εξάπλωσης της άνωσης, όπου η άνωση του εκρέοντος υγρού είναι δυναμικά σημαντική, και
- την περιοχή εξάπλωσης στο περιβάλλον, όπου έχει συμβεί πλήρης κατακόρυφη ανάμιξη και το πλούμιο ελέγχεται από τη ροή του περιβάλλοντος υγρού.

Αποτελεσματικοί υπολογιστικοί αλγόριθμοι παρέχουν αποτελέσματα προσομοίωσης για τις περιοχές ανάμιξης με χωρικές κλίμακες μέτρων μέχρι χιλιομέτρων. Η εκτενής σύγκριση με τα διαθέσιμα δεδομένα πεδίου και εργαστηρίου έχει δείξει ότι οι προβλέψεις του μοντέλου CORMIX σχετικά με τις συγκεντρώσεις των πλουμίων (με σχετικές γεωμετρίες πλουμίων) είναι αξιόπιστες για την πλειονότητα των περιπτώσεων (Jirka, 2004; Doneker et al., 2004).

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 43 από 186	

Το CORMIX χρησιμοποιεί ένα εύχρηστο σύστημα βασισμένο σε κανόνες για τον έλεγχο των δεδομένων εισόδου και τον έλεγχο της συνέπειας και επιλέγει το κατάλληλο υδροδυναμικό μοντέλο για την προσομοίωση των φυσικών διαδικασιών ανάμειξης που ενδέχεται να υπάρχουν από οποιαδήποτε περίπλοκα μοτίβα ροής σε μια συγκεκριμένη αλληλεπίδραση εκροής-περιβάλλοντος.

Τα σχήματα **ταξινόμησης της υδροδυναμικής ροής** στο CORMIX αναπτύσσονται με βάση μεγέθη που προέρχονται από διαστατική ανάλυση, καθώς λεπτομερείς μέθοδοι για την προσομοίωση της υδροδυναμικής συμπεριφοράς των εκροών, για πολύπλοκες φυσικές καταστάσεις δεν είναι διαθέσιμες.

To CORMIX ταξινομεί τις κατηγορίες των εκροών στον υδάτινο αποδέκτη με βάση τα σχετικά μεγέθη των κλιμάκων μήκους, όπως φαίνεται και στην ενότητα 9Δ.3.8.2.

Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες κλίμακες μήκους:

- για τη μέτρηση της επίδρασης της κάθε διαδικασίας δυναμικής ανάμιξης λόγω της εισροής ορμής (momentum flux) και άνωσης (buoyancy) της εκροής σε σχέση την επίδραση των ορίων, και στη συνέχεια
- για την πρόβλεψη των χαρακτηριστικών της περιοχής ανάμιξης σε συνθήκες μόνιμης ροής και των δυναμικών χαρακτηριστικών του πλουμίου, όπως οι καθαρές φλέβες, φλέβες που έρχονται σε επαφή με την ακτογραμμή, οι φλέβες σταθερού ορίου (wall jets) και ανοδικά πλούμια (upstream intruding plumes) (Doneker & Jirka, 2007; Jirka, 2004).

9Δ.3.8.2 Σύντομη περιγραφή της γενικής θεωρίας φλεβών και κλιμάκων μήκους

Ας θεωρήσουμε ότι μία εκροή σε παράκτιο περιβάλλον πραγματοποιείται από ένα μεμονωμένο ακροφύσιο διαμέτρου D με αρχική ταχύτητα (U_o), αρχική (ή ροή όγκου) παροχή (Q_o), αρχική ροή ορμής (M_o), και με αρχική διαφορά πυκνοτήτων (Δρ_o = ρ_a – ρ₀, όπου ρ_o είναι η αρχική πυκνότητα εκροής και ρ_a είναι η πυκνότητα περιβάλλοντος), η οποία δημιουργεί μία αρχική ροή άνωσης (B_o).

Η παράκτια εκροή δημιουργεί μία ασυνέχεια ταχυτήτων μεταξύ του εκρέοντος υγρού και του περιβάλλοντος υγρού η οποία δημιουργεί μία έντονη διάτμηση. Αυτό το υδροδυναμικό χαρακτηριστικό ονομάζεται "φλέβα" (Jirka et al., 1996).

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
		Αναθ.:	00	
		Σελ.:	44 από 186	
		•	•	



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-11 Σχηματική αναπαράσταση μίας φλέβας

Μπορούμε να υπολογίσουμε τις αρχικές ροές ποσοτήτων (fluxes) από τις ακόλουθες εξισώσεις: Αρχική ροή όγκου (Initial volume flux):)

$$Q_{o} = \frac{\pi D^{2}}{4} U_{o}$$
(1)

Αρχική ποσότητα ορμής (Initial specific momentum flux):

$$M_{o} = \frac{\pi D^2}{4} U_{o}^2 = Q_{o} U_{o}$$
⁽²⁾

Αρχική ποσότητα άνωσης (Alnitial specific buoyancy flux):

$$B_{o} = g \frac{\Delta \rho_{o}}{\rho_{a}} Q_{o} = g \frac{\rho_{a} - \rho_{o}}{\rho_{a}} Q_{o} = g_{o} Q_{o}$$
(3)

όπου

$$g'_{o} = g \frac{\rho_{a} - \rho_{o}}{\rho_{a}}$$
(4)

είναι η φαινόμενη επιτάχυνση της βαρύτητας.

Μία φλέβα χαρακτηρίζεται ως στρωτή ή τυρβώδης βάσει του αρχικού αριθμού Reynolds (Re_o)

, jõ	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
		Αναθ.:	00	
	•••	Σελ.:	45 από 186	

$$Re_o = \frac{U_o D}{v}$$

(5)

όπου ν είναι το κινηματικό ιξώδες του εκρέοντος υγρού. Όταν Re_o είναι μεγαλύτερο από 2000 η φλέβα είναι τυρβώδης.

Έχει υπολογισθεί όταν οι προαναφερθείσες αρχικές ποσότητες κυριαρχούν επί της αραίωσης μίας κυκλικής τυρβώδης ανωστική φλέβας τότε Re>4000 (Fischer et al., 1979).

Υπάρχουν δύο οριακές περιπτώσεις φλεβών:

- η καθαρή φλέβα (simple jet), και
- το καθαρό πλούμιο (simple plume).

Η "καθαρή φλέβα" έχει πυκνότητα ίση με την πυκνότητα του υγρού περιβάλλοντος, ήτοι. Δρ_o = 0, συνεπώς, $\mathbf{B}_{o} = \mathbf{0}$ και η συμπεριφορά της ροής κυριαρχείται από την αρχική ροή ορμής (M_o). Το "καθαρό πλούμιο" έχει αμελητέα αρχική ταχύτητα και ροή ορμής, ήτοι. $\mathbf{U}_{o} \approx \mathbf{0}$ και $\mathbf{M}_{o} \approx \mathbf{0}$, ενώ η πυκνότητά του είναι μικρότερη από την πυκνότητα του περιβάλλοντος υγρού, ήτοι Δρ_o = ρ_a - ρ_o >0

Υπάρχουν δύο βασικές κλίμακες μήκους που επηρεάζουν τη συμπεριφορά μίας φλέβας, οι οποίες προσδιορίζονται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$L_{M} = \frac{M_{o}^{3/4}}{B_{o}^{1/2}} = \frac{\left(Q_{o}U_{o}\right)^{3/4}}{\sqrt{g_{o}}Q_{o}^{1/2}} = \frac{Q_{o}^{1/4}U_{o}^{3/4}}{\sqrt{g_{o}}} = \frac{\left(\frac{\pi D^{2}}{4}\right)^{1/4}U_{o}^{3/4}}{\sqrt{g_{o}}} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/4}\frac{U_{o}D^{1/2}}{\sqrt{g_{o}}}$$
(6)

$$\kappa \alpha \iota L_{Q} = \frac{Q_{o}}{M_{o}^{1/2}} = \frac{\frac{\pi D^{2}}{4} U_{o}}{\left(\frac{\pi D^{2}}{4} U_{o}^{2}\right)^{1/2}} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/2} D$$
(7)

Δύο από τις πιο σημαντικές παραμέτρους στη μελέτη των φλεβών που συγκρίνουν την αρχική ορμή και τις ροές άνωσης και τις κλίμακες μήκους, περισσότερες λεπτομέρειες αναφέρονται στους Fischer et al. (1979) και Chen and Rodi (1980), είναι οι ακόλουθες:

Ο αρχικός πυκνομετρικός αριθμός Froude:

$$F_{o} = \frac{U_{o}}{\sqrt{g_{o}'D}}$$
(8)

Ο αρχικός αριθμός Richardson:

<u>(</u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	46 από 186

$$R_{o} = \frac{L_{Q}}{L_{M}} = \frac{\left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/2} D}{\left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/4} \frac{U_{o} D^{1/2}}{\sqrt{g_{o}'}}} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/4} \left(\frac{1}{\frac{U_{o}}{\sqrt{g_{o}'D}}}\right) = \left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/4} \frac{1}{F_{o}}$$
(9)

Στον Πίνακας Δ-6 συγκρίνονται οι αναφερθείσες κλίμακες μήκους και αριθμοί τους για τις περιπτώσεις καθαρών πλουμίων και φλεβών για κυκλικές και δισδιάστατες φλέβες.

Πίνακας Δ-6 Καθαρή φλέβα σε σύγκριση με το καθαρό πλούμιο					
Παράμετρος	Κυκλική φλέβα/πλούμιο	2D φλέβα/πλούμιο	Καθαρή φλέβα ($\rho_{o} - \rho_{\alpha} = 0$)	Καθαρό πλούμιο (υ _o = ο)	
gʻ	$\dot{g_o} = g \frac{\rho_a - \rho_o}{\rho_a}$	$\dot{g_o} = g \frac{\rho_a - \rho_o}{\rho_a}$	0	Μη μηδενική	
Q _o	$Q_o = \frac{\pi D^2}{4} U_o$	$Q_o = I_d w_d U_o$	Μη μηδενική	Μη μηδενική	
M _o	$M_{o} = Q_{o}U_{o}$	$M_o = Q_o U_o$	Μη μηδενική	0	
B _o	$B_{o} = g_{o}Q_{o}$	$B_{o} = g_{o}Q_{o}$	0	Μη μηδενική	
L _M	$L_{M} = \frac{M_{o}^{3/4}}{B_{o}^{1/2}} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/4} DF_{o}$	$L_{M} = \frac{\left(\frac{M_{o}}{I_{d}}\right)}{\left(\frac{B_{o}}{I_{d}}\right)^{2/3}} = \frac{U_{o}^{4/3}w_{d}^{1/3}}{\left(g_{o}^{'}\right)^{2/3}}$	Πολύ υψηλή	Πολύ χαμηλή	
L _Q	$L_{Q} = \frac{Q_{o}}{M_{o}^{1/2}} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/2} D$	$L_{Q} = \frac{\left(\frac{Q_{o}}{I_{d}}\right)^{2}}{\left(\frac{M_{o}}{I_{d}}\right)^{2}} = W_{d}$	Μη μηδενική	0	
F _o	$F_{o} = \frac{U_{o}}{\sqrt{g_{o}'D}}$	$F_{o} = \frac{U_{o}}{\sqrt{g_{o}' w_{d}}}$	Πολύ υψηλή	Πολύ χαμηλή	
$R_o = \frac{L_Q}{L_M}$	$R_{o} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^{1/4} \frac{1}{F_{o}}$	$R_{o} = \frac{\left(\frac{Q_{o}}{I_{d}}\right)^{2} \left(\frac{B_{o}}{I_{d}}\right)^{2/3}}{\left(\frac{M_{o}}{I_{d}}\right)^{2}} = \frac{1}{F_{o}^{4/3}}$	0	Πολύ υψηλή	

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 47 από 186

9Δ.3.8.3 Αρνητικές ανωστικές φλέβες σε κινούμενο περιβάλλον

Η εκροή μίας φλέβας σε κινούμενο περιβάλλον ταχύτητας u^a καταλήγει σε μία **φλέβα μεταγωγής** (advected jet). Η εκροή δύναται να πραγματοποιηθεί στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση του περιβάλλοντος υγρού, στην αντίθετη κατεύθυνση, κάθετα στην κίνηση του περιβάλλοντος ή σε κάποια ενδιάμεση γωνία. Αυτές οι ροές αναφέρονται ως φλέβες σε ομόρροπη ροή, φλέβες σε αντίθετη ροή, φλέβες σε εγκάρσια ροή και κεκλιμένες φλέβες, αντίστοιχα.

Σε μία φλέβα μεταγωγής:

- Πρώτον, η αρχική ροή ορμής γενικά κυριαρχεί στη συμπεριφορά της κοντά στην πηγή. Αυτός το τύπος της ροής ονομάζεται ισχυρή φλέβα ασθενώς μεταγώμενη. Η συμπεριφορά της είναι παρόμοια με εκείνη της καθαρής φλέβας.
- Δεύτερον, εάν η ορμή ροής που δημιουργείται από την άνωση, κυριαρχεί μετά την περιοχή της ισχυρής φλέβας, η ροή της φλέβας συμπεριφέρεται ως πλούμιο.
- Στη συνέχεια, πιο μακριά από την πηγή, η εισρέουσα ροή ορμής από το περιβάλλον ρευστό κυριαρχεί της ροής και ο τύπος της ροής αλλάζει. Η ροή πλέον θεωρείται ως έντονα μεταγώμενη.

Οι ανωστικές φλέβες κατηγοριοποιούνται περαιτέρω ως εξής:

- φλέβες θετικής άνωσης και
- φλέβες αρνητικής άνωσης.

Στις φλέβες θετικής άνωσης η κατακόρυφη συνιστώσα της αρχικής ροής της ορμής ενεργεί στην ίδια κατεύθυνση με τη δύναμη της άνωησης. Σε αυτές τις περιπτώσεις η γωνία εκροής ποικίλλει από κατακόρυφη μέχρι οριζόντια, ενώ οι υπόλοιπες αρχικές γωνίες εροής προκαλούν φλέβες αρνητικής άνωσης επιεδή η κατακόρυφη συνιστώσα της αρχικ΄ςη ροής ορμής ενεργεί στην αντίθετη κατεύθυνση της δύναμης της άνωσης.

Η εκροή ιζημάτων σε θαλάσσια ύδατα δημιουργεί φλέβα αρνητικής άνωσης. Στο Σχήμα Δ-12 παρουσιάζεται σχηματικά μία φλέβα αρνητικής άνωσης με τα κύρια γεωμετρικά χαρακτηριστικά και στοιχεία αραίωσης, όπως το μέγιστο ύψος ανύψωσης (Z_f), η οριζόντια απόσταση στη θέση πρόσπτωσης (X_i) και η αραίωση στο σημείο πρόσπτωσης (S_{min}).

) IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	48 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-12 Σχηματική αναπαράσταση φλέβας αρνητικής άνωσης (Πηγή: Papakostantis et al., 2013)

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 49 από 186

9Δ.3.8.4 Εφαρμογή του CORMIX σε πλούμια ιζημάτων (sediment plumes)

Το CORMIX διαθέτει προηγμένα εργαλεία για την προσομοίωση των αιωρούμενων ιζημάτων (επιλογή ιζημάτων βυθοκόρησης) που επεκτείνει την ικανότητα του CORMIX να προσομοιώνει την αρχική ανάμιξη και διασπορά των ιζημάτων βυθοκόρησης, η οποία περιλαμβάνει την άνωθεν της επιφάνειας εκροής ιζημάτων (side-casting surface) (Doneker et al., 2004), και το (υδροδυναμικό module) DHYDRO το οποίο προσομοιώνει εκροές πυκνών αιωρούμενων ιζημάτων (κάτωθεν, επί, και υπεράνω της ελεύθερης επιφάνειας).

Το μοντέλο περιλαμβάνει το φαινόμενο Stokes για την καθίζηση των αιωρούμενων σωματιδίων στη συμπεριφορά του πλουμίου, με έμφαση στο προκύπτον ρεύμα πυκνότητας του πλουμίου και λαμβάνει υπόψη την καθίζηση πέντε κλάσεων σωματιδιακών μεγεθών, όταν χρησιμοποιείται η αρχική (default) επιλογή ιζημάτων βυθοκόρησης (Doneker & Jirka, 2007; Doneker et al., 2004):

- 1. **χαλίκια (μη αιωρούμενα στερεά σωματίδια και κροκάλες)** με διάσταση μεγαλύτερη από 2 mm, τα οποία ξεχωρίζουν αμέσως εκτός του πλουμίου,
- άμμος: αιωρούμενα σωματίδια με διάσταση που κυμαίνεται από 0.062 2 mm με ταχύτητα καθίζησης 0.031 m/s,
- χονδρόκοκκος ιλύς: αιωρούμενα σωματίδια με διάσταση που κυμαίνεται από 0.016 0.062 mm με ταχύτητα καθίζησης 0.42×10⁻³ m/s,
- 4. λεπτόκοκκος ιλύς: αιωρούμενα σωματίδια με διάσταση που κυμαίνεται από 0.004 0.016 mm με ταχύτητα καθίζησης 0.26×10⁻⁴ m/s, και
- 5. **άργιλος**: αιωρούμενα σωματίδια με διάσταση μικρότερη από 0.004 mm με ταχύτητα καθίζησης 0.65 × 10⁻⁶ m/s.

Για ρηχά θαλάσσια βάθη των 3.5 m,o χρόνος καθίζησης των σωματιδίων άμμου είναι περίπου 2 minutes, για χονδρόκκοκη ιλύ 2.3 ώρες, για λεπτόκοκκη ιλύ περίπου 1.6 ημέρες, και για σωματίδια αργίλου περισσότερο από 62 ημέρες (Purnama et al., 2016).

Η ταξινόμηση ροής του CORMIX για φλέβες αρνητικής άνωσης σε ομοιόμορφο περιβάλλον φαίνεται στο Σχήμα Δ-13. Οι κύριες κατηγορίες ροής είναι NV και NH.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	50 από 186
	•	*	



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-13 Ταξινόμηση ροής του CORMIX για φλέβες αρνητικής άνωσης σε ομοιόμορφο περιβάλλον: Κατηγορίες ροής NV και NH (Πηγή: Doneker & Jirka, 2007)

Το μοντέλο CORMIX έχει ήδη εφαρμοστεί σε διάφορες περιπτώσεις εκροών ιζημάτων. Σχετικά παραδείγματα αναφέρονται από τους Purnama et al. (2015, 2016), Doneker et al. (2004).

9Δ.3.8.5 Παροχή (Module 101)

Σε αυτό το module η ροή μετατρέπεται από έχουσα ομοιόμορφή κατανομή εγκάρσιας ταχύτητα σε κατανομή τύπου Gauss, με ισοδύναμη παροχή όγκου (volume flux) (σημειώνεται ότι η διατήρηση της κινηματικής εισροής ορμής εξασφαλίζεται λόγω των ολικών – bulk – παραμέτρων ροής που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση). Το αντιπροσωπευτικό τελικό πλάτος της ροής b_f για το module της παροχής είναι:

$$b_f = \left(\frac{A_0}{\pi}\right)^{1/2} \tag{10}$$

όπου A₀ είναι το εμβαδό της εγκάρσιας επιφάνειας του ακροφυσίου εκροής. Δεν θεωρείται ότι υπάρχει αραίωση, επομένως S_f = 1.0 και c_f = c₀, όπου S_f είναι η τελική αραίωση και c_f και c₀ είναι η

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	51 από 186

τελική και αρχική αραίωση, αντίστοιχα. Οιτελικές συντεταγμένες στη διεύθυνση x- και y- είναι 0, αλλά $z_f = h_0$.

9Δ.3.8.6 Μίξη στο κοντινό πεδίο μίας 3D φλέβας (Module 110)

Ένα σκαρίφημα ανωστικής φλέβας σε απεριόριστο στρωματοποιημένο κινούμενο αποδέκτη φαίνεται στο Σχήμα Δ-14 σε ένα γενικό σύστημα Καρτεσιανών συντεταγμένων x, y, z στο οποίο η θετική φορά του άξονα των x έχει κατεύθυνση προς τα κατάντη του ρεύματος του άξονα των z έχε φορά προς τα άνω αντίθετα του διανύσματος της επιτάχυνσης της βαρύτητας \vec{g} . Το περιβάλλον υγρό έχει σταθερή κατά βάθος κατανομή πυκνότητας $\rho = \rho(X_i)$. Συνήθως, το X_i αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος T_a και την αλατότητα S_a για τα υδάτινα σώματα. Το περιβάλλον υγρό έχει επίσης μία κατά βάθος κατανομή ταχύτητας ua (z).

Η εκρέουσα φλέβα με διάμετρο d₀ βρίσκεται στη θέση (0, 0, ho), όπου h₀ είναι το ύψος πάνω από το επίπεδο x-y. Είναι προσανατολισμένη με μία κατακόρυφη γωνία θ₀ ως προς το οριζόντιο επίπεδο και με οριζόντια γωνία σ₀ ορισμένη ως η γωνία που σχηματίζει η κατακόρυφη προβολή του άξονα της φλέβας επί του άξονα του άξονα x. Η ανωστική φλέβα έχει ονομαστική ομοιόμορφη (top-hat) ταχύτητα εκροής U₀, μία πυκνότητα εκροής ρ₀ – εναλλακτικά υπολογίζεται από τος παραμετρικές εξισώσεις, ρ₀ = ρ (X_{i0}) –, και αρχική συγκέντρωση εκροής c₀ που αντιπροσωπεύει τη μάζα του ιχνηθέτη ή του ρύπου ενδιαφέροντος. Επομένως, η ανωστική φλέβα καθοδηγείται από τις αρχικές κινηματικές ροές ορμής M₀ και άνωσης J₀ (or B₀) (και οι δύο σε κινηματικές μονάδες):

$$M_{0} = U_{0}^{2}, \ J_{0} = U_{0}g_{0}'A_{0}$$
⁽¹¹⁾

στις οποίες $A_0 = \pi d_0^2 / 4$ είναι η επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής εξόδου και $g'_0 = \left[\rho_\alpha \left(h_0 \right) - \rho_0 \right] g / \rho_{ref}$ είναι η αρχική φαινόμενη επιτάχυνση της βαρύτητας, όπου ρ_{ref} είναι η σταθερά αναφοράς της πυκνότητας με την προσέγγιση Boussinesq.

Η αρχική κινηματική ροή μάζας $Q_{c0} = U_0 c_0 A_0$ είναι μία παθητική ποσότητα χωρίς δυναμική επιρροή. Η αρχική παροχή (κινηματική ροή όγκου) $Q = U_0 A_0$ είναι μία ποσότητα η οποία έχει περιορισμένη δυναμική επίδραση μόνο στην εγγύ περιοχή εκροής η οποία ονομάζεται **Ζώνη Εγκατάστασης της Ροής** (Zone of Flow Establishment, ZOFE).

Στο Σχήμα Δ-15 παρουσιάζεται η χωρική εξέλιξη μιας ανωστικής φλέβας κατά μήκος του άξονα s. Κατά μήκος της τροχιάς ορίζεται ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων με την αξονική απόσταση s,

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ. Εγγ.: PERM-GREE-ES A09_0007_0_Annex9	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	52 από 186

την ακτινική απόσταση r, τη γωνία αζιμουθίου φ, και κεκλιμένο με την τοπική κατακόρυφη γωνία θ και την οριζόντια γωνία σ.

Χρειάζεται να προσδιορισθούν οι **οριακές συνθήκες** στην εκροή της φλέβας, δηλαδή στο όρυγμα εκσκαφής (σημείωση: στο CORMIX αυτές ονομάζονται αρχικές συνθήκες). Οι πραγματικές συνθήκες εκροής συμβαίνουν σ τη θέση (0, 0, h₀) όπου ονομαστικά υπάρχουν μη συνθήκες διάτμησης ή πρακτικά το προφίλ της ταχύτητας εκροής δύναται να περιλαμβάνει περιφερειακά χαρακτηριστικά οριακών στρωμάτων ροής ακροφυσίου ή προγενέστερου μεγαλύτερου τμήματος αγωγού. Αυτές οι συνθήκες περιγράφονται από τις αρχικές τιμές των κινηματικών ποσοτήτων ροής, M₀, J₀ και Q_{c0} και τις αρχικές γωνίες θ₀ και σ₀. Δύο αδιάστατα μεγέθη, η παράμετρος εγκάρσιας ροής του ρεύματος $R = U_0 / u_a$ και ο πυκνομετρικός αριθμός Froude $F_0 = U_0 / \sqrt{g'_0 d_0}$ χαρακτηρίζουν την εγκάρσια ροή και την αλληλεπίδραση της άνωσης. αντίστοιχα.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ap.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	• •	Σελ.:	53 από 186

Ο στόχος κάθε ανάλυσης μιας φλέβας είναι ο προσδιορισμός της **τροχιάς της φλέβας** x(s), y(s), z(s), τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά θ(s), σ(s),καθώς επίσης και τις κατανομές f(r,φ) για την τοπική αξονική ταχύτητα u, πυκνότητα ρ (ή εναλλακτικά την καταστατικές παραμέτρους X_i) και τη συγκέντρωση c. Στην περίπτωση της **ολοκληρωματικής μεθόδου ανάλυσης της φλέβας**, οι συναρτήσεις κατανομής f(r,φ) προσδιορίζονται εξαρχής παύοντας να αποτελούν μέρος της ανάλυσης. Αυτή η προσέγγιση προέρχεται από τις αρχές της αυτο-ομοιότητας για απλές τυρβώδεις ροές (π.χ. φλέβες, ολκοί), αλλά μπορεί να είναι κατά προσέγγιση μόνο για τη γενική ανωστική φλέβα η οποία δεν βρίσκεται σε ισορροπία, αλλά σε μετάβαση μεταξύ πέντε πιθανών καταστάσεων αυτό-ομοιότητας, όπως φαίνεται παρακάτω. Με αυτό τον περιορισμό, εξάγονται οι ακόλουθες συναρτήσεις κατανομών με βάση την κατανομή τύπου Gauss:

$$u = u_c e^{-r^2/b^2} + u_a \cos\theta \cos\sigma \tag{12}$$

$$g' = g'_c e^{-r^2 / (\lambda b)^2}$$
(13)

$$X_{i} = X_{ic} e^{-r^{2}/(\lambda b)^{2}} + X_{ia}(z)$$
(14)

$$c = c_c e^{-r^2 / (\lambda b)^2}$$
(15)

όπου u_c είναι η υπερέχουσα (excess) αξονική ταχύτητα, $g'_c = \left[\rho_\alpha(z) - \rho_c\right]g / \rho_{ref}$, ρ_c είναι η πυκνότητα, Xic είναι η υπερέχουσα (excess) τιμή των καταστατικών παραμέτρων, και c_c η συγκέντρωση. Οι τιμές όλων των προαναφερθεισών μεγεθών είναι στον άξονα της φλέβας... b είναι το ονομαστικό πλάτος της φλέβας όπου η υπερέχουσα (excess) γίνεται e⁻¹ = 37% της αξονικής τιμής της ταχύτητας u_c, $\lambda > 1$ είναι ο λόγος διασποράς καθώς το παρατηρούμενο πλάτος της βαθμωτής κατανομής είναι μεγαλύτερο για την ταχύτητα (τυρβώδης αριθμός Schmidt).

Μέσω της ολοκλήρωσης επί της εγκάρσιας επιφάνειας της φλέβας οι ακόλουθες καθαρές (bulk) ποσότητες της ολικής κινηματικής ροής όγκου Q, αξονικής ορμής M, άνωσης J, υπερέχουσας (excess) καταστατικής παραμέτρου Q_{Xi} και μάζας ιχνηθέτη Q_c, αντίστοιχα, υπολογίζονται:

$$Q = 2\pi \int_{0}^{R_{j}} urdr = \pi b^{2} \left(u_{c} + 2u_{a} \cos \theta \cos \sigma \right)$$
(16)

$$M = 2\pi \int_{0}^{R_{j}} u^{2} r dr = \frac{1}{2} \pi b^{2} \left(u_{c} + 2u_{a} \cos \theta \cos \sigma \right)^{2}$$
(17)

$$J = 2\pi \int_{0}^{R_{j}} ug' r dr = \pi b^{2} \left(u_{c} \frac{\lambda^{2}}{1 + \lambda^{2}} + \lambda^{2} u_{a} \cos \theta \cos \sigma \right) g_{c}'$$
(18)

<u>(</u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	•••	Σελ.:	54 από 186

$$Q_{Xi} = 2\pi \int_{0}^{R_{i}} u \left(X_{i} - X_{ia} \right) r dr = \pi b^{2} \left(u_{c} \frac{\lambda^{2}}{1 + \lambda^{2}} + \lambda^{2} u_{a} \cos \theta \cos \sigma \right) X_{ic}$$

$$\tag{19}$$

$$Q_{c} = 2\pi \int_{0}^{R_{j}} ucrdr = \pi b^{2} \left(u_{c} \frac{\lambda^{2}}{1+\lambda^{2}} + \lambda^{2} u_{a} \cos \theta \cos \sigma \right) c_{c}$$
(20)

Κατά την αξιολόγηση των επιμέρους όρων, σε αυτές τις ποσότητες κινηματικών ροών το όριο ολοκλήρωσης R_j συνήθως λαμβάνεται ως R_j $\rightarrow \infty$ ως το ορισμένο ολοκλήρωμα των προφίλ της φλέβας, τα οποία δίνουν συγκεκριμένες τιμές. Υπάρχουν δύο εξαιρέσεις στη συνεισφορά της εγκάρσιας ροής (δεύτεροι όροι εντός των παρενθέσεων) για Q και M, αντίστοιχα, στα οποία είναι $R_i = \sqrt{2}b$.

Οι προαναφερθείσες εξισώσεις διατυπώνονται για ένα στοιχείο φλέβας με μήκος ds με κέντρο την τροχιά αυτής. Πραγματοποιούνται οι ακόλουθες υποθέσεις:

- οι αποκλίσεις της πίεσης από υδροστατική στο εσωτερικό της φλέβας θεωρούνται αμελητέες σύμφωνα με τη φύση του οριακού στρώματος της ροής,
- τα φαινόμενα επιτάχυνσης εξαιτίας της καμπύλωσης του άξονα της φλέβας θεωρούνται αμελητέα, και
- η τυρβώδης κινηματική ροής της ορμής και οι βαθμωτές κινηματικές ροές θεωρούνται αμελητέες συγκριτικά προς τις μέσες κινηματικές ροές της ορμής και των βαθμωτών μεγεθών.

Οι αρχές διατήρησης του όγκου (εξίσωση συνεχείας), των συνιστωσών της ορμής στις γενικές διεύθυνσης x, y και z, των καταστατικών παραμέτρων, και της βαθμωτής μάζας οδηγούν στις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\frac{dQ}{ds} = E \tag{21}$$

$$\frac{d}{ds}(M\cos\theta\cos\sigma) = Eu_a + F_D\sqrt{1 - \cos^2\theta\cos^2\sigma}$$
(22)

$$\frac{d}{ds}(M\cos\theta\sin\sigma) = -F_D \frac{\cos^2\theta\sin\sigma\cos\sigma}{\sqrt{1-\cos^2\theta\cos^2\sigma}}$$
(23)

$$\frac{d}{ds}(M\sin\theta) = \pi\lambda^2 b^2 g'_c - F_D \frac{\sin\theta\cos\theta\cos\sigma}{\sqrt{1-\cos^2\theta\cos^2\sigma}}$$
(24)

$$\frac{dQ_{Xi}}{ds} = -Q\frac{dX_{ia}}{dz}\sin\theta$$
(25)

$$\frac{dQ_c}{ds} = 0 \tag{26}$$

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	•••	Σελ.:	55 από 186

Επιπλέον, η γεωμετρία της τροχιάς προσδιορίζεται από τις εξισώσεις:

$$\frac{dx}{ds} = \cos\theta\cos\sigma \,, \, \frac{dy}{ds} = \cos\theta\sin\sigma \,, \, \frac{dz}{ds} = \sin\theta \tag{27}$$

και η αξονική πυκνότητα ρ_c δίνεται από την ακόλουθη καταστατική εξίσωση:

$$\rho_c = \rho_c \left(X_{ic} \right) \tag{28}$$

Οι όροι Ε και F_D στις παραπάνω εξισώσεις αντιπροσωπεύουν το ρυθμό συμπαράσυρσης και τη δύναμη οπισθέλκουσας που ενεργούν σε ένα στοιχεία της φλέβας. Ο προσδιορισμός των συγκεκριμένων τυρβωδών διεργασιών αποτελεί το «πρόβλημα κλεισίματος της τύρβης» στην ολοκληρωματική του διατύπωση. Ο όρος Eu_a αποτελεί την συμπαράσυρση της ορμής από το περιβάλλον ρευστό στο εσωτερικό της φλέβας και ο όρος $\pi \lambda^2 b^2 g'_c$ αντιπροσωπεύει τη δύναμη της άνωσης.

Ο **ρυθμός συμπαράσυρσης** Ε ορίζεται ως οι επιπρόσθετες συνεισφορές των διαφορετικών μηχανισμών διατμητικής ροής και αζιμουθιακής διάτμησης που οδηγούν στην συμπαράσυρση του περιβάλλοντος ρευστού:

$$E = 2\pi b u_c \left(a_1 + a_2 \frac{\sin \theta}{F_l^2} + a_3 \frac{u_a \cos \theta \cos \sigma}{u_c + u_a} \right) + 2\pi b u_a \sqrt{1 - \cos^2 \theta \cos^2 \sigma} a_4 \left| \cos \theta \cos \sigma \right|$$
(29)

όπου $F_l = u_c / \sqrt{g'_c b}$ είναι ο τοπικός πυκνομετρικός αριθμός Froude που εξαρτάται από την κατακόρυφη γωνία θ.

To CorJet χρησιμοποιεί τις ακόλουθες τιμές για τις σταθερές a_1 , a_2 , a_3 και a_4 : 0.055, 0.6, 0.055, και 0.5, αντίστοιχα.

Η οπισθέλκουσα δύναμη της φλέβας FD περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$F_D = c_D 2\sqrt{2}b \frac{u_a^2 \left(1 - \cos^2 \theta \cos^2 \sigma\right)}{2} \tag{29}$$

στην οποία ο όρος $u_a\sqrt{1-\cos^2\theta\cos^2\sigma}$ είναι η εγκάρσια συνιστώσα της ταχύτητας, $2\sqrt{2b}$ είναι η διάμετρος της φλέβας, και $c_D = 1.3$ ο συντελεστής οπισθέλκουσας δύναμης σε προφανή αναλογία με τη ροή γύρω από κυλινδρικό στερεό σώμα για το οποίο ο διαχωρισμός του οριακού στρώματος οδηγεί σε μείωση της πίεσης στο υπήνεμο τμήμα του σώματος και ένας τυρβώδης ολκός (wake) διακρίνεται από το έλλειμα κινηματικής ροής της ορμής και ένα πεδίο στροβιλότητας που αποτελείται από ασταθείς στροβίλους που έχουν φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	56 από 186

Σύμφωνα με τον Jirka (2004), η μετάβαση από μία περίπου ομοιόμορφη εκροή σε μία πλήρως εγκατεστημένη ροή φλέβας χαρακτηρίζεται από, σχεδόν, κατανομές αυτό-ομοιότητας οι οποίες συμβαίνουν στην **αρχική ζώνη εγκατάστασης της ροής** (ZOFE). Η ZOFE αποτελεί μία ζώνη που στερείται αυτοομοιότητας καθώς τα αρχικά μη διατμημένα προφίλ υφίστανται αλλαγές με τη μορφή περιφερειακώς αναπτυσσόμενων αξονοσυμμετρικών στρωμάτων ανάμιξης μέχρι να επιτευχθούν τα τελικά προφίλ της φλέβας. Αυτή η μετάβαση, από την μία πλευρά είναι αρκετά πολύπλοκη, ιδιαίτερα όταν υπάρχει εγκάρσιο ρεύμα και από την άλλη, είναι αρκετά ραγδαία μέχρι μία απόσταση περίπου 5 μέχρι 10 d₀. Δεδομένης της συνολικής περιοχής ενδιαφέροντος της φλέβας, μία εμπειρική εξίσωση, βασισμένη σε πειραματικές μετρήσεις, είναι η πλέον κατάλληλη για τη ZOFE.

Ο δείκτης e υποδηλώνει τις συνθήκες στο πέρας της ZOFE. Το μήκος L_e της ZOFE length προκύπτει από μία γραμμική διεύρυνση του στρώματος διάτμησης το οποίο είναι περίπου 6.2 d₀ βασισμένο σε μετρήσεις του προφίλ ταχυτήτων ή περίπου 5.0 d₀ βασισμένο σε προφίλ βαθμωτών μεγεθών, εξαιτίας του λόγου διασποράς, $\lambda > 1$ (τυπική τιμή $\lambda = 1.20$). Αυτό το βασικό αποτέλεσμα επεκτείνεται σε γενικοποιείται χρησιμοποιώντας την εμπειρική προσέγγιση του Schatzmann (1978) για φαινόμενα **εγκάρσιας ροής** και το μοντέλο των Lee and Jirka (1981) για **φαινόμενα άνωσης**.

Συμπληρωματικές γωνίες εκροής ορίζονται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\gamma_0 = \sin^{-1} \left(\sqrt{1 - \cos^2 \theta_0 \sin^2 \sigma_0} \right) \tag{30}$$

$$\delta_0 = \tan^{-1} \left(\tan \theta_0 \,/ \sin \sigma_0 \right) \tag{31}$$

όπου γ_0 είναι η εγκάρσια γωνία εκροής ως προς τη διεύθυνση του ρεύματος του περιβάλλοντος υγρού και δ₀ η προβολή της επί του επιπέδου x-y. Το τροποποιημένο μήκος L_e της ZOFE και η τελική εγκάρσια γωνία γ_e δίνονται από τις ακόλουθες εξισώσεις

$$L_{e} = 5.0d_{0} \left(1 - 3.22 \sin \gamma_{0} / R \right) \left(1 - e^{-2.0F_{0}/F_{lp}} \right)$$
(32)

$$\gamma_e = \tan^{-1} \left(\frac{\sin \gamma_0}{\cos \gamma_0 - \left(\sqrt{2} - 1\right)/R} \right)$$
(33)

όπου $F_{lp} = u_c / \sqrt{g'_c b}$ (b είναι το πλευρικό πλάτος της εγκάρσιας διατομής του πλουμίου όπου u = e⁻¹u_c) είναι η ασυμπτωτική τιμή του τοπικού πυκνομετρικού Froude για την περίπτωση καθαρού πλουμίου. Επομένως, οι αρχικές συνθήκες για την επίλυση του συστήματος των εξισώσεων μιας φλέβας δύναται να ορισθούν για τη γεωμετρία της από τις παρακάτω εξισώσεις:

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	57 από 186

$$\theta_e = \sin^{-1} \left(\sin \gamma_e \sin \delta_0 \right) \tag{34}$$

$$\sigma_e = \tan^{-1} \left(\sin \gamma_e \cos \delta_0 / \cos \gamma_e \right) \tag{35}$$

$$x_e = L_e \cos \theta_{ave} \cos \sigma_{ave} \tag{36}$$

$$y_e = L_e \cos \theta_{ave} \sin \sigma_{ave} \tag{37}$$

$$z_e = h_0 + L_e \sin \sigma_{ave} \tag{38}$$

όπου $\theta_{ave} = (\theta_0 + \theta_e)/2$ και $\sigma_{ave} = (\sigma_0 + \sigma_e)/2$, και για τις κινηματικές ροές $Q_e = \sqrt{2}Q_0$, $M_e = M_0$, $Q_{Xie} = Q_{Xi0}$ ή (J_e = J₀), $Q_{ce} = Q_{c0}$, αντίστοιχα, όπου Q_{xi} είναι η κινηματική ροή της υπερέχουσας (excess) καταστατικής παραμέτρου και Q_c είναι η κινηματική ροή μάζας του ιχνηθέτη.

9Δ.3.8.7 Πρόσκρουση στον Πυθμένα και Εξάπλωση (Module 132)

Σε αυτή την συνθήκη προσέγγισης επιφάνειας, η ασθενώς κεκλιμένη ροή προσκρούει στον πυθμένα με σχεδόν κατακόρυφη γωνία θ, όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-15, όπου θ_i > 45°. Μετά την πρόσκρουση η ροή εξαπλώνεται περίπου ακτινικά κατά μήκος της ελεύθερης επιφάνειας του νερού ως **ρεύμα πυκνότητας**. Συγκεκριμένα, η ροή εξαπλώνεται σε κάποια απόσταση ανάντη, αντίθετα της ροής του περιβάλλοντος ρεύματος, και πλευρικά κατά μήκος της ροής του περιβάλλοντος ρεύματος. Αυτή η εξάπλωση κυριαρχείται από την ισχυρή άνωση της εκροής.

Η πλευρική εξάπλωση της ροής στην περιοχή της επιφάνειας πρόσκρουσης καθοδηγείται από τος δυνάμεις ορμής και άνωσης της ροής. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το ανάντη μήκος επέκτασης L_s, η αραίωση S, το οριζόντιο πλάτος B_h, και το κατακόρυφο πάχος B_v του ρεύματος πυκνότητας επί της επιφάνειας πρόσκρουσης.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: ΡΕR Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
		Αναθ.:	00
	•••	Σελ.:	58 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-15 Σχηματικό διάγραμμα της περιοχής πρόσκρουσης (Jirka, 2004)

9Δ.3.8.8 Ανάντη Εξάπλωση (Module 032)

Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται περίπου ακτινικά κατά μήκος της ελεύθερης επιφάνειας του νερού σαν ρεύμα πυκνότητας. Ειδικότερα, η ροή απλώνεται σε κάποια απόσταση ανάντη αντίθετα προς την κατεύθυνση ροής του περιβάλλοντος ρευστού και πλευρικά εγκάρσια της ροής του περιβάλλοντος ρεύματος. Αυτή η εξάπλωση καθοδηγείται από την ισχυρή άνωση της εκροής. Η αραίωση υπολογίζεται ως:

$$S_{f} = S_{i}S_{SB32} \left[\frac{L_{b}}{H_{s} \left(1 - \cos \theta_{i} \cos \sigma_{i} \right)} \right]^{1/3}$$
(39)

όπου S_{SB32} είναι μία σταθερά αραίωσης. Το ανάντη μήκος επέκτασης L_{s} υπολογίζεται:

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	59 από 186

$$L_{s} = AL_{32A} \left(\frac{1 - \cos \theta_{i} \cos \sigma_{i}}{L_{b} / H_{s}} \right)^{2/3} \, \gamma_{\text{L}\alpha} \, \frac{L_{b}}{H_{s}} \leq 165 \left(1 - \cos \theta_{i} \cos \sigma_{i} \right), \, \text{kal}$$

$$\tag{40}$$

$$L_{s} = AL_{32B}L_{b} \text{ for } \frac{L_{b}}{H_{s}} > 165(1 - \cos\theta_{i}\cos\sigma_{i})$$

$$\tag{41}$$

όπου AL_{32A} και AL_{32B} είναι σταθερές. Το τυπικό κατακόρυφο πάχος του στρώματος μέχρι το ανάντη σημείο ανακοπής υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$h_s = CD_{32}S_f L_m \frac{L_Q}{L_b}$$
(42)

όπου CD₃₂ είναι μία σταθερά. Οι διαστάσεις του εκρέοντος ρευστου είναι:

$$b_{hf} = BH_{32}L_s \tag{43}$$

$$b_{vf} = \frac{S_f L_m L_Q}{2b_{hf}} \tag{44}$$

Οι τελικές συντεταγμένες της ροής είναι: $x_f = x_i + 0.5b_{vf}$, $y_f = y_i$, και $x_f = x_i$. (45)

Οι τιμές των προαναφερθεισών σταθερών SSB32, AL32A, AL32B, CD32, BH32, είναι οι ακόλουθες:

 $S_{SB32} = 1.4$, $AL_{32A} = 11.4$, $AL_{32B} = 0.38$, $CD_{32} = 1.0$, kai $BH_{32} = 2.6$.

9Δ.3.8.9 Ρεύμα Πυκνότητας Πυθμένα (Module 310)

To module MOD310 του CORMIX προβλέπει τη συμπεριφορά του ρεύματος πυκνότητας σε επικλινή θαλάσσιο πυθμένα χρησιμοποιώντας **ολοκληρωματικό μοντέλο** όπως περιγράφεται παρακάτω.

Οι ολοκληρωματικές εξισώσεις που διέπουν τη ροή ενός ρεύματος πυκνότητας εναπόθεσης ιζημάτων μη μεταβαλλόμενου ως προς το χρόνο σε κεκλιμένο επίπεδο συνοψίζονται παρακάτω (Nash et. al., 1995). Η προσέγγιση περιλαμβάνει συνεχές πυκνομετρικά στρωματοποιημένο περιβάλλον, ταχύτητα ρεύματος και κεκλιμένο πυθμένα. Υπολογίζεται η ροή σε επικλινές πυθμένα με αποκόλληση ροής στον πυθμένα ή σημείο βύθισης της επιφάνειας και αναφέρονται οι οι ρυθμοί εναπόθεσης ιζήματος. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία έχει αναπτυχθεί βάσει του μηχανισμού εξάπλωσης ανωστικής ροής (Akar and Jirka 1994, 1995). Το σχηματικό διάγραμμα ενός ρεύματος παρουσιάζεται στο Σχήμα Δ-16. Οι ακόλουθοι ορισμοί των κινηματικών ροών κατά μήκος της τροχιάς

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	•••	Σελ.:	60 από 186

του ρεύματος πυκνότητας ιζημάτων βασίζονται σε top-hat κατανομή για την ταχύτητα, τη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων, και την άνωση:

Κινηματική εισροή όγκου:

$$Q = 2b_{\nu}b_{h}\left(u_{c} + u_{a}\cos\theta\cos\sigma\right) \tag{46}$$

Κινηματική εισροή ορμής

$$Q = 2b_{\nu}b_{h}\left(u_{c} + u_{a}\cos\theta\cos\sigma\right)^{2}$$
⁽⁴⁷⁾

Κινηματική εισροή άνωσης

$$J = Qg', g' = g(\rho_{\alpha} - \rho)\rho_{\alpha}$$
(48)

Κινηματική εισροή όγκου καθαρού ύδατος

$$Q_{cw} = Q - Q_p / \rho_s \tag{49}$$

Κινηματική εισροή μάζας σωματιδίων κλάσης *j*

$$\left[Q_{p}\right]_{i} = 2b_{v}b_{h}\left(u_{c} + u_{a}\cos\theta\cos\sigma\right)P_{j}$$
(50)

Από τις οποίες προκύπτει ότι η συνολική συγκέντρωση ιζημάτων δίνεται από την εξίσωση:

$$P = \sum_{1}^{n} P_{j} \tag{51}$$





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	62 από 186	

Η μεταβολή αυτών των κινηματικών ροών κατά μήκος της τροχιάς s δίνεται από τις ακόλουθες εξισώσεις ισοζυγίου που προκύπτουν από την ολοκλήρωση επί της επιφάνειας της διατομής της ροής των παρακάτω 10 εξισώσεων του Reynolds:

1. Ισοζύγιο κινηματικής εισροής όγκου λαμβάνοντας υπόψη της τυρβώδη συμπαράσυρση:

$$\frac{dQ}{ds} = E \tag{52}$$

2. Ισοζύγιο κινηματικής εισροής ορμής στη διεύθυνση Χ, παράλληλης προς το ρεύμα του περιβάλλοντος ρευστού, η οποία λαμβάνει υπόψη τις δυνάμεις οπισθέλκουσας συμπαράσυρσης (entrainment drag), μετωπικής οπισθέλκουσας (frontal drag), τριβής πυθμένα (bottom friction) και άνωσης λόγω πίεσης:

$$\frac{d}{ds}(M\cos\theta\cos\sigma) = F_e + F_D\sqrt{1 - \cos^2\theta\cos^2\sigma} - F_\tau\cos\theta\cos\sigma - \frac{d}{ds}(F_p\cos\sigma)$$
(53)

 Ισοζύγιο κινηματικής εισροής ορμής στη διεύθυνση Υ, κάθετης προς το ρεύμα του περιβάλλοντος ρευστού, η οποία λαμβάνει υπόψη τις δυνάμεις μετωπικής οπισθέλκουσας, τριβής πυθμένα και άνωσης (buoyant body) και άνωσης λόγω πίεσης (buoyant pressure):

$$\frac{d}{ds}\left(M\cos\theta\sin\sigma\right) = -F_D \frac{\cos^2\theta\sin\sigma\cos\sigma}{\sqrt{1-\cos^2\theta\cos^2\sigma}} - F_\tau c\sqrt{1-\cos^2\theta\cos^2\sigma} + F_b - \frac{d}{ds}\left(F_p\sin\sigma\right)$$
(54)

Πλευρική εξάπλωση υπό την επίδραση της δύναμης της άνωσης έναντι της επιβραδυντικής επίδρασης της μετωπικής οπισθέλκουσας και της τριβής διεπιφανειών (interfacial friction) (Akar and Jirka 1994, 1995):

$$\frac{db_{h}}{ds} = \sqrt{\frac{-3g'b_{v}^{2}}{3C_{D}b_{v}\left(u_{c} + u_{\alpha}\cos\theta\cos\sigma\right)^{2} + 2f_{i}b_{h}\left(u_{c} + u_{a}\cos\theta\cos\sigma\right)^{2}}}, C_{D} = 1$$
(55)

5. Ισοζύγιο κινηματικής εισροής άνωσης καθαρού ύδατος:

$$\frac{d(Q_{cw}\Delta\rho_{cw})}{ds} = Q_{cw}\frac{d\rho_a}{dx}\sqrt{1-\cos^2\theta\cos^2\sigma}, \ \Delta\rho_{cw} = \rho_a(z) - \rho_{cw}$$
(56)

6. Ισοζύγιο κινηματικής εισροής ιχνηθέτη:

$$\frac{dQ_c}{ds} = 0 \tag{57}$$

7. Ισοζύγιο κινηματικής εισροής μάζας ιζημάτων για τη καθίζηση σωματιδίων:

$$\frac{d[Q_p]_j}{ds} = -2b_h P_j w_j$$
για μεγέθη σωματιδίων j = 1, 2, 3, 4 (58)

8. Διαμήκης (*x*) θέση:

$$\frac{dx}{ds} = \cos\theta\cos\sigma \tag{59}$$

9. Εγκάρσια (y) θέση:

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 63 από 186

$$\frac{dy}{ds} = \cos\theta\sin\sigma \tag{6}$$

10. Κατακόρυφη (z) θέση:

$$\frac{dz}{ds} = \sin \theta$$

όπου:

- s = απόσταση κατά μήκος της τροχιάς του πλουμίου,
- Ε = συμπαράσυρση,
- θ = γωνία που σχηματίζει ο άξονας του πλουμίου με το οριζόντιο επίπεδο,
- σ = γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στην κάτοψη της προβολής της τροχιάς του πλουμίου επί
 του οριζοντίου επιπέδου και της διεύθυνσης του ρεύματος του περιβάλλοντος ρευστού,
- Fe = δύναμη συμπαράσυρης ανά μονάδα μήκους,
- F_D = δύναμη οπισθέλκουσας ανά μονάδα μήκους,
- F_p = υδροστατική δύναμη,
- F_τ = διατμητική τάση πυθμένα ανά μονάδα μήκους,
- F_b = δύναμη βάρους ανά μονάδα μήκους;
- b_h = οριζόντιο ημι-πλάτος πλουμίου,
- b_v = κατακόρυφο πάχος πλουμίου,
- C_D = συντελεστής οπισθέλκουσας (=1.0);
- u_a = ταχύτητα ρεύματος περιβάλλοντος ρευστού,
- u_c = αξονική ταχύτητα πλουμίου,
- f_i = συντελεστής τριβής πυθμένα κατά Darcy,
- ρ_{cw} = πυκνότητα καθαρού ύδατος,
- ρa(z) = πυκνότητα περιβάλλοντος ρευστού στη στάθμη z,
- Q_p = κινηματική ροή μάζας σωματιδιακών ιζημάτων,
- P_j = πυκνότητα μάζας σωματιδίου κλάσης μεγέθους j,
- w_j = ταχύτητα καθίζησης σωματιδίου μεγέθους j,

(60)

(61)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00 64 από 186
		ζελ	04 U/IU 100

- x = συντεταγμένη στην κατάντη διεύθυνση,
- z = κατακόρυφη συντεταγμένη, και
- y = εγκάρσια συντεταγμένη.

Οι ακόλουθες βοηθητικές σχέσεις εφαρμόζονται στις παραπάνω εξισώσεις:

Ταχύτητα καθίζησης Stokes για σωματιδιακή διαβάθμιση με ελάχιστη διάσταση aj και μέγιστη διάσταση bj:

$$w_{j} = \frac{\left(b_{j}^{3} - a_{j}^{3}\right)}{b_{j} - a_{j}} \frac{2}{27} \frac{\Delta \rho g}{\mu}$$
(62)

Εμποδιζόμενη ταχύτητα καθίζησης (προαιρετικό):

$$\overline{w} = w_j \left(1 - \frac{Q_p}{Q_{\rho sed}} \right)^{4.7} \tag{63}$$

Πυκνότητα μίγματος ιζήματος/νερού:

$$\rho = \rho_{cw} + P\left(1 - \frac{\rho_{cw}}{\rho_{sed}}\right) \tag{64}$$

Το ρεύμα πυκνότητας υπόκειται σε διαφόρους τύπους μηχανισμών συμπαράσυρσης. Οι ακόλουθοι ορισμοί συμπαράσυρσης προέρχονται από επιφανειακά ή διεπιφανειακά ρεύματα πυκνότητας (Akar and Jirka 1994, 1995):

Συνολική συμπαράσυρση:

$$E = E_v + E_h + E_f + E_i \tag{65}$$

Κατακόρυφη συμπαράσυρση από την έμπροσθεν κίνηση του πλουμίου:

$$E_{v} = \frac{2a_{v}b_{h}u_{c}}{R_{i}^{2}}, \ R_{i} = \frac{(\rho - \rho_{a})gb_{v}}{\rho_{a}u_{c}^{2}}, \ a_{v} = 0.057$$
(66)

Οριζόντια συμπαράσυρση από την έμπροσθεν κίνηση του πλουμίου:

$$E_{h} = 2a_{h}b_{v}u_{c}, \ a_{h} = 0.057 \tag{67}$$

Μετωπική συμπαράσυρση από την κάθετη συμπαράσυρση του ορίου του πλουμίου:

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	65 από 186

$$E_f = \beta b_v \left[\left(u_a \cos \sigma + uc \right) \frac{db_h}{ds} + u_a \sin \sigma \right], \beta = 0.15 - 0.25$$
(68)

Διεπιφανειακή συμπαράσυρση λόγω της αναπτυσσόμενης τύρβης που προκαλείται λόγω της διάτμησης του πυθμένα (bottom shear) και της διεπιφανειακής διάτμησης (interfacial shear):

$$E_{i} = 2b_{h}a_{i}\left\{\left[\frac{f_{b}}{8}\left(u_{c} + u_{a}\cos\theta\cos\sigma\right)^{2}\right]^{3/2} + \left[\frac{f_{i}}{8}u_{a}^{2}\left(1 - \cos^{2}\theta\cos^{2}\sigma\right)\right]^{3/2}\right\}^{1/3}, a_{i} = 0.234$$
(69)

Τέλος, οι ακόλουθοι ορισμοί των εσωτερικών δυνάμεων περιγράφουν τη δυναμική του πλουμίου: Δύναμη άνωσης σώματος/μονάδα μήκους:

$$F_b = 2g'\sin\theta b_{\nu}b_h \tag{70}$$

Διατμητική τάση πυθμένα/μονάδα μήκους:

$$F_{\tau} = \frac{f_b}{4} b_h u_c \left(u_c + u_a \cos \theta \cos \sigma \right) \tag{71}$$

Δύναμη άνωσης πίεσης (buoyant pressure force):

$$F_{p} = b_{v}^{2} b_{h} g' \cos\theta \tag{72}$$

Δύναμη οπισθέλκουσας/μονάδα μήκους κατά μήκος ρεύματος πυκνότητας:

$$F_D = C_D b_v u_a^2 \left(1 - \cos^2 \theta \cos^2 \sigma \right) \tag{73}$$

Δύναμη συμπαράσυρης/μονάδα μήκους λόγω της μεταφοράς ορμής από το περιβάλλον ρευστό:

$$F_e = Eu_a \tag{74}$$

9Δ.3.8.10 Βασικές Περιοχές Ροής

Σύμφωνα με τους Doneker et al. (2004) ορίζονται οι ακόλουθες 4 περιοχές ροής (FZ1, FZ2, FZ3 και FZ4) ενός πλουμίου αιωρούμενων σωματιδίων (SPM).

FZ1. Φλέβα με ασθενή εκτροπή σε εγκάρσιο ρεύμα. Αρχικά, η ροή κυριαρχείται από την ανοδική ορμή του πλουμίου (jet-like) και εκτρέπεται ασθενώς από το ρεύμα του περιβάλλοντος ρευστού. Ανέρχεται σε ένα μέγιστο ύψος, μικρότερο από το βάθος του στρώματος, ελεγχόμενη από την αντίθετη δράση της αρνητικής άνωσης.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	•••	Σελ.:	66 από 186

- FZ2. Πλούμιο με ασθενή εκτροπή σε εγκάρσιο ρεύμα. Μετά το μέγιστο ύψος ανύψωσης, η αρνητική άνωση γίνεται κυρίαρχος παράγων της ροής (plume-like flow). Το πλούμιο, το οποίο έχει ισχυρά εκτραπεί, πέφτει ραγδαία προς τον πυθμένα.
- FZ3. Πρόσκρουση στον πυθμένα/ανάντη εξάπλωση. Η φλέβα/πλούμιο έχοντας ασθενώς εκτραπεί προσκρούει στον πυθμένα υπό περίπου κατακόρυφη γωνία. Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται περίπου ακτινικά κατά μήκος του πυθμένα. Συγκεκριμένα, η ροή εξαπλώνεται σε μία απόσταση προς τα ανάντη αντίθετα προς τη ροή του περιβάλλοντος ρευστού, και εγκάρσια της ροής του περιβάλλοντος ρευστού. Αυτή η εξάπλωση καθοδηγείται από την ισχυρή άνωση της εκροής.
- FZ4. Ανωστική εξάπλωση στον πυθμένα. Το πλούμιο εξαπλώνεται πλευρικά επί του πυθμένα, ενώ μετάγεται από το ρεύμα του περιβάλλοντος ρευστού. Το πάχος του πλουμίου ενδεχομένως να μειώνεται κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης. Ο βαθμός ανάμιξης είναι σχετικά μικρός. Το πλούμιο ενδέχεται να αλληλοεπιδράσει με κοντινή όχθη ή ακτογραμμή.

9Δ.3.9 Απαιτούμενα δεδομένα εισόδου

DR. Χαρακτηριστικά βυθοκόρησης

- DR1. Τύπος
- DR2. Χωρητικότητα
- DR3. Χρόνος κύκλου εργασιών
- ≻ DR4. Παραγωγή

SE. Χαρακτηριστικά ιζημάτων

- > SE1. Πυκνότητα ιζημάτων
- > SE2. Κλάσεις ιζημάτων

ΑΜ. Χαρακτηριστικά περιβάλλοντος

- AM1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος
- AM2. Αλατότητα περιβάλλοντος
- AM3. Συγκέντρωση (υποβάθρου) ιζημάτων περιβάλλοντος
- > ΑΜ4. Πυκνότητα περιβάλλοντος
- > AM5. Ταχύτητα ροής πλησίον πυθμένα
- > ΑΜ6. Ταχύτητα ροής στην επιφάνεια

SD. Χαρακτηριστικά περιοχής και εκροής

- > SD1. Μάζα ιζημάτων που διαφεύγει
- SD2. Συγκέντρωση πλουμίου ιζημάτων
- > SD3. Πυκνότητα πλουμίου ιζημάτων
- > SD4. Παροχή πλουμίου ιζημάτων
- SD5. Ταχύτητα εκροής

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
		Αναθ.:	00	
		Σελ.:	67 από 186	

- > SD6. Επιφάνεια πλουμίου ιζημάτων.
- SD7. Θέση ακτής
- SD8. Απόσταση μέχρι την ακτογραμμή
- > SD9. Βάθος ύδατος
- 🕨 SD10. Κλίση πυθμένα
- SD11. Κατακόρυφη γωνία
- SD12. Οριζόντια γωνία
- SD13. Ύψος εκροής άνωθεν πυθμένα
- SD14. Βάθος ύδατος στην εκροή (πηγής) του πλουμίου

9Δ.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF4 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

9Δ.4.1 Δεδομένα εισόδου

Οι υπολογισμοί με το μοντέλο CORMIX πραγματοποιήθηκαν για ταχύτητα ρεύματος πυθμένα ίση με 0.7 m/s, η οποία είναι η μέγιστη ταχύτητα για περίοδο επαναφοράς RP=100 έτη (Πίνακας III-1 στο Προσάρτημα 3). Οι συγκεκριμένοι υπολογισμοί παρουσιάζονται στις ενότητες 9Δ.4.2 και 9Δ.4.3. Οι υπολογισμοί με το μοντέλο CORMIX πραγματοποιήθηκαν, επίσης, για την ταχύτητα ρεύματος η οποία είναι σχεδόν μηδενική. Οι συγκεκριμένοι υπολογισμοί παρουσιάζονται στος ενότητες 9Δ.4.2 και 9Δ.4.3.

9Δ.4.1.1 Χαρακτηριστικά βυθοκόρησης

Η βυθοκόρηση πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας βυθοκόρο αρπάγης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- DR1. Τύπος.
 - Κάδος τύπου αρπάγης.
- DR2. Χωρητικότητα.
 - Η χωρητικότητα της βυθοκόρου θεωρείται ότι είναι ίση με 5 m³.
- DR3. Χρόνος κύκλου εργασιών.
 - Ο συνηθισμένος χρόνος εργασιών θεωρείται ότι είναι ίσος περίπου με 60 s. Σε βάθη ροής μεγαλύτερα από 10 m ο χρόνος κύκλου εργασιών είναι μεγαλύτερος από 60 s.

DR4. Παραγωγή.

Η παραγωγή βυθοκόρου χωρητικότητας C = 5 m³, για βάθος βυθοκόρησης ίσο με HA=10.0 m (Δες Ενότητα 9Δ.5.1-9Δ.6), χρησιμοποιώντας ένα συντελεστή προσαρμογής fm = 0.6 βάσει της δυνατότητας εκσκαφής του εδάφους και τη χωρητικότητα της αρπάγης (Bray et al. 1996) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το Σχήμα Δ-17 ίση με 220 m³/h.





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-17 Παραγωγή επιλεχθείσας βυθοκόρου (Bray et al., 1996)

Η πυκνότητα των ξηρών στερεών (dry solids density) του υλικού βυθοκόρησης είναι ίσο με 1800 kg/m³ και η καθαρή ξηρή πυκνότητα (dry bulk density) είναι ίση με 0.8x1800=1440 kg/m³.

Ο ρυθμός διαφυγής στερεών (Πίνακας Δ-2) ελήφθη ίσος με 4.0 % και η ο αντίστοιχος συντελεστής επαναιώρησης (re-suspension factor) για τα ξηρά στερεά υπολογίζεται ίσος με 0.8 x 4.0= 3.2% (m³ ξηρά στερεά σε επαναιώρηση/m³ υλικού βυθοκόρησης).

Λαμβάνοντας υπόψη το Σχήμα Δ-18 και Σχήμα Δ-19, ο συνολικός όγκος εκσκαφής υπολογίζεται ίσος με 163000 m³ και το πλήθος των συνολικών ωρών βυθοκόρησης είναι ίσος με 741 h.

Η μάζα του υλικού βυθοκόρησης υπολογίζεται ίσο με 220 x 1440 = 316800 kg/h και η μάζα των στερεών σε επαναιώρηση είναι ίση με 4% x 316800 = 12672 kg/h.





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-18 Σχέδιο ορύγματος στην περιοχή διερεύνησης LF4



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-19 Αθροιστικός όγκος υλικού εκσκαφής στην περιοχή διερεύνησης LF4

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	70 από 186
•		å	

9Δ.4.1.2 Χαρακτηριστικά ιζημάτων

Τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων είναι τα ακόλουθα:

SE1. Πυκνότητα ιζημάτων.

Η πυκνότητα των ιζημάτων είναι ίση με την πυκνότητα του υλικού βυθοκόρησης, δηλ. 1800 kg/m³.

SE2. Κλάσεις ιζημάτων.

Καθορίζονται οι ακόλουθες 3 κατηγορίες ιζημάτων (Πίνακας Δ-7): άμμος (70%), χονδρόκοκκη ιλύς (20%) και λεπτόκοκκη ιλύς (10%). Η περιεκτικότητα του λεπτόκοκκου/συνεκτικού υλικού ιζημάτων (ιλύς και άργιλος) στο υλικό βυθοκόρησης είναι 30%. Ο Πίνακας Δ-7 περιέχει επίσης τις ταχύτητες καθίζησης των κλάσεων ιζημάτων. Επιπρόσθετα, μία σειρά υπολογισμών πραγματοποιήθηκαν ώστε να διερευνηθεί η επίδραση της σύστασης των ιζημάτων, αυξάνοντας το ποσοστό της λεπτόκοκκης ιλύος από 10% σε 40% (Ενότητα 5.5.2). Η μάζα των ιζημάτων που διαφεύγει υπολογίζεται ίση με 12672 kg/h (Πίνακας Δ-7).

Κλάση	Υλικό	%	Ταχύτητα Καθίζησης (m/s)	Συγκέντρωση (mg/L)	Μάζα ιζήματος που διαφεύγει (kg/s)		
1	Χάλικες	0	0.000	0	0.00		
2	Άμμος	70	0.031	175	2.47		
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	20	0.00042	50	0.70		
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	10	0.000026	25	0.35		
5	Άργιλος	0	0.0000065	0	0.00		
Total	-	100	-	250	3.52		

Πίνακας Δ-7 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF4

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

9Δ.4.1.3 Χαρακτηριστικά περιβάλλοντος

Τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος είναι τα ακόλουθα:

ΑΜ1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Βάσει των στοιχείων στο Προσάρτημα 2, η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι ίση με 25.08 °C.

ΑΜ2. Αλατότητα περιβάλλοντος.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 71 από 186

Βάσει των στοιχείων στο Προσάρτημα 2, η αλατότητα περιβάλλοντος είναι ίση με 38.64 psu.

ΑΜ3. Συγκέντρωση (υποβάθρου) ιζημάτων περιβάλλοντος.

Η συγκέντρωση υποβάθρου των ιζημάτων περιβάλλοντος θεωρείται ίση με 0.0 mg/L. Συνεπώς, όλες οι υπολογιζόμενες συγκεντρώσεις είναι υπερέχουσες (excess) συγκεντρώσεις.

ΑΜ4. Πυκνότητα περιβάλλοντος.

Βάσει των στοιχείων στο Προσάρτημα 2, η πυκνότητα περιβάλλοντος είναι ίση με 1026.07 kg/m³.

ΑΜ5. Ταχύτητα ροής (ρεύματος) πλησίον πυθμένα.

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος πλησίον του πυθμένα ίση με 0.70 m/s (Προσάρτημα 3) και για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος που είναι περίπου ίση με μηδέν. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί ανάλυσης ευαισθησίας για τιμές ταχυτήτων που κυμαίνονται από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s ώστε να εξετασθεί η επίδραση της ταχύτητας του ρεύματος (Ενότητα 9Δ.4.5.1).

ΑΜ6. Ταχύτητα ροής στην επιφάνεια.

Η ταχύτητα ροής του ρεύματος πλησίον της ελεύθερης επιφάνειας του νερού ελήφθη ίση με
 0.70 m/s. Η επίδρασή της αναμένεται να είναι αμελητέα.

9Δ.4.1.4 Χαρακτηριστικά περιοχής διερεύνησης και εκροής

Το πλούμιο αιωρούμενων σωματιδίων (SPM) που προέρχεται από την εκσκαφή του ορύγματος κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης, εκτοξεύεται περίπου κατακόρυφα από μία επιφάνεια η οποία εκτιμάται ότι έχει διαστάσεις 3.75 m x 3.75 m (14.09 m²). Η αρχική ταχύτητα που επιβάλλεται από την κίνηση της αρπάγης θεωρείται ότι είναι ίση με 1 m/s (Δες ενότητα SD5, παρακάτω). Αυτή η κίνηση επηρεάζει την γωνία εκτόξευσης του πλουμίου η οποία θεωρείται περίπου κατακόρυφη (SD11, $\theta_0 = 75^\circ$).

Το πλούμιο εκτοξεύεται σε μικρή απόσταση από το θαλάσσιο πυθμένα (SD13, 1.0 m). Η κλίση του θαλασσίου πυθμένα είναι περίπου ίση με 1.75%.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του SPM πλουμίου είναι τα ακόλουθα:

SD1. Μάζα ιζημάτων που διαφεύγει.

- Υπολογίζεται ίση με 12672/3600 = 3.52 kg/s. Αυτή η τιμή αντιστοιχεί σε μία μέση κατά βάθος πηγή ισχύος ίση με 1.7 x 10⁵ mg/(m s).
- Αυτή η τιμή βρίσκεται εντός του εύρους τιμών που προτείνεται από άλλους ερευνητές σε αντίστοιχες μελέτες προσομοίωσης, π.χ. 4.0 kg/s (Shao et al., 2015) και 1.89 kg/s και 1.7 x 10⁵ mg/(m s) (Je et al., 2007).

SD2. Συγκέντρωση πλουμίου ιζημάτων.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	72 από 186

Με βάση υπάρχουσες μελέτες πεδίου (Δες Ενότητα 9Δ.3.5) κοντά στην περιοχή εκσκαφής, η συγκέντρωση του πλουμίου κυμαίνεται από 100 mg/L μέχρι 300 mg/L. Ο Πίνακας Δ-8 περιέχει αντιπροσωπευτικές αρχικές συγκεντρώσεις της πηγής οι οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί σε αριθμητικές μελέτες. Συνδυάζοντας αυτές τις τιμές, θεωρήθηκε ότι η αρχική συγκέντρωση του πλουμίου είναι ίση με 250 mg/L. Η αρχική συγκέντρωση του πλουμίου είναι (175 mg/L, 70 %), χονδρόκοκκη ιλύ (50 mg/L, 20 %) και λεπτόκοκκη ιλύ (25 mg/L, 10 %).

Πίνακας Δ-8 Αρχική συγκέντρωση πηγής του πλουμίου αιωρούμενων σωματιδίων SPM

Αρχική συγκέντρωση (mg/L)	Βιβλιογραφία	
230	Je & Hayes (2004)	
100 - 300	Kuo & Hayes (1991)	
282	Je et al. (2007)	
250	Stamou et al. (2009)	

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

SD3. Πυκνότητα πλουμίου ιζημάτων.

Η πυκνότητα του πλουμίου ιζημάτων υπολογίσθηκε ίση με 1133.5 kg/m³.

SD4. Παροχή πλουμίου ιζημάτων.

Η παροχή του πλουμίου ιζημάτων υπολογίσθηκε ίση με 12672/0.250 =50716 m³/h ή 50716/3600 = 14.09 m³/s.

SD5. Ταχύτητα εκροής.

Η ταχύτητα εκροής θεωρήθηκε ίση με 1.0 m/s.

SD6. Επιφάνεια πλουμίου ιζημάτων.

Η επιφάνεια του πλουμίου ιζημάτων υπολογίσθηκε ίση με 14.09/1.00 = 14.09 m².

SD7. Θέση ακτής.

Η θέση της ακτής είναι στα αριστερά (Πίνακας Δ-8).

SD8. Απόσταση μέχρι την ακτογραμμή.

- Η πιο συντηρητική θέση διερεύνησης της πηγής θεωρήθηκε ότι είναι το σημείο S4-01, όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-20. Η απόσταση της θέσης βυθοκόρησης από την ακτή είναι ίση με DISTB=360 m (Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.
- Σχήμα Δ-21).




Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-20 Θέση εκροής (βλ. επίσης Προσάρτημα 1)

SD9. Βάθος ύδατος στην θέση εκροής.

Το βάθος ύδατος στη θέση βυθοκόρησης είναι ίσο με H_A=10.0 m (Σχήμα Δ-20). Ωστόσο, σημειώνεται ότι οι υπολογισμοί έδειξαν ότι για βάθη ύδατος στη θέση βυθοκόρησης

() IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	74 από 186

μεγαλύτερα από περίπου 10.0 m τα χαρακτηριστικά του πλουμίου SPM δεν επηρεάζονται σημαντικά από το βάθος ύδατος.

SD10. Κλίση πυθμένα.

Η κλίση πυθμένα μετρήθηκε ίση περίπου με 1.75%, βάσει των στοιχείων του Παραρτήματος
 Ι.

SD11. Κατακόρυφη γωνία.

- Η κατακόρυφη γωνία είναι ίση με θ=75° (Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.
- Σχήμα Δ-21).

SD12. Οριζόντια γωνία.

- Η οριζόντια γωνία είναι ίση με σ=0° (Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.
- Σχήμα Δ-21)

SD13. Ύψος εκροής άνωθεν πυθμένα.

- Το ύψος εκροής άνωθεν του πυθμένα είναι ίσο με h₀=1.0 m (Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.
- Σχήμα Δ-21).

SD14. Βάθος ύδατος στην εκροή (πηγή) του πλουμίου.

Το βάθος ύδατος στη θέση εκροής του πλουμίου (πηγή) υπολογίζεται ίσο με 10.0 -1.0 = 9.0 m.

() IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	75 από 186





9Δ.4.2 Χαρακτηριστικά ροής για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος

9Δ.4.2.1 Τύπος ροής

Οι κλίμακες μήκους παροχής/περιβάλλοντος υπολογίζονται ως εξής:

Η κλίμακα μετάβασης από φλέβα σε πλούμιο (jet to plume transition scale), η οποία προσδιορίζει τη θέση που τα χαρακτηριστικά της ροής αλλάζουν από κίνηση τύπου φλέβας (jet-like) σε κίνηση τύπου πλουμίου (plume-like).

$$L_{_{M}} = rac{M_{_{0}}^{_{3/4}}}{J_{_{0}}^{^{1/2}}} = 1.91 \ {
m m}$$

() IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007_	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		<u></u> Σελ.:	/6 από 186

Η κλίμακα μήκους παροχής (discharge length scale) που συνδέει την κινηματική ροή όγκου (Q_0) με την κινηματική ροή ορμής (M_0).

$$L_Q = \frac{Q_0}{M_0^{1/2}} = 3.75 \text{ m}$$

Η κλίμακα φλέβας/εγκαρσίου ρεύματος (jet/cross-flow scale) η οποία προσδιορίζει την απόσταση πέρα της οποίας η φλέβα μετάγεται ισχυρώς από το εγκάρσιο ρεύμα.

$$L_m = \frac{M_0^{1/2}}{u_a} = 5.36 \text{ m}$$

Τ Η κλίμακα πλουμίου/εγκαρσίου ρεύματος (plume /cross-flow scale) η οποία προσδιορίζει την κατακόρυφη, προς τα άνω ή προς τα κάτω, απόσταση πέρα της οποίας το πλούμιο μετάγεται ισχυρώς από το εγκάρσιο ρεύμα.

$$L_b = \frac{J_0^{1/2}}{u_a^3} = 42.18 \text{ m}$$

Το πλούμιο των αιωρούμενων στερεών SPM εκρέει σε βάθος H_s = 9.0 m από την ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας με αρχική γωνία εκτόξευσης η οποία είναι περίπου κατακόρυφη (45° < θ_0 = 75° < 90°) and negatively buoyant (g'₀ = -1.027 m/s²). Επομένως, το SPM πλούμιο ταξινομείται «**κατηγορία περίπου κατακόρυφη**» (NV) (Jirka & Doneker, 1991), όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα Δ-22. Επιπρόσθετα, η διαμόρφωση εκροής χαρακτηρίζεται υδροδυναμικά ως «ευσταθής», δηλαδή η ένταση της παροχής (προσδιοριζόμενη από την κινηματική ροή της ορμής της) είναι ασθενής σε σχέση με το βάθος του στρώματος και τη σταθεροποιητική επίδραση της αρνητικής άνωσης της εκροής (προσδιοριζόμενη από την κινηματική ροή της).

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	77 από 186



Σχήμα Δ-22 Ταξινόμηση ροής κατά CORMIX των εκροών αρνητικής άνωσης σε ομοιόμορφο στρώμα ροής: Κατηγορίες ροών NV και NH (Πηγή: Doneker & Jirka, 2007)

Αρχικά, ο λόγος L_M/H_S υπολογίζεται ώστε να ελεγχθεί εάν η ορμή ή άνωση καθοδηγεί τη ροή σε σχέση με το βάθος του περιβάλλοντος υδάτινου στρώματος H_s. Ο λόγος L_M/H_S υπολογίστηκε ίσος με 0.09 < 1. Επομένως, το πλούμιο θα **καθοδηγείται από την άνωση** για μικρή απόσταση και στη συνέχεια θα πέσει ταχεώς προς τον πυθμένα (Jirka & Doneker, 1991), όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-22.

Δεύτερον, ο λόγος L_m/L_M υπολογίζεται ώστε να ελεγχθεί εάν η επίδραση της άνωσης είναι ισχυρή ή ασθενής. Ο λόγος L_m / L_M υπολογίστηκε ίσος με 2.81 > 1 και επομένως **η ροή έχει ισχυρή άνωση** (Jirka & Doneker, 1991) aκαι το SPM πλούμιο **ταξινομείται ως ροή κατηγορίας NV2** στο σύστημα ταξινόμησης του CORMIX (Jirka & Doneker, 1991), όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-22

9Δ.4.2.2 Γεωμετρία/τροχιά πλουμίου και περιοχές ροής

Στο Σχήμα Δ-23 παρουσιάζεται η τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στην αρχική περιοχή ανάμιξης και στο κοντινό πεδίο που περιλαμβάνονται οι πρώτες 3 περιοχές της ροής: FZ1, FZ2 and FZ3.

FZ1. Φλέβα με ασθενή εκτροπή σε εγκάρσιο ρεύμα.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007 Αναθ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00
		Σελ.:	78 από 186

Αρχικά, η ροή κυριαρχείται από την ανοδική ορμή του πλουμίου (jet-like), ο άξονας του SPM πλουμίου ανέρχεται σε ένα μέγιστο ύψος το οποίο είναι ίσο με z_{max}=1.2 m (στάθμη, z = -8.8 m). Η επίδραση του περιβάλλοντος ρεύματος είναι ασθενής (καθώς z_{max}/L_b =0.03<<1), επομένως η φλέβα εκτρέπεται ασθενώς από το περιβάλλον ρεύμα

FZ2. Πλούμιο με ασθενή εκτροπή σε εγκάρσιο ρεύμα.

Στη συνέχεια, το πλούμιο SPM επηρεάζεται ισχυρώς από τη βαρύτητα και ραγδαία πέφτει προς τον πυθμένα. Μετά από σύντομο χρονικό διάστημα το πλούμιο SPM προσκρούει στον θαλάσσιο πυθμένα (στερεό όριο) στη στάθμη z = -10.0 m (κάτω από το σημείο εκροής) υπό γωνία ίση με θ=29.91°, όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-23 και το Σχήμα Δ-24.

FZ3. Πρόσκρουση στον πυθμένα/ανάντη εξάπλωση.

Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται περίπου ακτινικά κατά μήκος του πυθμένα., σε μία ανάντη απόσταση ίση με $L_s = 15.62$ m (Σχήμα Δ-24) αντίθετα προς τη ροή του περιβάλλοντος ρεύματος και επίσης εξαπλώνεται πλευρικά, εγκάρσια στην ροή. Το ημι-πλάτος (BH) της ροής αυξάνεται, προς τα κατάντη, σταθερά από 17.43 m (στο σημείο πρόσκρουσης) σε 22.35 m στη θέση x = 11.63 m (πέρας περιοχής κοντινού πεδίου). Το πάχος (BV) σε αυτή την περιοχή είναι 1.00 m (στο σημείο πρόσκρουσης) και στο τέλος της περιοχής στα κατάντη είναι 0.94 m.

FZ4. Ανωστική εξάπλωση στον πυθμένα.

Το στρώμα πυθμένα (bottom layer) σχηματίζεται εκεί που το πλούμιο εξαπλώνεται πλευρικά (στη διεύθυνση y) κατά μήκος του πυθμένα, ενώ ταυτόχρονα μετάγεται από το ρεύμα του περιβάλλοντος.

Σε αυτή την περιοχή, το πάχος του πλουμίου (BV) ελαττώνεται. Στη θέση x=11.63 m το αρχικό πάχος είναι ίσο με 0.94 m, στη θέση x=1200 m προς τα κατάντη μειώνεται σε 0.16 m. Το ημι-πλάτος (BH) στρώματος του πυθμένα αυξάνεται από 22.35 m στη θέση x=11.63 m σε 180.02 m στη θέση x=1200 m προς τα κατάντη. Το πλούμιο δεν αλληλοεπιδρά με την ακτογραμμή.

Ο ρυθμός ανάμιξης είναι σχετικά μικρός. Συνεπώς, η αραίωση είναι, επίσης, μικρή και κυμαίνεται από 2.1 μέχρι 3.4.

() IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00 79 από 186
		201	<i>19</i> uno 180



Σχήμα Δ-23 Τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: ΡΕΓ Α09_0007 Αναθ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00
		Σελ.:	80 από 186

Σχήμα Δ-24 Σχηματικό διάγραμμα της περιοχής πρόσκρουσης (Jirka, 2004)







(IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D 00 81 από 186





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



9Δ.4.3 Χαρακτηριστικά ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος

9Δ.4.3.1 Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο κοντινό πεδίο

Στο Σχήμα Δ-28 απεικονίζεται η μεταβολή της αραίωσης του SPM πλουμίου στο κοντινό πεδίο. Στο Σχήμα Δ-29 και το Σχήμα Δ-30 απεικονίζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ιζημάτων στο κοντινό πεδίο ως ποσοστό της αρχικής συγκέντρωσης (%) και οι πραγματικές συγκεντρώσεις (mg/L αντίστοιχα. Στο πέρας του κοντινού πεδίου (στη θέση x=11.63 m), η αραίωση είναι ίση με 2.1, η οποία αντιστοιχεί σε μείωση της αρχικής συγκέντρωσης ίση με 47.6 % και σε συγκέντρωση ιζήματος ίση με 119 mg/L.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09 0007 0 Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		<u>Σελ.:</u>	82 απο 186



Σχήμα Δ-28 Μεταβολή αραίωσης στο κοντινό πεδίο





Σχήμα Δ-29 Μεταβολή αραίωσης (%) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	83 από 186





9Δ.4.3.2 Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα

Στο Σχήμα Δ-31, Σχήμα Δ-32 και το Σχήμα Δ-33 παρουσιάζεται η μεταβολή της αραίωσης των συγκεντρώσεων ιζημάτων (ως ποσοστό της αρχικής συγκέντρωσης, %) και των πραγματικών συγκεντρώσεων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα, αντίστοιχα. Οι (συνολικές) συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων του πλουμίου, υπό τη μορφή ισοκαμπυλών, παρουσιάζονται στο Σχήμα Δ-34 (ποσοστά) και έχουν εύρος τιμών 3.3-8.0 (mg/L).

Η συνολική συγκέντρωση στο στρώμα πυθμένα μειώνεται σταθερά (μετά την απώλεια των αιωρούμενων σωματιδίων με τη καθίζηση) από 119.0 mg/L στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 111.5 mg/L στα 50 m κατάντη, σε 108.8 mg/L στα 100 m και σε 74.0 mg/L στα 1200 m, κατάντη.

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	O Asprofos
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	84 από 186







Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	85 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-33 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα





Σχήμα Δ-34 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

Aρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA-		
A09_0007_	_0_Annex9D	
Αναθ.:	00	
Σελ.:	86 από 186	



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εψ.:PERM-GREE-ESIA- A09 0007_0 Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 87 από 186

9Δ.4.3.3 Συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-36, το Σχήμα Δ-37 και το Σχήμα Δ-38 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (suspended sediment concentrations, SSC) (mg/L) στην υδάτινη στήλη. Οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων συνεχώς μειώνονται προς τα κατάντη; στα 1.1 m SSC = 77.3 mg/L, στα 9.0 m SSC = 41.3 mg/L, στα 11.63 m (πέρα κοντινού πεδίου) SSC = 34.9 mg/L, στα 27.2 m SSC = 24.1 mg/L, στα 117.5 m SSC = 14.7 mg/L και στο x= 955.2 m η SSC είναι πρακτικά ίση με το μηδέν.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-37 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων από x=0 μέχρι x=400 m



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ.Εψ.:PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 88 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-38 Μεταβολή συγκέντρωσης αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) επί υποβάθρου χαρτών της Google

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESI A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 89 από 186

9Δ.4.4 Χαρακτηριστικά ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος

9Δ.4.4.1 Τύπος ροής

Οι κλίμακες μήκους της εκροής/περιβάλλοντος υπολογίζονται ως εξής:

$$L_{M} = \frac{M_{0}^{3/4}}{J_{0}^{1/2}} = 1.91 \text{ m}$$

$$L_{Q} = \frac{Q_{0}}{M_{0}^{1/2}} = 3.75 \text{ m}$$

$$L_{m} = \frac{M_{0}^{1/2}}{u_{a}} \to \text{very large value}$$

$$L_{b} = \frac{J_{0}^{1/2}}{u_{a}^{3}} \to \text{very large value}$$

Όπως και στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος, το πλούμιο SPM ταξινομείται ως NV2.

9Δ.4.4.2 Γεωμετρία/τροχιά πλουμίου και περιοχές ροής

Στο Σχήμα Δ-39 παρουσιάζεται η τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στην αρχική περιοχή ανάμιξης και στο κοντινό πεδίο. Η συμπεριφορά του πλουμίου SPM είναι παρόμοια με την περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος.

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		_ 2ελ.:	90 0/10 186



Σχήμα Δ-39 Τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο

Αρχικά, η ροή κυριαρχείται από την ανοδική ορμή του πλουμίου (jet-like), ο άξονας του SPM πλουμίου ανέρχεται σε ένα μέγιστο ύψος 3.3 m, καθώς φλέβα εκτρέπεται ασθενώς από τη περιβάλλον ρεύμα. Στη συνέχεια, το πλούμιο SPM επηρεάζεται ισχυρώς από τη βαρύτητα και ραγδαία πέφτει προς τον πυθμένα προσκρούοντας σε αυτόν.

Το Σχήμα Δ-40, Σχήμα Δ-41 και το Σχήμα Δ-42 απεικονίζουν ότι μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται περίπου ακτινικά κατά μήκος του πυθμένα, το ημι-πλάτος αυξάνεται σταθερά από 294.29 m (στη θέση πρόσκρουσης) σε 350.25 m σε απόσταση 175.64 m (πέρας κοντινού πεδίου) και σε 608.43 m σε απόσταση x=1200 m, ενώ το πάχος της στη θέση πρόσκρουσης είναι 0.12 m και σε απόσταση x=1200 m προς τα κατάντη είναι ίσο με 0.21 m.

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	91 από 186



Σχήμα Δ-40 Μεταβολή του συνολικού πλάτους 2BH κατά μήκος του στρώματος πυθμένα



Σχήμα Δ-41 Μεταβολή του πάχους BV κατά μήκος του στρώματος πυθμένα





Σχήμα Δ-42 Μεταβολή του πάχους του στρώματος πυθμένα

9Δ.4.4.3 Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο κοντινό πεδίο

Στο Σχήμα Δ-43 απεικονίζεται η μεταβολή της αραίωσης του SPM πλουμίου στο κοντινό πεδίο. Στο Σχήμα Δ-44 και το Σχήμα Δ-45 απεικονίζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ιζημάτων στο κοντινό πεδίο ως ποσοστό της αρχικής συγκέντρωσης (%) και οι πραγματικές συγκεντρώσεις (mg/L αντίστοιχα. Στο πέρας του κοντινού πεδίου (στη θέση x=175.64 m), η αραίωση είναι ίση με 2.7, η οποία αντιστοιχεί σε μείωση της αρχικής συγκέντρωσης ίση με 36.4 % και σε συγκέντρωση ιζήματος ίση με 91.0 mg/L.

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	93 από 186



Σχήμα Δ-43 Μεταβολή αραίωσης στο κοντινό πεδίο



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-44 Μεταβολή αραίωσης (%) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα FastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	94 από 186





9Δ.4.4.4 Συγκεντρώσεις ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα

Στο Σχήμα Δ-46, το Σχήμα Δ-47 και το Σχήμα Δ-48 παρουσιάζεται η μεταβολή της αραίωσης, των συγκεντρώσεων ιζημάτων (ως ποσοστό της αρχικής συγκέντρωσης, %) και των πραγματικών συγκεντρώσεων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα, αντίστοιχα. Οι (συνολικές) συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων του πλουμίου, υπό τη μορφή ισοκαμπυλών, παρουσιάζονται στο Σχήμα Δ-49 (ποσοστά) και στο Σχήμα Δ-50.

Η συνολική συγκέντρωση στο στρώμα πυθμένα μειώνεται σταθερά (μετά την απώλεια των αιωρούμενων σωματιδίων με τη καθίζηση) από 91.0 mg/L στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 69.8 mg/L στα 400 m κατάντη, σε 64.0 mg/L στα 600 m και σε 53.50 mg/L στα 1200 m, κατάντη.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007_	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00 05 από 186
		ΖΕΛ	95 010 180



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-46 Μεταβολή αραίωσης στο στρώμα πυθμένα



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-47 Μεταβολή συγκέντρωσης (%) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	96 από 186



Σχήμα Δ-48 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα





Σχήμα Δ-49 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα

<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.: Σελ.:	00 97 από 186
L		i	·



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022. Σχήμα Δ-50 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων (mg/L) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα

9Δ.4.4.5 Συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-51,το Σχήμα Δ-52 και το Σχήμα Δ-53 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (suspended sediment concentrations, SSC) (mg/L) στην υδάτινη στήλη.

Οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) συνεχώς μειώνονται προς τα κατάντη; στα 21.2 m SSC = 8.45 mg/L, στα 72.7 m SSC = 7.0 mg/L, στα 175.64 m (πέρα κοντινού πεδίου) SSC = 2.8 mg/L, στα 357.1 m SSC = 1.8 mg/L, 555.7 m SSC = 1.5 mg/L και στο x= 901.0 m η SSC είναι πρακτικά ίση με το μηδέν..

<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	98 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.







Σχήμα Δ-52 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων από x=0 μέχρι x=400 m



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

Αρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA-		
A09_0007_	_0_Annex9D	
Αναθ.:	00	
Σελ.:	99 από 186	



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-53 Μεταβολή συγκέντρωσης αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) επί υποβάθρου χαρτών της Google

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	100 από 186	

9Δ.4.5 Ανάλυση ευαισθησίας

9Δ.4.5.1 Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της ταχύτητας του ρεύματος με τιμές που κυμάνθηκαν από 0.50 μέχρι 0.90 m/s. Ο Πίνακας Δ-9 συνοψίζει την επίδραση της ταχύτητας του ρεύματος στα κύρια γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της ροής. Στο Σχήμα Δ-54 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/L) των αιωρούμενων σωματιδίων για διάφορες ταχύτητες ρεύματος. Στο Σχήμα Δ-55 παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s.

Πίνακας Δ-9 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες ρεύματος

Ταγύτρτα Μόκος	BV (m)	BV (m)			BH (m)		
ρεύματος (m/s)	κοντινού πεδίου (m)	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m	Σε απόσταση x=1000 m	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m	Σε απόσταση x=1000 m
0.50	26.61	0.59	0.20	0.16	52.36	151.41	231.38
0.60	17.13	0.75	0.20	0.16	33.37	127.00	195.57
0.70	11.63	0.94	0.20	0.16	22.35	105.23	164.53
0.80	8.34	1.16	0.21	0.17	15.73	88.77	141.52
0.90	6.40	1.43	0.22	0.19	11.83	78.92	127.31

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	101 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.







<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	102 από 186
•			









IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	103 από 186







ταχύτητα ρεύματος = 0.90 m/s



Σχήμα Δ-55 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s

Από τον Πίνακας Δ-9,το Σχήμα Δ-54 και το Σχήμα Δ-55 και τους υπολογισμούς, όταν η ταχύτητα του ρεύματος αυξάνεται από 0.50 m/s σε 0.90 m/s, παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- Το μήκος του κοντινού πεδίου μειώνεται από 26.62 m σε 6.40 m.
- Το πάχος του στρώματος πυθμένα (BV) στο πέρας του κοντινού πεδίου αυξάνεται από 0.59 m σε 1.43 m. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 0.16 m μέχρι 0.19 m.
- Το ημι-πλάτος του στρώματος πυθμένα (BH)) στο πέρας του κοντινού πεδίου μειώνεται από 52.36 m σε 11.83. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 231.38 m μέχρι 127.31 m.
- Οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην υδάτινη στήλη αυξάνονται. Συνεπώς, η μείωση της ταχύτητας ρεύματος οδηγεί σε ευνοϊκότερες συνθήκες

9Δ.4.5.2 Επίδραση της σύνθεσης των στερεών

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της σύνθεσης των ιζημάτων αυξάνοντας το ποσοστό της λεπτόκοκκης ιλύος από 10% σε 40 %, όπως φαίνεται στον Πίνακας Δ-10. Οι υπολογισμένες συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων σωματιδίων φαίνονται στον Πίνακας Δ-11.

Πινακάς Δ-10 20νοεθείς ις ηματών που εξεταυτηκάν						
Κλάση	Υλικό	C1	C2	С3	C4	
1	Χαλίκια	-	-	-	-	
2	Άμμος	70 %	60 %	50 %	40 %	
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	20 %	20 %	20 %	20 %	
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	10 %	20 %	30 %	40 %	
5	Άργιλος	-	-	-	-	
Total	-	100 %	100 %	100 %	100 %	

Πίνακας Δ-10 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 105 από 186

Πίνακας Δ-11 Συγκε	ντρώσεις (mg/L) αιι	υρούμενων ιζημάτω	ν για διάφορες συν	θέσεις ιζημάτων

x(m)	C1	C2	C3	C4
1.1	77.3	83.3	89.2	95.2
3.8	71.5	78.1	84.6	91.2
6.4	54.8	60.7	66.6	72.5
9.0	41.3	46.4	51.5	56.7
11.6	34.9	39.7	44.6	49.4
12.9	32.4	37.1	41.9	46.6
14.1	31.5	36.3	41.1	45.9
15.3	30.7	35.5	40.4	45.3
16.5	29.8	34.8	39.8	44.7
27.2	24.1	29.5	34.8	40.2
28.4	23.6	29.0	34.4	39.8
39.1	20.2	25.8	31.4	37.0
40.2	19.9	25.5	31.1	36.7
117.5	14.7	20.0	25.2	30.5
118.7	14.7	19.9	25.2	30.5
130.6	14.3	19.5	24.8	30.0
131.7	14.3	19.5	24.7	29.9
293.3	10.8	15.4	20.0	24.6
294.5	10.8	15.4	20.0	24.5
295.7	10.8	15.4	19.9	24.5
342.0	10.0	14.4	18.8	23.3
343.2	10.0	14.4	18.8	23.2
344.4	9.9	14.4	18.8	23.2
485.8	7.9	11.9	15.9	20.0
636.7	6.3	10.0	13.6	17.3
637.9	6.3	9.9	13.6	17.3

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

() IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM			
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ES νικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Α09_0007_0_Annex9			
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 106 από 186		
L		<u>ن</u>			

x(m)	C1	C2	C3	C4
955.2	4.2	7.3	10.4	13.5
956.4	0.0	0.0	0.0	0.0

Πίνακας Δ-12 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων σε απόσταση x=50 m και x=100 m

x(m)	C1	C2	С3	C4
50.0	18.2	23.7	29.5	35.2
100.0	16.7	20.6	26.0	31.4

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Στον Πίνακας Δ-11 και στον Πίνακας Δ-12, οι υπολογισμοί δείχνουν ότι όταν το ποσοστό λεπτόκοκκης ιλύος αυξάνεται από 10% σε 40 %, τότε:

- Η συγκέντρωση αυξάνεται στην απόσταση x=50.0 m από 18.2 mg/L σε 35.2 mg/L και στην απόσταση x=100.0 m αυξάνεται από 16.7 mg/L σε 31.4 mg/L.
- Η περιοχή που καλύπτεται από σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων αυξάνεται.

9Δ.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF5 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

9Δ.5.1 Δεδομένα εισόδου

Τα δεδομένα εισόδου και οι κλάσεις ιζημάτων για την περιοχή διερεύνησης LF5 παρουσιάζονται στον Πίνακας Δ-13 και στον Πίνακας Δ-14, αντίστοιχα. Στο Σχήμα Δ-56,στο Σχήμα Δ-57 και στο Σχήμα Δ-58 παρουσιάζονται η παραγωγή της βυθοκόρου, το σχέδιο του ορύγματος και η εκροή, αντίστοιχα.

	Χαρακτηριστικό	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
DR1	Τύπος	Κάδος	-
DR2	Χωρητικότητα	5.0	m ³
DR3	Χρόνος κύκλου εργασιών	60	S

Πίνακας Δ-13 Δεδομένα εισόδου για την περιοχή διερεύνησης LF5

٢	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon] Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	107 από 186

	Χαρακτηριστικό	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
DR4	Παραγωγή	220	m³/h
	Πυκνότητα ξηρών στερεών του υλικού βυθοκόρησης	1800	kg/m ³
	Καθαρή ξηρή πυκνότητα	1440	kg/m ³
	Ρυθμός απελευθέρωσης στερεών	4.0	%
	Συντελεστής επανααιώρησης	3.2	%
	Συνολικός όγκος εκσκαφής	240000	m ³
	Συνολικός απαιτούμενος χρόνος βυθοκόρησης	1091	h
	Μάζα υλικού βυθοκόρησης	316800 kg/h	kg/h
	Μάζα επανααιωρούμενων στερεών	12672	kg/h
SE1	Πυκνότητα ιζημάτων	1800	kg/m ³
SE2	Κλάσεις ιζημάτων	Δες Πίνακας Δ-14	
AM1	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	25.23	°C
AM2	Αλατότητα περιβάλλοντος	38.64	psu
AM3	Συγκέντρωση (υποβάθρου) ιζημάτων περιβάλλοντος	0.0	mg/L
AM4	Πυκνότητα περιβάλλοντος	1026.11	kg/m ³
AM5	Ταχύτητα ροής (ρεύματος) πλησίον πυθμένα	0.71	m/s
AM6	Ταχύτητα ροής στην επιφάνεια	1.10	m/s
SD1	Μάζα ιζημάτων που διαφεύγει	3.52	kg/s
SD2	Συγκέντρωση πλουμίου ιζημάτων	250	mg/L
SD2	Πυκνότητα πλουμίου ιζημάτων	1133.5	kg/m ³
SD4	Παροχή πλουμίου ιζημάτων	14.09	m³/s
SD5	Ταχύτητα εκροής	1.0	m/s
SD6	Επιφάνεια πλουμίου ιζημάτων	14.09	m ²
SD7	Θέση ακτής	Αριστερά	
SD8	Απόσταση μέχρι την ακτογραμμή	1000	m
SD9	Βάθος ύδατος στην εκροή	6.25	m
SD10	Κλίση πυθμένα	0.625	%
SD11	Κατακόρυφη γωνία	75	0
SD12	Οριζόντια γωνία	0	0
SD13	Ύψος εκροής άνωθεν πυθμένα	1.0	m
SD14	Βάθος ύδατος στην εκροή του πλουμίου	5.25	m



Πίνακας Δ-14 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF5

Κλάση	Υλικό	%	Ταχύτητα Καθίζησης (m/s)	Συγκέντρωση (mg/L)	Μάζα ιζήματος που διαφεύγει (kg/s)
1	Χάλικες	0	Ακαριαία*	-	0.00
2	Άμμος	80	0.031	200	2.81
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	10	0.00042	25	0.35
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	5	0.000026	12.5	0.18
5	Άργιλος	5	0.0000065	12.5	0.18
Total	-	100	-	250.0	3.52




Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-56 Παραγωγή βυθοκόρου (Bray et al., 1996)





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 110 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-57 Σχέδιο ορύγματος στην περιοχή διερεύνησης LF5





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-58 Θέση εκροής (βλ. επίσης Προσάρτημα 1)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 112 από 186

9Δ.5.2 Χαρακτηριστικά ροής

Το Σχήμα Δ-59 παρουσιάζει την τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο που περιλαμβάνει τις πρώτες 3 περιοχές της ροής: FZ1, FZ2 και FZ3. Στο Σχήμα Δ-60 και το Σχήμα Δ-61 παρουσιάζονται η μεταβολή του πλάτους (2BH) και του πάχους (BV) του πλουμίου κατά μήκος του στρώματος πυθμένα, αντίστοιχα.

Αρχικά, η ροή κυριαρχείται από την ανοδική ορμή του πλουμίου (τύπου jet). Ο άξονας του πλουμίου SPM ανέρχεται σε ένα μέγιστο ύψος (z_{max}) και εκτρέπεται ασθενώς από το ρεύμα του περιβάλλοντος (z_{max}/L_b<<1). Στη συνέχεια το πλούμιο SPM εκτρέπεται ισχυρώς από τη βαρύτητα και ραγδαία πέφτει προσκρούοντας στον πυθμένα (z), υπό γωνία ίση με Θ. Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται, περίπου ακτινικά, κατά μήκος του πυθμένα, σε ένα ανάντη μήκος (L_s) αντίθετα προς τη ροή του περιβάλλοντος. Το ημι-πλάτος της ροής (BH) σταθερά αυξάνεται κατά μήκος του κοντινού πεδίου προς τα κατάντη. Το πάχος (BV) σταθερά μειώνεται κατά μήκος του κοντινού πεδίου προς τα κατάντη. Ο ρυθμός ανάμιξης είναι σχετικά χαμηλός, συνεπώς το εύρος της αραίωσης είναι επίσης μεκός. Όπως έχει ήδη παρατηρηθεί στην περιοχή διερεύνησης LF4,η αραίωση αυξάνεται με την ελάττωση της ταχύτητας του ρεύματος.

Χαρακτηριστικά	Μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	Ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος
$L_{M} = \frac{M_{0}^{3/4}}{J_{0}^{1/2}}$	1.91 m	1.91 m
$L_{Q} = \frac{Q_{0}}{M_{0}^{1/2}}$	3.75 m	3.75 m
$L_m = \frac{M_0^{1/2}}{u_a}$	5.29 m	Πολύ μεγάλη τιμή
$L_{b} = \frac{J_{0}^{1/2}}{u_{a}^{3}}$	40.44 m	Πολύ μεγάλη τιμή
Ταξινόμηση πλουμίου SPM	Κατηγορία σχεδόν κατακόρυφη (NV)	Κατηγορία σχεδόν κατακόρυφη (NV)
Διαμόρφωση εκροής	Υδροδυναμικά ευσταθής	Υδροδυναμικά ευσταθής
LM/HS	0.31 < 1 Επικρατεί η άνωση	0.31 < 1 Επικρατεί η άνωση
Lm/LM Ταξινόμηση	2.77 > 1 Ισχυρή άνωση – NV2	Ισχυρή άνωση – NV2

Πίνακας Δ-15 Χαρακτηριστικά ροής για την περιοχή διερεύνησης LF5



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 113 από 186

Χαρακτηριστικά	Μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	Ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος
FZ1- Μέγιστο ύψος (zmax)	1.24 m	3.27 m
FZ1 – Επίδραση περιβάλλοντος ρεύματος (zmax/Lb)	Ασθενής (0.03<<1)	Πολύ μικρή τιμή
FZ2	Ασθενώς εκτρεπόμενο πλούμιο σε εγκάρσιο ρεύμα	Ασθενώς εκτρεπόμενο πλούμιο σε εγκάρσιο ρεύμα
FZ2 – Πρόσκρουση στον πυθμένα (z/γωνία Θ)	-6.25 m/29.680	-6.25 m /57.880
FZ3 – Ανάντη μήκος εξάπλωσης, Ls	15.01 m	-
FZ3 – Πέρας κοντινού πεδίου	11.23 m	175.71 m
FZ3 - BH στη θέση πρόσκρουσης	16.79 m	294.41 m
FZ3 - BH στο πέρας του κοντινού πεδίου	21.54 m	350.39 m
FZ4 - BH σε απόσταση x=1200 m	177.13 m	608.29 m
FZ3 – BV στη θέση πρόσκρουσης	1.03 m	0.12 m
FZ3 – BV στο πέρας του κοντινού πεδίου	0.96 m	0.28 m
FZ4 – BV σε απόσταση x=1200 m	0.16 m	0.21 m
Αλληλεπίδραση με ακτογραμμή	Όχι	Όχι
Αραίωση στο πέρας του κοντινού πεδίου	2.1	2.7
Αραίωση σε απόσταση x=1200 m	3.4	4.7

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		<u></u> Σελ.:	114 από 186





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-60 Μεταβολή του συνολικού πλάτους 2BH κατά μήκος του στρώματος πυθμένα



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-61 Μεταβολή του πάχους BV κατά μήκος του στρώματος πυθμένα

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	115 από 186

9Δ.5.3 Συγκεντρώσεις ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-62 και το Σχήμα Δ-63 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο και κατά μήκος του στρώματος πυθμένα, αντίστοιχα. Στο Σχήμα Δ-64 παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσης συγκέντρωσης των ολικών στερεών ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα, για την μέγιστη και την ελάχιστη ταχύτητα του ρεύματος.

Στο Σχήμα Δ-62 και στο Σχήμα Δ-63 απεικονίζεται ότι η συγκέντρωση των ολικών ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα, σταθερά, μειώνεται. Αυτή η μείωση είναι περισσότερο έντονη στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας ρεύματος παρά στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος. Πιο αναλυτικά:

- Για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος: η συγκέντρωση ιζημάτων μειώνεται από 119.5 mg/L (47.8 %) στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 111.8 mg/L (44.7 %) σε απόσταση 50 m κατάντη, σε 109.0 mg/L (43.6 %) σε απόσταση 100 m και σε 73.5 mg/L (29.4 %) σε απόσταση 1200 m, κατάντη.
- Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος: η συγκέντρωση ιζημάτων μειώνεται από 91.0 mg/L (36.4 %) στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 69.8 mg/L (27.9 %) σε απόσταση 400 m κατάντη, σε 64.0 mg/L (25.6 %) σε απόσταση t 600 m και σε 53.5 mg/L (21.4 %) σε απόσταση 1200 m κατάντη.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-62 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο κοντινό πεδίο

Ö IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	116 από 186



Σχήμα Δ-63 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

Ар. Еүү.: PERM-GREE-ESIA-					
A09_0007_0_Annex9D					
Αναθ.:	00				
Σελ.:	117 από 186				



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-64 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων συνολικών ιζημάτων σε mg/L στο στρώμα πυθμένα για (α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D 00 118 από 186

9Δ.5.4 Συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-65 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων (SSC, mg/L) στην υδάτινη στήλη ενώ στο Σχήμα Δ-67 φαίνονται οι καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων(SSC) στην υδάτινη στήλη.

Στο Σχήμα Δ-65 και στο Σχήμα Δ-66 απεικονίζεται ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων (SSC) στην υδάτινη στήλη, συνεχώς μειώνονται. Αυτή η μείωση είναι περισσότερο εμφανής στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας ρεύματος παρά στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος. Πιο αναλυτικά:

- Για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος: σε απόσταση 1.1 m SSC = 74.0 mg/L (29.6 %), σε απόσταση 9.0 m SSC = 38.3 mg/L (15.3 %), σε απόσταση 11.23 m (πέρας κοντινού πεδίου) SSC = 31.9 mg/L (12.8 %), σε απόσταση 26.8 m SSC = 19.8 mg/L (7.9 %), σε απόσταση 117.1 m SSC = 10.1 mg/L (4.0 %) και σε απόσταση x= 954.9 m SSC είναι πρακτικά μηδέν.
- Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος: σε απόσταση 21.2 m SSC = 22.7 mg/L (9.1 %), σε απόσταση 72.7 m SSC = 4.6 mg/L (1.8 %), σε απόσταση 175.71 m (πέρας κοντινού πεδίου) SSC = 2.9 mg/L (1.1 %), σε απόσταση 357.0 m SSC = 2.2 mg/L (0.9 %) και σε απόσταση 555.7 m SSC = 1.9 mg/L (0.8 %); σε απόσταση x= 990.7 m SSC είναι πρακτικά μηδέν.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	119 από 186
-			



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-65 Μεταβολή συγκεντρώσεων αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) για (α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος





Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-66 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 121 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-67 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	122 από 186

9Δ.5.5 Ανάλυση ευαισθησίας

9Δ.5.5.1 Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της ταχύτητας ρεύματος με τιμές που κυμαίνονται από 0.50 σε 0.90 m/s. Ο Πίνακας Δ-16 συνοψίζει την επίδραση της ταχύτητας του ρεύματος στα κύρια γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της ροής. Στο Σχήμα Δ-68 παρουσιάζονται οι κατανομές των συγκεντρώσεων (mg/L) των αιωρούμενων σωματιδίων για διάφορες ταχύτητες ρεύματος. Στο Σχήμα Δ-69 παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων (% της αρχικής) ιζημάτωνin στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες ρεύματος που κυμαίνονται από 0.50 m/s.

Πίνακας Δ-16 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες

		BV (m)			BH (m)		
Ταχύτητα ρεύματος (m/s)	Μήκος κοντινού πεδίου (m)	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m	Σε απόσταση x=1000 m	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m
0.50	26.62	0.59	0.20	0.16	52.39	151.46	231.33
0.60	17.14	0.75	0.20	0.15	33.39	127.00	195.46
0.70	11.64	0.94	0.20	0.16	22.36	105.21	164.51
0.80	8.35	1.16	0.21	0.17	15.74	88.76	141.43
0.90	6.40	1.43	0.22	0.19	11.84	78.89	127.28

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	123 από 186



Σχήμα Δ-68 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ολικών αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες ταχύτητες ρεύματος

Από τον Πίνακας Δ-16, το Σχήμα Δ-68, το Σχήμα Δ-69 και τους υπολογισμούς, όταν η ταχύτητα ρεύματος αυξάνεται από 0.50 m/s σε 0.90 m/s, παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- Το μήκος του κοντινού πεδίου μειώνεται από 26.62 m σε 6.40 m.
- Το πάχος του στρώματος πυθμένα (BV) στο πέρας του κοντινού πεδίου αυξάνεται από 0.59 m σε 1.43 m. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, το BV προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 0.16 m μέχρι 0.19 m.
- Το ημι-πλάτος του στρώματος πυθμένα (BH) στο πέρας του κοντινού πεδίου μειώνεται από 52.39 m σε 11.84 m. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, το BH προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 231.33 m μέχρι 127.28 m.
- Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στην υδάτινη στήλη μειώνεται. Συνεπώς, η μείωση της ταχύτητας του ρεύματος οδηγεί σε ευνοϊκότερες συνθήκες.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	124 από 186	





Σχήμα Δ-69 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s

9Δ.5.5.2 Επίδραση της σύνθεσης των στερεών

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της σύνθεσης των ιζημάτων στη συγκέντρωση αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) αυξάνοντας τη σύνθεση της λεπτόκοκκης ιλύος από 5% σε 20 %, όπως φαίνεται στον Πίνακας Δ-17. Οι υπολογισθείσες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) φαίνονται στον Πίνακας Δ-18.

Από τον Πίνακας Δ-18, τον Πίνακας Δ-19 και τους υπολογισμού, όταν το ποσοστό της λεπτόκοκκης ιλύος αυξάνεται από 5 % σε 20 %, τότε:

- Η συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών αυξάνεται στην απόσταση x=50.0 m από 13.1 mg/L σε 21.6 mg/L και στην απόσταση at x=100.0 m από 10.4 mg/L σε 18.5 mg/L.
- Η περιοχή που καλύπτεται από σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων αυξάνεται.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	125 από 186	

Πίνακας Δ-17 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν

Κλάση	Υλικό	C1	C2	C3	C4
1	Χάλικες	-	-	-	-
2	Άμμος	80 %	75 %	70 %	65 %
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	10 %	10 %	10 %	10 %
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	5 %	10 %	15 %	20 %
5	Άργιλος	5 %	5 %	5 %	5 %
Total	-	100 %	100 %	100 %	100 %

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Πίνακας Δ-18 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων

x(m)	C1	C2	C3	C4
1.1	74.0	76.8	79.7	82.5
3.7	67.6	70.8	73.9	77.1
6.2	51.4	54.2	57.0	59.9
8.7	38.3	40.8	43.3	45.7
11.2	31.9	34.3	36.6	39.0
12.5	29.4	31.7	34.0	36.3
13.7	28.4	30.7	33.1	35.4
14.9	27.4	29.8	32.2	34.6
22.0	22.5	25.0	27.6	30.2
23.2	21.7	24.3	26.9	29.5
24.4	21.1	23.7	26.3	28.9
25.5	20.4	23.1	25.7	28.3
26.8	19.8	22.4	25.1	27.8
28.0	19.2	21.9	24.6	27.3
29.1	18.7	21.4	24.1	26.8
30.3	18.2	20.9	23.6	26.3
50.5	13.0	15.8	18.6	21.5
60.0	12.0	14.8	17.6	20.4

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων
 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 A09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 126 από 186

x(m)	C1	C2	C3	C4
76.7	11.0	13.8	16.6	19.4
125.4	10.0	12.6	15.2	17.9
126.6	9.9	12.6	15.2	17.8
273.9	8.0	10.4	12.7	15.0
275.1	8.0	10.4	12.7	15.0
276.3	8.0	10.4	12.7	15.0
278.7	8.0	10.3	12.6	15.0
279.9	8.0	10.3	12.6	15.0
281.1	8.0	10.3	12.6	14.9
282.3	8.0	10.3	12.6	14.9
383.3	7.0	9.1	11.3	13.4
508.1	6.0	8.0	9.9	11.9
675.6	5.0	6.8	8.6	10.4
931.1	4.0	5.5	7.1	8.7
953.7	3.9	5.4	7.0	8.6
954.9	0.0	0.0	0.0	0.0

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

$\frac{1}{1}$	Πίνακας Δ-19 Συνκ	εντρώσεις (mg/l	L) αιωρούμεν	νων ιζημάτων σε	ε απόσταση	x=50 m και x=100 m
---------------	-------------------	-----------------	--------------	-----------------	------------	--------------------

x(m)	C1	C2	С3	C4
50.0	13.1	15.9	18.7	21.6
100.0	10.4	13.1	15.8	18.5

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

9Δ.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF2 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: ΡΕR Α09_0007 Αναθ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00
		<u>ξ</u> Σελ.:	127 από 186

9Δ.6.1 Δεδομένα εισόδου

Τα δεδομένα εισόδου και οι κλάσεις ιζημάτων για την περιοχή διερεύνησης LF2 παρουσιάζονται στον Πίνακας Δ-20 και στον Πίνακας Δ-21, αντίστοιχα. Στο Σχήμα Δ-70, Σχήμα Δ-71 και στο Σχήμα Δ-72 παρουσιάζονται η παραγωγή της βυθοκόρου (Bray et al., 1996), το σχέδιο του ορύγματος και η εκροή, αντίστοιχα.

	Χαρακτηριστικό	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
DR1	Τύπος	Κάδος	-
DR2	Χωρητικότητα	5	m3
DR3	Χρόνος κύκλου εργασιών	60	S
DR4	Παραγωγή	220	m3/h
	Πυκνότητα ξηρών στερεών του υλικού βυθοκόρησης	1800	kg/m3
	Καθαρή ξηρή πυκνότητα	1440	kg/m3
	Ρυθμός απελευθέρωσης στερεών	4.0	%
	Συντελεστής επανααιώρησης	3.2	%
	Συνολικός όγκος εκσκαφής	50000	m3
	Συνολικός απαιτούμενος χρόνος βυθοκόρησης	227	h
	Μάζα υλικού βυθοκόρησης	316800 kg/h	kg/h
	Μάζα επανααιωρούμενων στερεών	12672	kg/h
SE1	Πυκνότητα ιζημάτων	1800	kg/m3
SE2	Κλάσεις ιζημάτων	Δες Πίνακας Δ-21	
AM1	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	25.72	оС
AM2	Αλατότητα περιβάλλοντος	39.21	psu
AM3	Συγκέντρωση (υποβάθρου) ιζημάτων περιβάλλοντος	0.0	mg/L
AM4	Πυκνότητα περιβάλλοντος	1026.30	kg/m3
AM5	Ταχύτητα ροής (ρεύματος) πλησίον πυθμένα	0.88	m/s
AM6	Ταχύτητα ροής στην επιφάνεια	1.35	m/s
SD1	Μάζα ιζημάτων που διαφεύγει	3.52	kg/s
SD2	Συγκέντρωση πλουμίου ιζημάτων	250	mg/L
SD2	Πυκνότητα πλουμίου ιζημάτων	1133.47	kg/m3
SD4	Παροχή πλουμίου ιζημάτων	14.09	m3/s
SD5	Ταχύτητα εκροής	1.0	m/s

Πίνακας Δ-20 Δεδομένα εισόδου για την περιοχή διερεύνησης LF2

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	•••	Σελ.:	128 από 186

	Χαρακτηριστικό	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
SD6	Επιφάνεια πλουμίου ιζημάτων	14.09	m2
SD7	Θέση ακτής	Αριστερά	
SD8	Απόσταση μέχρι την ακτογραμμή	260	m
SD9	Βάθος ύδατος στην εκροή	25.3	m
SD10	Κλίση πυθμένα	9.72	%
SD11	Κατακόρυφη γωνία	75	0
SD12	Οριζόντια γωνία	0	0
SD13	Ύψος εκροής άνωθεν πυθμένα	1.0	m
SD14	Βάθος ύδατος στην εκροή του πλουμίου	24.3	m

Πίνακας Δ-21 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF2

Κλάση	Υλικό	%	Ταχύτητα Καθίζησης (m/s)	Συγκέντρωση (mg/L)	Μάζα ιζήματος που διαφεύγει (kg/s)
1	Χάλικες	85	Ακαριαία [*]	-	0.00
2	Άμμος	15	0.031	200	2.81
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	0	0.00042	25	0.35
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	0	0.000026	12.5	0.18
5	Άργιλος	0	0.0000065	12.5	0.18
Total	-	100	-	250.0	3.52

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.





Σχήμα Δ-70 Παραγωγή βυθοκόρου (Bray et al., 1996)





Σχήμα Δ-71 Σχέδιο ορύγματος στην περιοχή διερεύνησης LF2



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-72 Θέση εκροής (βλ. επίσης Προσάρτημα 1)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.: Σελ.:	00 131 από 186

9Δ.6.2 Χαρακτηριστικά ροής

Το Σχήμα Δ-73 παρουσιάζει την τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινού πεδίο που περιλαμβάνει τις πρώτες 3 περιοχές της ροής: FZ1, FZ2 και FZ3. Στο Σχήμα Δ-74 και το Σχήμα Δ-75 παρουσιάζονται η μεταβολή του πλάτους (2BH) και του πάχους (BV) του πλουμίου κατά μήκος του στρώματος πυθμένα, αντίστοιχα.

Αρχικά, η ροή κυριαρχείται από την ανοδική ορμή του πλουμίου (τύπου jet). Ο άξονας του πλουμίου SPM ανέρχεται σε ένα μέγιστο ύψος (z_{max}) και εκτρέπεται ασθενώς από το ρεύμα του περιβάλλοντος (z_{max}/L_b <<1). Στη συνέχεια το πλούμιο SPM εκτρέπεται ισχυρώς από τη βαρύτητα και ραγδαία πέφτει προσκρούοντας στον πυθμένα (z), υπό γωνία ίση με Θ. Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται, περίπου ακτινικά, κατά μήκος του πυθμένα, σε ένα ανάντη μήκος (L_s) αντίθετα προς τη ροή του περιβάλλοντος. Το ημι-πλάτος της ροής (BH) σταθερά αυξάνεται κατά μήκος του κοντινού πεδίου προς τα κατάντη. Το πάχος (BV) σταθερά μειώνεται κατά μήκος του κοντινού πεδίου προς τα κατάντη. Ο ρυθμός ανάμιξης είναι σχετικά χαμηλός, συνεπώς το εύρος της αραίωσης είναι επίσης είχει τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά της ροής. Όπως έχει ήδη παρατηρηθεί στις τοποθεσίες LF4 και LF5, η αραίωση αυξάνεται με την ελάττωση της ταχύτητας του ρεύματος.

Χαρακτηριστικά	Μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	Ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος
$L_{M} = \frac{M_{0}^{3/4}}{J_{0}^{1/2}}$	1.91 m	1.91 m
$L_{Q} = \frac{Q_{0}}{M_{0}^{1/2}}$	3.75 m	3.75 m
$L_m = \frac{M_0^{1/2}}{u_a}$	4.27 m	Πολύ μεγάλη τιμή
$L_{b} = \frac{J_{0}^{1/2}}{u_{a}^{3}}$	21.17 m	Πολύ μεγάλη τιμή
Ταξινόμηση πλουμίου SPM	Κατηγορία σχεδόν κατακόρυφη (NV)	Κατηγορία σχεδόν κατακόρυφη (NV)
Διαμόρφωση εκροής	Υδροδυναμικά ευσταθής	Υδροδυναμικά ευσταθής
L _M /H _s	0.08 < 1 Επικρατεί η άνωση	0.08 < 1 Επικρατεί η άνωση
L_m/L_M Ταξινόμηση	2.23 > 1 Ισχυρή άνωση – NV2	Ισχυρή άνωση – NV2

Πίνακας Δ-22 Χαρακτηριστικά ροής για την περιοχή διερεύνησης LF2

	Ö
IGI	Poseidon

Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 132 από 186

Χαρακτηριστικά	Μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	Ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος
FZ1- Μέγιστο ύψος (z _{max})	1.23 m	3.27 m
FZ1 – Επίδραση περιβάλλοντος ρεύματος (z _{max} /L _b)	Ασθενής (0.06<<1)	Πολύ μικρή τιμή
FZ2	Ασθενώς εκτρεπόμενο πλούμιο σε εγκάρσιο ρεύμα	Ασθενώς εκτρεπόμενο πλούμιο σε εγκάρσιο ρεύμα
FZ2 – Πρόσκρουση στον πυθμένα (z/γωνία Θ)	-25.3 m/20.18°	-25.3 m/57.92°
FZ3 – Ανάντη μήκος εξάπλωσης, L₅	7.90 m	-
FZ3 – Πέρας κοντινού πεδίου	6.69 m	174.87 m
FZ3 - BH στη θέση πρόσκρουσης	9.68 m	292.99 m
FZ3 - BH στο πέρας του κοντινού πεδίου	12.41 m	348.70 m
FZ4 - BH σε απόσταση x=1200 m	143.24 m	611.97 m
FZ3 – BV στη θέση πρόσκρουσης	1.38 m	0.12 m
FZ3 – BV στο πέρας του κοντινού πεδίου	1.38 m	0.28 m
FZ4 – BV σε απόσταση x=1200 m	0.18 m	0.21 m
Αλληλεπίδραση με ακτογραμμή	Όχι	Όχι
Αραίωση στο πέρας του κοντινού πεδίου	2.1	2.7
Αραίωση σε απόσταση x=1200 m	3.9	4.7

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-73 Τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο

i GI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Αρ. Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη ΑΟ		M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	•••	Σελ.:	133 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022. Σχήμα Δ-74 Μεταβολή του συνολικού πλάτους (2BH) κατά μήκος του στρώματος πυθμένα



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-75 Μεταβολή του πάχους (BV) κατά μήκος του στρώματος πυθμένα

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	134 από 186

9Δ.6.3 Συγκεντρώσεις ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-76 και στο Σχήμα Δ-77 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο και κατά μήκος του στρώματος πυθμένα, αντίστοιχα. Στο Σχήμα Δ-78 παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσης συγκέντρωσης των ολικών στερεών ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα, για την μέγιστη και την ελάχιστη ταχύτητα του ρεύματος.

Στο Σχήμα Δ-76 και στο Σχήμα Δ-77 απεικονίζεται ότι η συγκέντρωση των ολικών ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα, σταθερά, μειώνεται. Αυτή η μείωση είναι περισσότερο έντονη στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας ρεύματος παρά στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος. Πιο αναλυτικά:

- Για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος: η συγκέντρωση ιζημάτων μειώνεται από 116.8 mg/L (46.7 %) στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 108.8 mg/L (43.5 %) σε απόσταση 50 m κατάντη, σε 106.0 mg/L (42.4 %) σε απόσταση 100 m και σε 63.8 mg/L (25.5 %) σε απόσταση 1200 m, κατάντη.
- Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος: η συγκέντρωση ιζημάτων μειώνεται από 91.3 mg/L (36.5 %) στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 69.8 mg/L (27.9 %) σε απόσταση 400 m κατάντη, σε 64.0 mg/L (25.6 %) σε απόσταση 600 m και σε 53.3 mg/L (21.3 %) σε απόσταση 1200 m κατάντη.





Σχήμα Δ-76 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο κοντινό πεδίο

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	135 από 186
	-		



Σχήμα Δ-77 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

Αρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA-			
A09_0007_0_Annex9D			
Αναθ.: 00			
Σελ.:	136 από 186		



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-78 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων συνολικών ιζημάτων σε mg/L στο στρώμα πυθμένα για (α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D 00 137 από 186

9Δ.6.4 Συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-79 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων (SSC, mg/L) στην υδάτινη στήλη ενώ στο Σχήμα Δ-80 φαίνονται οι καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων(SSC) στην υδάτινη στήλη.

Στο Σχήμα Δ-79 και στο Σχήμα Δ-80 απεικονίζεται ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων (SSC) στην υδάτινη στήλη, συνεχώς μειώνονται. Αυτή η μείωση είναι περισσότερο εμφανής στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας ρεύματος παρά στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος. Πιο αναλυτικά:

- Για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος: σε απόσταση 1.1 m SSC = 15.2 mg/L (6,1 %), σε απόσταση 3.9 m SSC = 11.3 mg/L (2.8 %), σε απόσταση 6.69 m (πέρας κοντινού πεδίου) SSC = 8.0 mg/L (3.2 %), σε απόσταση 27.0 m SSC = 3.5 mg/L (1.4 %), σε απόσταση 41.31 m SSC = 1.8 mg/L (0.7 %) και σε απόσταση x= 108.6 m SSC είναι πρακτικά μηδέν.
- Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος: σε απόσταση 21.3 m SSC είναι πρακτικά μηδέν.

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εψ:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00 129 από 196
L			130 0/0 100



Σχήμα Δ-79 Μεταβολή συγκεντρώσεων αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) για (a) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (b) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

Αρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA-			
A09_0007_0_Annex9D			
Αναθ.:	00		
Σελ.:	139 από 186		



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-80 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)

9Δ.6.5 Ανάλυση ευαισθησίας

9Δ.6.5.1 Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της ταχύτητας ρεύματος με τιμές που κυμαίνονται από 0.50 σε 0.90 m/s. Ο Πίνακας Δ-23 συνοψίζει την επίδραση της ταχύτητας του ρεύματος στα κύρια γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της ροής. Στο Σχήμα Δ-81 παρουσιάζονται οι κατανομές των συγκεντρώσεων (mg/L) των αιωρούμενων σωματιδίων για διάφορες ταχύτητες ρεύματος. Στο Σχήμα Δ-82 παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων (% της αρχικής) ιζημάτωνin στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες ρεύματος που κυμαίνονται από 0.50 m/s.

<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Ανασ.: Σελ ·	 140 από 186

Πίνακας Δ-23 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες ρεύματος

		BV (m)			BH (m))		
Ταχύτητα ρεύματος (m/s)	Μήκος κοντινού πεδίου (m)	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m	At x=1000 m	At the end of near field	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m	
0.50	26.44	0.59	0.20	0.16	52.01	151.85	232.21	
0.60	16.99	0.76	0.20	0.16	33.08	126.98	195.80	
0.70	11.55	0.95	0.20	0.16	22.18	105.25	164.80	
0.80	8.26	1.17	0.21	0.18	15.57	88.75	141.63	
0.90	6.36	1.44	0.22	0.19	11.76	79.03	127.56	

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-81 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ολικών αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες ταχύτητες ρεύματος

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		_ Σελ.:	141 από 186

Από τον Πίνακας Δ-23, το Σχήμα Δ-81 το Σχήμα Δ-82 και τους υπολογισμούς, όταν η ταχύτητα ρεύματος αυξάνεται από 0.50 m/s σε 0.90 m/s, παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- Το μήκος του κοντινού πεδίου μειώνεται από 26.44 m σε 6.36 m.
- Το πάχος του στρώματος πυθμένα (BV) στο πέρας του κοντινού πεδίου αυξάνεται από 0.59 m σε 1.44 m. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, το BV προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 0.16 m μέχρι 0.19 m.
- Το ημι-πλάτος του στρώματος πυθμένα (BH) στο πέρας του κοντινού πεδίου μειώνεται από 52.01 m σε 11.76 m. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, το BH προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 232.21 m μέχρι 127.56 m.
- Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στην υδάτινη στήλη μειώνεται. Συνεπώς, η μείωση της ταχύτητας του ρεύματος οδηγεί σε ευνοϊκότερες συνθήκες.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-82 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	142 από 186

9Δ.6.5.2 Επίδραση της σύνθεσης των στερεών

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της σύνθεσης των ιζημάτων στη συγκέντρωση αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) αυξάνοντας τη σύνθεση άμμου από 15% σε 30 %, όπως φαίνεται στον Πίνακας Δ-24. Οι υπολογισθείσες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) φαίνονται στον Πίνακας Δ-25.

Από τον Πίνακας Δ-25, τον Πίνακας Δ-26 και τους υπολογισμούς, όταν το ποσοστό της άμμου αυξάνεται από 15 % σε 30 %, τότε:

- Η συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών αυξάνεται στην απόσταση x=50.0 m από 1.2 mg/L σε 2.4 mg/L και στην απόσταση x=100.0 m από 0.05 mg/L σε 0.13 mg/L.
- Η περιοχή που καλύπτεται από σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων αυξάνεται

Class	Material	C1	C2	С3	C4
1	Χάλικες	85 %	80 %	75 %	70 %
2	Άμμος	15 %	20 %	25 %	30 %
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	-	-	-	-
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	-	-	-	-
5	Άργιλος	-	-	-	-
Total	-	100 %	100 %	100 %	100 %

Πίνακας Δ-24 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

x(m)	C1	C2	C3	C4
1.2	15.2	20.2	25.2	30.3
3.9	11.3	15.0	18.8	22.5
5.3	9.1	12.1	15.1	18.2
6.7	8.0	10.7	13.3	16.0
7.9	7.4	9.9	12.3	14.8
12.7	6.2	8.3	10.4	12.4
13.9	6.0	7.9	9.9	11.9
16.3	5.4	7.2	9.0	10.8

Πίνακας Δ-25 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων
 Αρ. Εψ.: PERM-GREE-ESIA

 A09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 143 από 186

x(m)	C1	C2	C3	C4
24.6	3.9	5.2	6.5	7.7
27.0	3.5	4.7	5.8	7.0
35.3	2.4	3.2	4.0	4.8
40.1	1.9	2.6	3.2	3.9
46.1	1.4	1.9	2.4	2.9
52.0	1.1	1.4	1.8	2.1
54.4	0.9	1.3	1.6	1.9
59.2	0.7	1.0	1.2	1.5
60.4	0.7	0.9	1.1	1.4
63.9	0.6	0.8	0.9	1.1
67.5	0.5	0.6	0.8	0.9
80.6	0.2	0.3	0.4	0.4
90.2	0.1	0.2	0.2	0.2
108.1	0.0	0.1	0.1	0.1
111.7	0.0	0.0	0.1	0.1
115.2	0.0	0.0	0.0	0.1
117.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Πίνακας Δ-26 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων σε	απόσταση x=50 m και x=100 m
----------------------------------	---------------------------	-----------------------------

x(m)	C1	C2	С3	C4
50.0	1.2	1.6	2.0	2.4
100.0	0.1	0.1	0.1	0.1

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

9Δ.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF3 ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00 _144 από 186

9Δ.7.1 Δεδομένα εισόδου

Τα δεδομένα εισόδου και οι κλάσεις ιζημάτων για την περιοχή διερεύνησης LF 3 παρουσιάζονται στον Πίνακας Δ-27 και στον Πίνακας Δ-28, αντίστοιχα. Στο Σχήμα Δ-83, Σχήμα Δ-84 και στο Σχήμα Δ-85 παρουσιάζονται η παραγωγή της βυθοκόρου(Bray et al., 1996), το σχέδιο του ορύγματος και η εκροή, αντίστοιχα.

	Χαρακτηριστικό	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
DR1	Τύπος	Κάδος	-
DR2	Χωρητικότητα	5	m3
DR3	Χρόνος κύκλου εργασιών	60	S
DR4	Παραγωγή	220	m3/h
	Πυκνότητα ξηρών στερεών του υλικού βυθοκόρησης	1800	kg/m3
	Καθαρή ξηρή πυκνότητα	1440	kg/m3
	Ρυθμός απελευθέρωσης στερεών	4.0	%
	Συντελεστής επανααιώρησης	3.2	%
	Συνολικός όγκος εκσκαφής	50000	m3
	Συνολικός απαιτούμενος χρόνος βυθοκόρησης	227	h
	Μάζα υλικού βυθοκόρησης	316800	kg/h
	Μάζα επανααιωρούμενων στερεών	12672	kg/h
SE1	Πυκνότητα ιζημάτων	1800	kg/m3
SE2	Κλάσεις ιζημάτων	Δες Πίνακας Δ-28	
AM1	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	24.83	оС
AM2	Αλατότητα περιβάλλοντος	38.65	psu
AM3	Συγκέντρωση (υποβάθρου) ιζημάτων περιβάλλοντος	0.0	mg/L
AM4	Πυκνότητα περιβάλλοντος	1026.16	kg/m3
AM5	Ταχύτητα ροής (ρεύματος) πλησίον πυθμένα	0.66	m/s
AM6	Ταχύτητα ροής στην επιφάνεια	0.95	m/s
SD1	Μάζα ιζημάτων που διαφεύγει	3.52	kg/s
SD2	Συγκέντρωση πλουμίου ιζημάτων	250	mg/L
SD2	Πυκνότητα πλουμίου ιζημάτων	1133.47	kg/m3
SD4	Παροχή πλουμίου ιζημάτων	14.09	m3/s
SD5	Ταχύτητα εκροής	1.0	m/s

Πίνακας Δ-27 Δεδομένα εισόδου για την περιοχή διερεύνησης LF 3
iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	145 από 186

	Χαρακτηριστικό	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
SD6	Επιφάνεια πλουμίου ιζημάτων	14.09	m2
SD7	Θέση ακτής	Αριστερά	
SD8	Απόσταση μέχρι την ακτογραμμή	360	m
SD9	Βάθος ύδατος στην εκροή	20.3	m
SD10	Κλίση πυθμένα	6.62	%
SD11	Κατακόρυφη γωνία	75	0
SD12	Οριζόντια γωνία	0	0
SD13	Ύψος εκροής άνωθεν πυθμένα	1.0	m
SD14	Βάθος ύδατος στην εκροή (πηγή) του πλουμίου	19.3	m

Πίνακας Δ-28 Κλάσεις ιζημάτων στην περιοχή διερεύνησης LF3

Κλάση	Υλικό	%	Ταχύτητα Καθίζησης (m/s)	Συγκέντρωση (mg/L)	Μάζα ιζήματος που διαφεύγει (kg/s)
1	Χάλικες	20	Ακαριαία*	50	0.70
2	Άμμος	80	0.031	200	2.82
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	0	0.00042	0	0.00
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	0	0.000026	0	0.00
5	Άργιλος	0	0.00000065	0	0.00
Σύνολο	-	100	-	250	3.52

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

 Ap. Eγγ.: PERM-GREE-ESIA

 A09_0007_0_Annex9D

 Avαθ.:
 00

 Σελ.:
 146 από 186





Σχήμα Δ-83 Παραγωγή βυθοκόρου (Bray et al., 1996)



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων
 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 147 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-84 Σχέδιο ορύγματος στην περιοχή διερεύνησης LF3





Σχήμα Δ-85 Θέση εκροής (βλ. επίσης Προσάρτημα 1)

9Δ.7.2 Χαρακτηριστικά ροής

Το Σχήμα Δ-86 παρουσιάζει την τροχιά του άξονα του πλουμίου SPM στο κοντινό πεδίο που περιλαμβάνει τις πρώτες 3 περιοχές της ροής: FZ1, FZ2 και FZ3. Στο Σχήμα Δ-87 και το Σχήμα Δ-88 παρουσιάζονται η μεταβολή του πλάτους (2BH) και του πάχους (BV) του πλουμίου κατά μήκος του στρώματος πυθμένα, αντίστοιχα.

Αρχικά, η ροή κυριαρχείται από την ανοδική ορμή του πλουμίου (τύπου jet). Ο άξονας του πλουμίου SPM ανέρχεται σε ένα μέγιστο ύψος (z_{max}) και εκτρέπεται ασθενώς από το ρεύμα του περιβάλλοντος (z_{max}/L_b <<1). Στη συνέχεια το πλούμιο SPM εκτρέπεται ισχυρώς από τη βαρύτητα και ραγδαία πέφτει προσκρούωντας στον πυθμένα (z), υπό γωνία ίση με Θ. Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται, περίπου ακτινικά, κατά μήκος του πυθμένα, σε ένα ανάντη μήκος (L_s) αντίθετα προς τη ροή του περιβάλλοντος. Το ημι-πλάτος της ροής (BH) σταθερά αυξάνεται κατά μήκος του κοντινού πεδίου προς τα κατάντη. Το πάχος (BV) σταθερά μειώνεται κατά μήκος του κοντινού πεδίου προς τα κατάντη. Ο ρυθμός ανάμιξης είναι σχετικά χαμηλός, συνεπώς το εύρος της αραίωσης είναι επίσης είχαι τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά της ροής. Όπως έχει ήδη παρατηρηθεί στις τοποθεσίες LF4, LF5 και LF2, η αραίωση αυξάνεται με την ελάττωση της ταχύτητας του ρεύματος.

<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	149 από 186

Πίνακας Δ-29 Χαρακτηριστικά ροής για την περιοχή διερεύνησης LF3

, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		1 17
Χαρακτηριστικά	Μέγιστη ταχύτητα ρεύματος	Ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος
$L_{M} = \frac{M_{0}^{3/4}}{J_{0}^{1/2}}$	1.91 m	1.91 m
$L_{Q} = \frac{Q_{0}}{M_{0}^{1/2}}$	3.75 m	3.75 m
$L_m = \frac{M_0^{1/2}}{u_a}$	5.69 m	Πολύ μεγάλη τιμή
$L_{b} = \frac{J_{0}^{1/2}}{u_{a}^{3}}$	50.26 m	Πολύ μεγάλη τιμή
Ταξινόμηση πλουμίου SPM	Κατηγορία σχεδόν κατακόρυφη (NV)	Κατηγορία σχεδόν κατακόρυφη (NV)
Διαμόρφωση εκροής	Υδροδυναμικά ευσταθής	Υδροδυναμικά ευσταθής
LM/HS	0.09 < 1 Επικρατεί η άνωση	0.09 < 1 Επικρατεί η άνωση
Lm/LM Ταξινόμηση	2.97 > 1 Ισχυρή άνωση – NV2	Ισχυρή άνωση – NV2
FZ1- Μέγιστο ύψος (zmax)	1.25 m	3.27 m
FZ1 – Επίδραση περιβάλλοντος ρεύματος (zmax/Lb)	Ασθενής (0.02<<1)	Πολύ μικρή τιμή
FZ2	Ασθενώς εκτρεπόμενο πλούμιο σε εγκάρσιο ρεύμα	Ασθενώς εκτρεπόμενο πλούμιο σε εγκάρσιο ρεύμα
FZ2 – Πρόσκρουση στον πυθμένα (z/γωνία Θ)	-20.3 m/32.49o	-20.3/57.760
FZ3 – Ανάντη μήκος εξάπλωσης, Ls	18.42 m	-
FZ3 – Πέρας κοντινού πεδίου	13.46 m	175.29 m
FZ3 - BH στη θέση πρόσκρουσης	20.27 m	293.69 m
FZ3 - BH στο πέρας του κοντινού πεδίου	26.00 m	349.53 m
FZ4 - BH σε απόσταση x=1200 m	192.50 m	609.92 m
FZ3 – BV στη θέση πρόσκρουσης	0.90 m	0.12 m
FZ3 – BV στο πέρας του κοντινού πεδίου	0.87 m	0.28 m
FZ4 – BV σε απόσταση x=1200 m	0.15 m	0.21 m
Αλληλεπίδραση με ακτογραμμή	Όχι	Ναι
Αραίωση στο πέρας του κοντινού πεδίου	2.1	2.7
Αραίωση σε απόσταση x=1200 m	3.3	4.7
Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικώ	ν – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λο	γαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
	· ·	Σελ.:	150 από 186







Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
		Αναθ.:	00
		Σελ.:	151 από 186



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022. Σχήμα Δ-88 Μεταβολή του πάχους (BV) κατά μήκος του στρώματος πυθμένα

9Δ.7.3 Συγκεντρώσεις ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-89 και το Σχήμα Δ-90 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/L) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο και κατά μήκος του στρώματος πυθμένα, αντίστοιχα. Στο Σχήμα Δ-91 παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσης συγκέντρωσης των ολικών στερεών ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα, για την μέγιστη και την ελάχιστη ταχύτητα του ρεύματος.

Στο Σχήμα Δ-89 και στο Σχήμα Δ-90 απεικονίζεται ότι η συγκέντρωση των ολικών ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα, σταθερά, μειώνεται. Αυτή η μείωση είναι περισσότερο έντονη στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας ρεύματος παρά στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος. Πιο αναλυτικά:

- Για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος: η συγκέντρωση ιζημάτων μειώνεται από 118.3 mg/L (47.3 %) στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 110.0 mg/L (44.0 %) σε απόσταση 50 m κατάντη, σε 107.3 mg/L (42.9 %) σε απόσταση 100 m και σε 75.0 mg/L (30.0 %) σε απόσταση 1200 m, κατάντη.
- Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος: η συγκέντρωση ιζημάτων μειώνεται από 91.3 mg/L (36.5 %) στην αρχή του στρώματος πυθμένα, σε 69.8 mg/L (27.9 %) σε απόσταση 400 m κατάντη, σε 64.0 mg/L (25.6 %) σε απόσταση t 600 m και σε 53.5 mg/L (21.4 %) σε απόσταση 1200 m κατάντη.

IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	152 από 186



Σχήμα Δ-89 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο κοντινό πεδίο



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-90 Μεταβολή συγκέντρωσης ιζημάτων (mg/L) στο στρώμα πυθμένα



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

Αρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA-		
A09_0007_	_0_Annex9D	
Αναθ.:	00	
Σελ.:	153 από 186	



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-91 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων συνολικών ιζημάτων σε mg/L στο στρώμα πυθμένα για (α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)

<u>(</u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D 00 154 από 186

9Δ.7.4 Συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων

Στο Σχήμα Δ-92 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων (SSC, mg/L) στην υδάτινη στήλη ενώ στο Σχήμα Δ-93 φαίνονται οι καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων(SSC) στην υδάτινη στήλη.

Στο Σχήμα Δ-92 και στο Σχήμα Δ-93 απεικονίζεται ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων (SSC) στην υδάτινη στήλη, συνεχώς μειώνονται. Αυτή η μείωση είναι περισσότερο εμφανής στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας ρεύματος παρά στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος. Πιο αναλυτικά:

- Για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος: σε απόσταση 1.1 m SSC = 37.1 mg/L (14.8 %), σε απόσταση 7.3 m SSC = 20.8 mg/L (8.3 %), σε απόσταση 13.46 m (πέρας κοντινού πεδίου) SSC = 10.1 mg/L (4.0 %), σε απόσταση 28.9 m SSC = 3.7 mg/L (1.5 %), σε απόσταση 47.9 m SSC = 0.9 mg/L (0.4 %) και σε απόσταση x= 84.6 m SSC είναι πρακτικά μηδέν.
- Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος: σε απόσταση 21.3 m SSC είναι πρακτικά μηδέν.

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	155 από 186



Σχήμα Δ-92 Μεταβολή συγκεντρώσεων αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) για (α) τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος και (β) την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων

Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA-		
A09_0007_	_0_Annex9D	
Αναθ.:	00	
Σελ.:	156 από 186	



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-93 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος (Υπόβαθρο Google Maps)

9Δ.7.5 Ανάλυση ευαισθησίας

9Δ.7.5.1 Επίδραση της ταχύτητας ρεύματος

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	157 από 186	

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της ταχύτητας ρεύματος με τιμές που κυμαίνονται από 0.50 σε 0.90 m/s. Ο Πίνακας Δ-30 συνοψίζει την επίδραση της ταχύτητας του ρεύματος στα κύρια γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της ροής. Στο Σχήμα Δ-94 παρουσιάζονται οι κατανομές των συγκεντρώσεων (mg/L) των αιωρούμενων σωματιδίων για διάφορες ταχύτητες ρεύματος. Στο Σχήμα Δ-95 παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων (% της αρχικής) ιζημάτων στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες ρεύματος που κυμαίνονται από 0.50 m/s.

Πίνακας Δ-30 Βασικά γεωμετρικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά για διάφορες ταχύτητες ρεύματος

				/			
		BV (m)			BH (m)		
Ταχύτητα ρεύματος (m/s)	Μήκος κοντινού πεδίου (m)	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m	At x=1000 m	At the end of near field	Στο πέρας του κοντινού πεδίου	Σε απόσταση x=400 m
0.50	26.53	0.59	0.20	0.16	52.20	151.79	231.70
0.60	17.05	0.75	0.20	0.15	25.90	126.82	195.59
0.70	11.60	0.95	0.20	0.16	22.27	105.31	164.70
0.80	8.32	1.16	0.21	0.18	15.69	88.91	141.64
0.90	6.38	1.43	0.22	0.19	11.80	79.04	127.47

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

) IGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D	
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	158 από 186
•			•



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Δ-94 Μεταβολή συγκέντρωσης (mg/L) ολικών αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες ταχύτητες ρεύματος

Από τον Πίνακας Δ-30, το Σχήμα Δ-94, το Σχήμα Δ-95 και τους υπολογισμούς, όταν η ταχύτητα ρεύματος αυξάνεται από 0.50 m/s σε 0.90 m/s, παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- Το μήκος του κοντινού πεδίου μειώνεται από 26.53 m μέχρι 6.38 m.
- Το πάχος του στρώματος πυθμένα (BV) στο πέρας του κοντινού πεδίου αυξάνεται από 0.59 m σε 1.43 m. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, το BV προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 0.16 m μέχρι 0.19 m.
- Το ημι-πλάτος του στρώματος πυθμένα (BH) στο πέρας του κοντινού πεδίου μειώνεται από 52.20 m σς 11.80 m. Μακριά από το σημείο βυθοκόρησης, το BH προσεγγίζει τιμές που κυμαίνονται από 231.70 m μέχρι 127.47 m.
- Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στην υδάτινη στήλη μειώνεται. Συνεπώς, η μείωση της ταχύτητας του ρεύματος οδηγεί σε ευνοϊκότερες συνθήκες.

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
		Αναθ.:	00	
		Σελ.:	159 από 186	





Σχήμα Δ-95 Καμπύλες ίσων συγκεντρώσεων ιζημάτων (% της αρχικής) στο στρώμα πυθμένα για ταχύτητες ρεύματος από 0.50 m/s μέχρι 0.90 m/s

9Δ.7.5.2 Επίδραση της σύνθεσης των στερεών

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για τη διερεύνηση της επίδρασης της σύνθεσης των ιζημάτων στη συγκέντρωση αιωρούμενων ιζημάτων (SSC) αυξάνοντας τη σύνθεση των χαλίκων από 20% σε 50 %, όπως φαίνεται στον Πίνακας Δ-31. Οι υπολογισθείσες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων (mg/L) φαίνονται στον Πίνακας Δ-32.

Από τον Πίνακας Δ-32, τον Πίνακας Δ-33 και τους υπολογισμού, όταν το ποσοστό των χαλίκων αυξάνεται από 20% σε 50 %, τότε:

- Η συγκέντρωση σε απόσταση x=50.0 m μειώνεται από 0.8 mg/L σε 0.5 mg/L.
- Η συγκέντρωση σε απόσταση x=100.0 m είναι 0 mg/L σε όλες τις περιπτώσεις.

<u></u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
	· ·	Σελ.:	160 από 186	

 Η περιοχή που καλύπτεται από σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων ελαττώνεται.

			· /		
Κλάση	Υλικό	C1	C2	С3	C4
1	Χάλικες	20 %	30 %	40 %	50 %
2	Άμμος	80 %	70 %	60 %	50 %
3	Χονδρόκοκκος ιλύς	-	-	-	-
4	Λεπτόκοκκος ιλύς	-	-	-	-
5	Άργιλος	-	-	-	-
Σύνολο	-	100 %	100 %	100 %	100 %

Πίνακας Δ-31 Συνθέσεις ιζημάτων που εξετάστηκαν

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

x(m)	C1	C2	C3	C4
1.1	37.1	32.5	27.8	23.2
4.2	30.7	26.9	23.1	19.2
7.3	20.8	18.2	15.6	13.0
10.4	13.7	12.0	10.3	8.6
13.5	10.1	8.8	7.6	6.3
14.7	8.9	7.8	6.7	5.6
15.9	8.3	7.3	6.3	5.2
17.1	7.8	6.8	5.8	4.9
24.2	5.0	4.4	3.7	3.1
25.4	4.6	4.0	3.5	2.9
26.6	4.3	3.8	3.2	2.7
27.8	4.0	3.5	3.0	2.5
28.9	3.7	3.2	2.8	2.3
30.1	3.4	3.0	2.5	2.1
31.3	3.1	2.7	2.4	2.0

Πίνακας Δ-32 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων για διάφορες συνθέσεις ιζημάτων

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

	ΕΡΓΟ	ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERN	Asprofos	
IGI Poseidon	Ελληνικό	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη			PERM-GREE-ESIA- 07_0_Annex9D
	Περιβαλλοντικά	ων και Κοινωνικων Επ	ιπτωσεων	Σελ.:	161 από 186
			l		
x(m)	C1	C2	C3		C4
32.5	2.9	2.5	2.2		1.8
52.6	0.6	0.6	0.5		0.4

78.7	0.1	0.1	0.1	0.1
127.3	0.0	0.0	0.0	0.0
128.5	0.0	0.0	0.0	0.0

0.3

0.2

0.2

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Πίνακας Δ-33 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων σε απόσταση x=50 m και x=100 m

x(m)	C1	C2	С3	C4
50.0	0.8	0.7	0.6	0.5
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

9Δ.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

0.3

9Δ.8.1 Συμπεράσματα

62.1

Σε αυτή την ενότητα, περιγράφονται τα κύρια συμπεράσματα, με βάση τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν με το μοντέλο CORMIX για:

- τα 8 σενάρια που εξετάζονται για τις ελάχιστες και μέγιστες ταχύτητες ρεύματος στις 4 θέσεις διερεύνησης LF2, LF3, LF4 και LF5, και
- 2. τα επιπλέον 32 σενάρια που εξετάστηκαν στην ανάλυση ευαισθησίας.

9Δ.8.1.1 Συμπεριφορά της ροής του πλουμίου ιζημάτων

Στον Πίνακας Δ-35 συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά της ροής του πλουμίου ιζημάτων, που είναι τα ακόλουθα:

 Αρχικά, η ροή του πλουμίου οδηγείται προς την επιφάνεια εξαιτίας της αρχικής ορμής (τύπου jet) και ο άξονάς του ανέρχεται μέχρι ένα μέγιστο ύψος επηρεαζόμενη ασθενώς από το ρεύμα του περιβάλλοντος ρευστού. Το μέγιστο ύψος ανύψωσης είναι ίσο με περίπου 1.2 m και 2.7 m, για τη μέγιστη και ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος, αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη τιμή ανύψωσης

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Eγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	162 από 186	

στην περίπτωση της ελάχιστης ταχύτητας του ρεύματος οφείλεται στην ασθενή επιρροή του ρεύματος.

- 2. Στη συνέχεια, το πλούμιο επηρεάζεται έντονα από τη βαρύτητα και κατέρχεται γρήγορα προσκρούοντας στον πυθμένα της θάλασσας με γωνία που κυμαίνεται από 20.2° μέχρι 32.5° για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ είναι σταθερή (περίπου 57°) για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος. Το μήκος του κοντινού πεδίου κυμαίνεται από 6.7 m μέχρι 13.5 m για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος.
- 3. Μετά την πρόσκρουση, η ροή εξαπλώνεται εγκάρσια στη ροή του περιβάλλοντος ρευστού προς τα κατάντη. Το μισό πλάτος (BH) της ροής αυξάνεται σταθερά και το πάχος (BV) της ελαττώνεται. Στο τέλος του κοντινού πεδίου, το BH κυμαίνεται από 12.4 m μέχρι 26.0 m για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος είναι σχεδόν σταθερό και περίπου ίσο με 350.0 m. Επιπρόσθετα, το BV για τη μέγιστη ταχύτητα κυμαίνεται από 0.9 m μέχρι 1.4 m ενώ για την ελάχιστη ταχύτητα είναι ίσο περίπου με 0.28 m.
- 4. Ο ρυθμός ανάμιξης (αραίωση) είναι σχετικά μικρός σε όλα τα σενάρια. Έτσι, η αραίωση σε απόσταση 1200 m από την πηγή είναι επίσης μικρή και κυμαίνεται από 3.3 μέχρι 3.9 για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ είναι σταθερή και ίση με 4.7 για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος. Συνεπώς, οι δυσμενέστερες συνθήκες αντιστοιχούν στην περίπτωση της μέγιστης ταχύτητας ρεύματος.

5.	Τα χαρακτηριστικά της ροής για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος (η οποία πρακτικά είναι ίση
	με μηδέν) είναι σχεδόν ίδια για όλες τις θέσεις διερεύνησης.

Περιοχή διερεύνησης	LF2		LF3		LF4		LF5	
Ταχύτητα ρεύματος	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Μήκος κοντινού πεδίου (m)	6.69	174.87	13.46	175.29	11.63	175.64	11.23	175.71
ΒΗ στη θέση πρόσκρουσης (m)	9.68	292.99	20.27	293.69	17.43	294.29	16.79	294.41
ΒΗ στο πέρας του κοντινού πεδίου (m)	12.41	348.70	26.00	349.53	22.35	350.25	21.54	350.39
BH σε απόσταση x=1200 m	143.24	611.97	192.50	609.92	180.02	608.43	177.13	608.29
BV στη θέση πρόσκρουσης (m)	1.38	0.12	0.90	0.12	1.00	0.12	1.03	0.12
BV στο πέρας του κοντινού πεδίου	1.38	0.28	0.87	0.28	0.94	0.28	0.96	0.28
BV σε απόσταση x=1200 m	0.18	0.21	0.15	0.21	0.16	0.21	0.16	0.21

Πίνακας Δ-34 Χαρακτηριστικά ροής του πλουμίου ιζημάτων

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	163 από 186	

Περιοχη διερεύνησης	LF2	LF2		LF3		LF4		LF5	
Ταχύτητα ρεύματος	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
Αραίωση στο πέρας του κοντινού πεδίου	2.1	2.7	2.1	2.7	2.1	2.7	2.1	2.7	
Αραίωση σε απόσταση x=1200 m	3.9	4.7	3.3	4.7	3.4	4.7	3.4	4.7	

9Δ.8.1.2 Συγκεντρώσεις ιζημάτων

Στον Πίνακας Δ-35 συνοψίζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων ιζημάτων σε διάφορες αποστάσεις από την εκροή (x=0 m) στο κοντινό πεδίο και στο στρώμα πυθμένα.

Περιοχή διερεύνησης	LF2		LF3		LF4		LF5	
x(m)	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
50	108.8	173.7	110.0	173.7	111.5	173.7	111.8	173.7
100	106.0	115.3	107.3	115.3	108.8	115.3	109.0	115.3
400	91.0	69.8	96.3	69.8	96.8	69.8	96.8	69.8
600	81.3	64.0	89.3	64.0	89.3	64.0	89.0	64.0
1200	63.8	53.5	75.0	53.5	74.0	53.5	73.5	53.5

Πίνακας Δ-35 Συγκεντρώσεις (mg/L) ιζημάτων στο κοντινό πεδίο και στο στρώμα πυθμένα

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Από τον Πίνακας Δ-35, παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- 1. Η κατανομή της συγκέντρωσης των ιζημάτων για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος είναι πρακτικά η ίδια σε όλες τις θέσεις διερεύνησης.
- 2. Σε αποστάσεις μικρότερες από x=100 m από την πηγή εκροής, η συγκέντρωση των ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος κυμαίνεται από 106.0 mg/L μέχρι 111.8 mg/L. Αυτές οι τιμές είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος που κυμαίνονται από 115.3 mg/L μέχρι 173.7 mg/L.
- 3. Σε μεγάλη απόσταση από τη θέση εκροής, π.χ. στη θέση x = 1200 m, η συγκέντρωση ιζημάτων για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος κυμαίνεται από 63.8 mg/L μέχρι 75.0 mg/L. Αυτές οι τιμές είναι μικρότερες από την αντίστοιχη τιμή για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος που είναι ίση με

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		<u></u>	164 από 186	

53.5 mg/L.

9Δ.8.1.3 Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Ιζημάτων (SSC)

Στον Πίνακας Δ-36 συνοψίζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων ιζημάτων σε διάφορες αποστάσεις από την εκροή (x=0 m).

Περιοχή διερεύνησης	LF2 LF3		LF4		LF5			
x(m)	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
10	6.8	21.6	14.6	115.1	38.8	147.0	35.0	153.1
20	4.7	2.5	6.2	13.2	27.7	23.3	23.7	36.7
30	3.1	0.0	3.4	0.0	23.1	8.2	18.2	7.4
40	1.9		1.7		19.9	7.9	15.0	6.7
50	1.2		0.8		18.2	7.6	13.1	5.4
75	0.3		0.1		16.2	6.9	11.1	4.4
100	0.1		0.0		15.2	5.4	10.4	3.9
150	0.0				13.9	4.4	9.6	3.1
200					12.7	2.3	8.9	2.7
300					10.7	2.0	7.8	2.3

Πίνακας Δ-36 Συγκεντρώσεις (mg/L) αιωρούμενων ιζημάτων στην υδάτινη στήλη

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Από τον Πίνακας Δ-36, διαπιστώνονται τα ακόλουθα:

- Σε αποστάσεις μικρότερες από 20 m από την πηγή εκροής, οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων για τη μέγιστη ταχύτητα εκροής είναι χαμηλότερες της τιμής κατωφλίου των 35 mg/L για όλες τις τοποθεσίες. Για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος, οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι χαμηλότερες της τιμής κατωφλίου των 35 mg/L εκτός από την περιοχή διερεύνησης LF5, στην οποία η συγκέντρωση αιωρούμενων ιζημάτων είναι ελαφρώς υψηλότερη της τιμής κατωφλίου (36.7 mg/L).
- 2. Σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 50 m από τη θέση εκσκαφής, οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων κυμαίνονται από 0.8 μέχρι 18.2 mg/L για τη μέγιστη ταχύτητα ρεύματος, ενώ για την ελάχιστη ταχύτητα ρεύματος, οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 0.0 mg/L (για τις τοποθεσίες LF2 και LF3) μέχρι 7.6 mg/L.

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	165 από 186	

Σημειώνεται, ότι η διάρκεια των πιθανών επιπτώσεων διαρκεί όσο διαρκεί η διαδικασία εκσκαφής και η αύξηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων ιζημάτων δεν παραμένει στην υδάτινη στήλη μετά το πέρας της διαδικασίας εκσκαφής.

9Δ.8.1.4 Ανάλυση ευαισθησίας

Οι υπολογισμοί της ανάλυσης ευαισθησίας έδειξαν ότι όταν η ταχύτητα του ρεύματος αυξάνεται, παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- 1. Το μήκος του κοντινού πεδίου μειώνεται.
- Το αρχικό πάχος του στρώματος πυθμένα αυξάνεται και το αρχικό πλάτος του στρώματος πυθμένα ελαττώνεται
- Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στην υδάτινη στήλη ελαττώνεται. Συνεπώς, η ελάττωση της ταχύτητας του ρεύματος οδηγεί σε ευνοϊκότερες συνθήκες.

Επιπρόσθετα, επαληθεύτηκε ότι όταν αυξάνεται το ποσοστό των βαρειών υλικών, όπως π.χ. των χαλικιών, τότε μειώνονται οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων και μειώνεται η περιοχή που καλύπτεται από σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων.

9Δ.8.2 Προτεινόμενα μέτρα κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης

Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, προτείνεται να ληφθούν όλα τα διαθέσιμα μέτρα ώστε να ελαττωθούν οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων ιζημάτων. Ορισμένα ενδεικτικά μέτρα είναι τα ακόλουθα:

- (I) Χρήση βυθοκόρων με τρυπάνι (auger dredgers) που χρησιμοποιούν ειδικό εξοπλισμό για τη μετακίνηση υλικού προς την κεφαλή αναρρόφησης και χρήση άντλησης με δράση εμβόλου ώστε να καταστεί δυνατή η μεταφορά υλικού υψηλής πυκνότητας.
- (II) Χρήση βυθοκόρων με δίσκους κοπής (disc-cutter dredgers) που η κεφαλή κοπής κείται οριζόντια και περιστρέφει τις κάθετες λεπίδες με αργό ρυθμό.
- (III) Χρήση βυθοκόρων αναρρόφησης (scoop/sweep dredgers) που χρησιμοποιούν ειδικό εξοπλισμό ώστε να ξύσουν το υλικό προς την είσοδο αναρρόφησης.
- (IV) Κατά τη χρήση βυθοκόρου με χοάνη αναρρόφησης (trailing suction hopper dredger): βελτιστοποίηση της ταχύτητα έλξης, του στομίου αναρρόφησης και της παροχής αναρρόφησης και μείωση ή ακόμα και εξάλειψη της υπερχείλισης.
- (V) Κατά τη χρήση βυθοκόρου με κεφαλή κοπής (cutter suction dredger): βελτιστοποίηση της ταχύτητας κοπής, της ταχύτητας ταλάντωσης και παροχής αναρρόφησης και χρήση ειδικής σχεδίασης κεφαλής κοπής.
- (VI) Κατά τη χρήση βυθοκόρου αρπάγης (grab dredger), χρησιμοποίηση στεγανού δοχείου (grab/clamshell), χρήση εσχάρα ιλύος, περιορισμός του χρόνου παραμονής της αρπάγης

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ. Εγγ.: ΡΕR Α09_0007 Αναθ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00
		Σελ.:	166 από 186

άνωθεν του νερού και περιορισμός του συρσίμου της αρπαγής επί του πυθμένα.

(VII) Κατά τη χρήση βυθοκόρου τύπου backhoe (backhoe dredger), χρησιμοποίηση ειδικού κάδου για τη μείωση των απωλειών ιζημάτων και ιλύος (για ταχύτητες ρεύματος μικρότερες από 0.5 m/s).

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		Σελ.:	167 από 186	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1. Akar P.J. and Jirka G.H. (1994). Buoyant spreading processes in pollutant transport and mixing. Part I: Lateral spreading in strong ambient current, *Journal of Hydraulic Research*, 32, pp. 815–831.https://doi.org/10.1080/00221689409498692.
- 2. Akar P.J. and Jirka G.H. (1995). Buoyant spreading processes in pollutant transport and mixing Part 2: Upstream spreading in weak ambient current, *Journal of Hydraulic Research*, 33, pp. 87–100.https://doi.org/10.1080/00221689509498686
- 3. Bernard W.D. (1978). Prediction and control of dredged material dispersion around dredging and open-water pipeline disposal operations. Technical Report DS-7-13, Dredged Material Research Program. USWES, Environmental Laboratory, Vicksburg, USA
- 4. Bray R. N., Bates A. D. and Land J. M. (1996). *Dredging: A Handbook for Engineers, 2nd Ed.*, ISBN-13: 978-0340545249
- Bridges T., Gustavson K., Schroeder P., Ells S., Hayes D., Nadeau S., Palermo M. and Patmont C. (2010). Dredging Processes and Remedy Effectiveness: Relationship to the 4 Rs of Environmental Dredging. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 6(4), pp. 619-630. <u>https://doi.org/10.1002/ieam.71</u>
- 6. Burt N., Land J.and Otten H. (2007). Measurement of sediment release from a grab dredge in the River Tees, UK, for the calibration of turbidity prediction software. WODCON 2007 Conference Proceedings, Orlando (FL, USA), pp. 1173-1190
- 7. Chen C.J. and Rodi W. (1980). Vertical Buoyant Jets: A Review of Experimental Data, Pergamon Press, Oxford <u>https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1980STIA...8023073C/abstract</u>
- 8. Clarke D., Reine K., Dickerson C., Zappala, S., Pinzon R. and Gallo J. (2007). Suspended sediment plumes associated with navigation dredging in the Arthur Kill Waterway, New Yersey. WODCON XVIII, Orlando, USA.
- 9. Doneker R. L., Nash J. D. and Jirka G. H. (2004).Pollutant transport and mixing zone simulation of sediment density currents, *Journal of Hydraulic Engineering*, 130(4), pp. 349–359, https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2004)130:4(349)
- 10. Doneker R.L. and Jirka G.H. (2007).CORMIX User Manual: A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges Into Surface Waters, MixZon, Portland, Ore, USA <u>http://www.cormix.info</u>
- 11. Erftemeijer P.L.A. and Lewis R.R.R. (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 52(12),pp. 1553–1572. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.09.006
- 12. European Dredging Association, Types of Dredgers, (2018). Available online: <u>https://www.european-dredging.eu/Types of dredger</u>.
- 13. Fischer H. B., List E. J., Koh. R. C. Y., Imberger J. and Brooks N. H. (1979). Mixing in Inland and Coastal Waters. Academic Press, New York, 483 pp.
- 14. Fissel D. B. and Lin Y. (2018). Modeling the Transport and Fate of Sediments Released from Marine Construction Projects in the Coastal Waters of British Columbia, Canada. *Journal of*

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
	•••	Σελ.:	168 από 186	

Marine Science and Engineering. 6(3):103. https://doi.org/10.3390/jmse6030103

- 15. Hayes D.F., Raymond G.L. and Mc Lellan T.N. (1984). Sediment resuspension from dredging activities, pp. 72-82. Dredging and dredged material disposal, Vol. I, ed. by R.L. Montgomery and J.W. Leach. Proc. Of Conf. Dredging, Florida, USA.
- 16. Herbich B.(1992). Handbook of Dredging Engineering, McGraw-Hill.
- 17. IMO (2006). International Regulations (MARPOL 73/78). "Revised Guidelines on Implementation of Effluent Standards and Performance Tests for Sewage Treatment Plants." Annex 26. Resolution MEPC.159(55). Adopted on 13 October 2006. MEPC 55/23.
- 18. Je C.H. and Hayes D.F. (2004). Development of a two-dimensional analytical model for predicting toxic sediment plumes due to environmental dredging operations. *Environ. Sci. Health Part A* 39,pp. 1935–1947. <u>https://doi.org/10.1081/ESE-120039366</u>
- 19. Je C.H., Hayes D.F.and Kim K. (2007).Simulation of resuspended sediments resulting from dredging operations by a numerical flocculent transport model. *Chemosphere*, 70, pp. 187-195. <u>https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.06.033</u>.
- 20. Jensen A. and Mogensen B. (2000). Effects, ecology and economy. Environmental aspects of dredging Guide No. 6. International Association of Dredging Companies (IADC) and Central Dredging Association (CEDA), 119 pp.
- Jirka G.H., Doneker R.L. and Hinton S.W. (1996)."User's Manual for CORMIX:A Hy-drodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters", U.S. Environmental Protection Agency ,Tech. Rep., Environmental Research Lab, Athens, Georgia, USA
- 22. Jones R., Wakeford M., Currey-Randall L., Miller K. and Tonin H. (2021). Drill cuttings and drilling fluids (muds) transport, fate and effects near a coral reef mesophotic zone, *Marine Pollution Bulletin*, 172 <u>https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112717</u>
- 23. Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Appendix D2: Extreme Current conditions, Dec. 2020.
- 24. Kuo A.Y. and Hayes D.F. (1991) Models for turbidity induced by bucket dredge. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering,* ASCE 1991,117 (6),pp. 610–623. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-950X(1991)117:6(610).
- 25. <u>Van Rijn, L. C. (2019). Turbidity due to dredging and dumping of sediments. www.leovanrijn-</u> sediment.com (last access 15th November 2021)
- 26. Lee H. W. J. and Jirka H.G. (1981). Vertical Round Buoyant Jet in Shallow Water, *Journal of the Hydraulics Division*, 107(12) <u>https://doi.org/10.1061/JYCEAJ.0005783</u>
- 27. Macinnis-Ng. C.M.O and Ralph P.J. (2003). In situ impact of petrochemicals on the photosynthesis of the seagrass Zostera capricorni. *Marine Pollution Bulletin*, 46(11), pp. 1395-1407.
- Marine Strategy Framework (2008/56/EC). Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). Official Journal L 164, 25/06/2008 P. 19 – 40. <u>http://data.europa.eu/eli/dir/2008/56/oj</u>

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00	
		<u></u> Σελ.:	169 από 186	

- 29. Nash J.D., Jirka G.H. and Chen D. (1995). Large scale planar laser induced fluorescence in turbulent density-stratified flows. *Experiments in Fluids*, 19, pp. 297–304. https://doi.org/10.1007/BF00203413
- Newell R.C., Seiderer L.J. and Hitchcock D.R. (1998). The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the seabed. Oceanography and Marine Biology – an annual. Review 36, pp. 127– 178.
- 31. Orpin A.R., Ridd P.V., Thomas S., Anthony K.R.N., Marshall, P. and Oliver J. (2004). Natural turbidity variability and weather forecasts in risk management of anthropogenic sediment discharge near sensitive environments. *Marine Pollution Bulletin* 49(7-8), pp. 602–612. doi:10.1016/j.marpolbul.2004.03.020.
- 32. Pennekamp J.G.S., Epskamp R.J.C., Rosenbrand W.F., Mullie A., Wessel G.L., Arts T. and Deibel I.K. (1996). Turbidity caused by dredging: viewed in perspective. *Terra et Aqua* 64, pp. 10– 17.<u>https://www.iadc-dredging.com/wp-content/uploads/2017/02/article-turbidity-caused-by-dredging-viewed-in-prespective-64-2.pdf</u>
- 33. Papakostantis I.G., Christodoulou G.C. and Papanicolaou P.N. (2011). Inclined negatively buoyant jets 1: Geometrical Characteristics. Journal of Hydraulic Research 49 (1), pp:3-12. https://doi.org/10.1080/00221686.2010.537153
- 34. Purnama A., Baawain M.S. and Shao D. (2016). Simulation of Sediment Discharges during an Outfall Dredging Operation, *International Journal of Oceanography*, 8097861, http://dx.doi.org/10.1155/2016/8097861.
- 35. Purnama A., Baawain M.S. and Shao D. (2015). CORMIX Simulations of Dredged Sediment Discharges in Coastal Waters, 5th International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC2015) November 2-4, Muscat, Oman.
- 36. Schatzmann M. (1978). The integral equations for round buoyant jets in stratified flows. *Journal* of Applied Mathematics and Physics (ZAMP) 29, pp. 608–630. https://doi.org/10.1007/BF01601488
- 37. Schroeder, P. and C.K. Ziegler, 2004. Understanding, predicting, and monitoring contaminant releases during dredging. Paper presented at "Addressing Uncertainty and Managing Risk at Contaminated Sediment Sites", USACE/USEPA/SMWG Joint Sediment Conference, US Army Corps of Engineers, October 2004. Available at http://el.erdc.usace.army.mil/workshops/04octccs/agenda.pdf
- Schroeder P. R., Palermo M. R., Myers T. E. and Lloyd C. M. (2004). The automated dredging and disposal alternatives modeling system (ADDAMS). ERDC TN EEDP-06-12. Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center. http://el.erdc.usace.army.mil/eedp. https://erdc-library.erdc.dren.mil/jspui/bitstream/11681/8867/1/EEDP-06-12.pdf
- 39. Stamou A.I., Matsoukis K., Douka Eis., Papagrigoriou S. and Bekiaris Y. (2009). Modeling the fate of sediment plumes during marine dredging operations, 11th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST2009), A-1410-1416, Sep 2009.

	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D _00 _170 από 186

- 40. Shao D., Purnama A. and Sun T. (2015). Modelling the temporal evolution of dredging-induced turbidity in the far field. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering 141(5). http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)WW.1943-5460.0000379.
- 41. Stern E. M. and Stickle W. B. (1978). Effects of turbidity and suspended material in aquatic environments: literature review. U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Technical Report D-78-21, Vicksburg, Mississippi. https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA056035
- 42. Stuber L.M. (1976). Agitation dredging: Savannah Harbour, pp. 337-390. Dredging: Environmental effects and Technology. Proc. WODCON VII, San Francisco, USA
- 43. Sosnowski R.A. (1984). Sediment resuspension due to dredging and storms: an analogous pair. Dredging and dredged material disposal, Vol. I pp. 609-618, ed. by R.L. Montgomery and J.W. Leach. Proc. of Conf. Dredging, Florida, USA
- 44. USEPA, (1999). "Review of the D-CORMIX model". *Science Advisory Board Report EPA-SAB-EC-*99-011, Washington DC, USA. <u>http://www.epa.gov/science1/ec99011.pdf</u>
- 45. Water Framework (2000/60/EC). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal L 327, 22/12/2000 P. 0001 0073. http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj
- 46. Wakeman T.H., Sustar J.F. and Dickson W.J. (1975). Impact of three dredge types compared in San Francisco District, pp. 9-14. World Dredging and Marine Construction
- 47. Willoughby M.A. and Crabb D.J. (1983). The behaviour of dredge generated sediment plumes in Moreton Bay, pp. 182-186. Sixth Australian Conference on Coastal and Ocean Engineering, Gold Coast, 13-15 July
- 48. World Bank Group (The World Bank, International Finance Corporation, and Multilateral Investment Guarantee Agency). 2015. "Environmental, Health, and Safety Guidelines Offshore Oil and Gas Development". June 5, 2015





Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων
 Αρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA

 Α09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 171 από 186

Προσάρτημα 1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΣΕΩΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

1.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ LF2

Tα χαρακτηριστικά της περιοχής διερεύνησης ελήφθησαν από το Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Dec. 2020, p. 15 and p. 10.

Αυτά τα δεδομένα παρουσιάζονται στα Σχήματα Ι.1-1 και Ι.1-2 και στον Πίνακα Ι.1-1. Ο Πίνακας Ι.1-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.1-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Ι.1-1: Θέσεις σημείων κατά μήκος της όδευσης OSS4 (p.15)

٢	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.: PER Α09_0007_	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σεγ	172 από 186

Πίνακας Ι.1-1: Δεδομένα βαθυμετρίας κατά μήκος της όδευσης OSS3 στην περιοχή διερεύνησης LF2

Όνομα	KP (m)	Γεωγ. μήκος (deg)	Γεωγ. πλάτος (deg)	ΕΓΣΑ (x)	ΕΓΣΑ (x)	Βάθος (m)
S3_01	160	26.13414	34.99892	694613.5939	3874715.3759	-10.0
S3_02	240	26.13446	34.99828	694644.3194	3874645.0095	-20.0
S3_03	340	26.13490	34.99744	694686.4727	3874552.6927	-30.4
S3_04	420	26.13530	34.99674	694724.6437	3874475.8273	-40.2
S3_05	510	26.13575	34.99603	694767.4028	3874397.9504	-50.4
S3_06	600	26.13620	34.99540	694809.9729	3874328.9474	-76.0
S3_07	640	26.13648	34.99508	694836.2904	3874293.9988	-97.9
S3_08	690	26.13683	34.99468	694869.1875	3874250.3132	-125.2
S3_09	740	26.13718	34.99432	694901.9899	3874211.0645	-150.7

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Ι.1-2: Θέσεις σημείων κατά μήκος της όδευσης OSS3 στην περιοχή διερεύνησης LF2 (σε Google Earth)

<u>(</u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D 00 173 από 186

I.2 Χαρακτηριστικά της περιοχής διερεύνησης LF3

Tα χαρακτηριστικά της περιοχής διερεύνησης ελήφθησαν από το Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Dec. 2020, p. 15 and p. 10.

Αυτά τα δεδομένα παρουσιάζονται στα Σχήματα Ι.2-1 και Ι.2-2 και στον Πίνακα Ι.2-1. Ο Πίνακας Ι.2-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.2-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Ι.2-1: Θέσεις σημείων κατά μήκος της όδευσης OSS3 (p.15)

Πίνακας Ι.2-1: Δεδομένα βαθυμετρίας κατά μήκος της όδευσης OSS3 στην περιοχή διερεύν	ησης LF3
(p.10)	

Όνομα	KP (m)	Γεωγ. μήκος (deg)	Γεωγ. πλάτος (deg)	ΕΓΣΑ (x)	ΕΓΣΑ (x)	Βάθος (m)
S3_38	426730	23.07716	36.60601	417317.4586	4051275.3517	-150.3
S3_39	426900	23.07539	36.60550	417158.6111	4051220.2990	-124.5
S3_40	427150	23.07274	36.60475	416920.7991	4051139.3851	-100.1
S3_41	427250	23.07169	36.60445	416826.5674	4051107.0128	-73.8
S3_42	427730	23.06666	36.60301	416375.1395	4050951.6309	-50.1
S3_43	427850	23.06539	36.60260	416261.1080	4050907.2535	-40.0

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

iGI Poseidon		ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED			ERM			
		Ελληνικό Τμήμα FastMed - Μελέτη				Αρ.Εγγ.: PERM-GREE-ESIA- A09 0007 0 Annex9D		
			Περιβαλλοντικών και Κρινωνικών Επιπτώσεων				Αναθ.:	00
						Σελ.:	174 από 186	
0000	КР	Γεωγ	ν. μήκος	Γεωγ. πλάτος	εγσα	εγσα		Βάθος

Όνομα	(m)	(deg)	(deg)	(x)	(x)	(m)
S3_44	427950	23.06434	36.60225	416166.8171	4050869.3418	-29.7
S3_45	428170	23.06202	36.60159	415958.5988	4050798.1506	-20.3
S3_46	428310	23.06058	36.60117	415829.3469	4050752.8180	-10.0



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Ι.2-2: Θέσεις σημείων κατά μήκος της όδευσης OSS3 στην περιοχή διερεύνησης LF3 (σε Google Earth)

I.3 Χαρακτηριστικά της περιοχής διερεύνησης LF4

Tα χαρακτηριστικά της περιοχής διερεύνησης ελήφθησαν από το Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Dec. 2020, p. 16 and p. 11.

iGI Poseidon	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM		
	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Aρ.Εγγ.:PERM-GREE-ESIA- A09_0007_0_Annex9D		
		Αναθ.: Σελ.:	00 175 από 186	

Αυτά τα δεδομένα παρουσιάζονται στα Σχήματα Ι.3-1 και Ι.3-2 και στον Πίνακα Ι.3-1. Ο Πίνακας Ι.3-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.3-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.: PER Α09_0007_	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σεγ.	176 από 186

Πίνακας Ι.3-1: Δεδομένα βαθυμετρίας κατά μήκος της όδευσης OSS4 στην περιοχή διερεύνησης LF4

	(().11)						
Όνομα	KP (m)	Γεωγ. μήκος (deg)	Γεωγ. πλάτος (deg)	ΕΓΣΑ (x)	ΕΓΣΑ (x)	Βάθος (m)	
S4_01	360	21.48924	38.18334	279945.2383	4228849.2997	-10.0	
S4_02	930	21.49172	38.18814	280176.9089	4229376.1251	-19.9	
S4_03	1390	21.49366	38.19192	280285.4600	4229623.3496	-30.0	
S4_04	1900	21.49590	38.19620	280358.1917	4229791.0350	-40.1	
S4_05	2570	21.49875	38.20176	280567.2335	4230260.7285	-50.0	

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Ι.3-2: Θέσεις σημείων κατά μήκος της όδευσης OSS4 στην περιοχή διερεύνησης LF4 (σε Google Earth)

I.4 Χαρακτηριστικά της περιοχής διερεύνησης LF5

Tα χαρακτηριστικά της περιοχής διερεύνησης ελήφθησαν από το Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Dec. 2020, p. 16 and p. 11.

١	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αρ.Εγγ.:ΡΕR Α09_0007 Αναθ.: Σελ.:	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D 00 177 από 186

Αυτά τα δεδομένα παρουσιάζονται στα Σχήματα Ι.4-1 και Ι.4-2 και στον Πίνακα Ι.4-1. Ο Πίνακας Ι.4-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.4-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Ι.4-1: Θέσεις σημείων κατά μήκος της όδευσης OSS4 (p.16)

٢	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007_	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	178 από 186

Πίνακας I.4-1: Δεδομένα βαθυμετρίας κατά μήκος της όδευσης OSS4 στην περιοχή διερεύνησης LF5

Όνομα	KP (m)	Γεωγ. μήκος (deg)	Γεωγ. πλάτος (deg)	ΕΓΣΑ (x)	ΕΓΣΑ (x)	Βάθος (m)
S4_10	12470	21.54128	38.28443	284801.9748	4239946.1106	-50.0
S4_11	13050	21.54375	38.28930	285032.4060	4240480.8479	-39.9
S4_12	13710	21.54664	38.29478	285301.3423	4241082.3146	-30.0
S4_13	14550	21.55020	38.30180	285633.3705	4241853.1475	-20.0
S4_14	15620	21.55478	38.31076	286060.2368	4242836.9362	-10.0

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Σχήμα Ι.4-2: Θέσεις σημείων κατά μήκος της όδευσης OSS4 στην περιοχή διερεύνησης LF5 (σε Google Earth)



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED



Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων
 Αρ. Εγγ.: PERM-GREE-ESIA

 A09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 179 από 186

Προσάρτημα 2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι φυσικές ιδιότητες περιβάλλοντος ελήφθησαν από το Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020a), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore; Appendix E:Air and seawater properties, Dec. 2020.

	Θερμοκρασία Πυθμένα (°)			Αλατότητα Πυθμένα (psu)			Πυκνότητα Πυθμένα (kg/m³)		
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max
Ιανουάριος	15.29	16.90	19.16	38.79	38.98	39.18	1028.07	1028.64	1029.04
Φεβρουάριος	14.87	16.06	17.42	38.82	38.99	39.21	1028.52	1028.85	1029.12
Μάρτιος	14.78	15.88	16.87	38.85	38.98	39.11	1028.64	1028.89	1029.11
Απρίλιος	15.04	16.37	18.82	38.73	38.99	39.13	1028.24	1028.78	1029.07
Μάιος	16.20	18.59	21.68	38.83	39.02	39.14	1027.44	1028.24	1028.92
Ιούνιος	18.19	21.70	25.76	38.81	39.06	39.18	1026.28	1027.43	1028.41
Ιούλιος	21.65	24.54	26.70	39.0	39.15	39.40	1026.04	1026.67	1027.51
Αύγουστος	23.28	25.72	27.75	39.02	39.21	39.48	1025.70	1026.34	1026.96
Σεπτέμβριος	22.42	25.14	27.16	39.0	39.22	39.46	1025.91	1026.53	1027.22
Οκτώβριος	19.78	23.53	26.38	38.99	39.16	39.32	1026.18	1026.97	1028.05
Νοέμβριος	18.63	20.91	23.68	38.87	39.06	39.23	1026.86	1027.65	1028.22
Δεκέμβριος	16.55	18.37	21.18	38.85	38.99	39.22	1027.58	1028.28	1028.73
Ετήσια	14.78	20.34	27.75	38.73	39.07	39.48	1025.7	1027.76	1029.12

Πίνακας ΙΙ-1: Ιδιότητες ύδατος στο S3_02; LF2

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

	Θερμοκρασία Πυθμένα (°)			Αλατότι (psu)	ητα Πυθμένα		Πυκνότητα Πυθμένα (kg/m³)		
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max
Ιανουάριος	13.79	16.12	18.42	38.25	38.60	39.01	1028.02	1028.58	1029.24
Φεβρουάριος	13.33	14.97	16.74	38.34	38.57	38.72	1028.42	1028.82	1029.23
Μάρτιος	13.29	15.01	17.61	38.28	38.57	38.69	1028.24	1028.82	1029.25

Πίνακας ΙΙ-2: Ιδιότητες ύδατος στο S3_45; LF3

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων



	Θερμοκρασία Πυθμένα (°)			Αλατότητα Πυθμένα (psu)			Πυκνότητα Πυθμένα (kg/m³)		
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max
Απρίλιος	14.26	16.19	19.89	38.35	38.58	38.67	1027.61	1028.55	1028.97
Μάιος	15.32	18.55	23.34	38.28	38.57	38.67	1026.60	1027.95	1028.76
Ιούνιος	17.75	21.00	25.24	38.35	38.58	38.66	1026.01	1027.30	1028.13
Ιούλιος	20.77	23.18	27.81	38.50	38.61	38.75	1025.32	1026.70	1027.43
Αύγουστος	22.14	24.83	28.13	38.53	38.65	38.82	1025.19	1026.23	1026.96
Σεπτέμβριος	23.19	25.00	27.62	38.28	38.68	38.84	1025.39	1026.20	1026.73
Οκτώβριος	21.13	23.61	26.14	38.12	38.70	38.84	1025.91	1026.64	1027.38
Νοέμβριος	18.73	21.29	24.18	38.36	38.74	38.91	1026.51	1027.34	1028.16
Δεκέμβριος	15.83	18.48	21.27	38.18	38.68	39.00	1027.31	1028.05	1028.96
Ετήσια	13.29	19.93	28.14	38.12	38.63	39.01	1025.19	1027.58	1029.25

	Θερμοκρασία Πυθμένα (°)			Αλατότ (psu)	ητα Πυθμένα		Πυκνότητα Πυθμένα (kg/m³)			
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	
Ιανουάριος	13.64	16.06	18.35	38.32	38.61	39.01	1028.00	1028.59	1029.28	
Φεβρουάριος	13.25	14.86	16.53	38.36	38.57	38.76	1028.45	1028.84	1029.26	
Μάρτιος	12.97	14.84	17.34	38.35	38.57	38.70	1028.30	1028.85	1029.32	
Απρίλιος	13.57	15.98	19.11	38.40	38.58	38.69	1027.82	1028.59	1029.15	
Μάιος	14.61	18.34	22.42	38.35	38.57	38.67	1026.89	1028.00	1028.89	
Ιούνιος	17.07	21.10	24.87	38.40	38.57	38.68	1026.15	1027.27	1028.30	
Ιούλιος	21.18	23.42	27.33	38.50	38.61	38.74	1025.50	1026.64	1027.31	
Αύγουστος	22.47	25.08	27.79	38.53	38.64	38.82	1025.33	1026.16	1026.86	
Σεπτέμβριος	23.27	25.19	27.49	38.41	38.67	38.82	1025.43	1026.15	1026.75	
Οκτώβριος	21.25	23.71	26.14	38.29	38.70	38.83	1025.88	1026.61	1027.36	
Νοέμβριος	18.41	21.34	24.22	38.44	38.74	38.91	1026.49	1027.33	1028.18	
Δεκέμβριος	15.63	18.48	21.31	38.33	38.68	39.01	1027.30	1028.05	1028.99	
Ετήσια	12.97	19.92	27.79	38.25	38.63	39.01	1025.33	1027.58	1029.32	

Πίνακας ΙΙ-3: Ιδιότητες ύδατος στο S4_02; LF04


	Πίνακας ΙΙ-4: Ιδιότητες ύδατος στο S4_13; LF5											
	Θερμοι (°)	Θερμοκρασία Πυθμένα (°)			Αλατότητα Πυθμένα (psu)			Πυκνότητα Πυθμένα (kg/m³)				
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max			
Ιανουάριος	13.68	16.05	18.41	38.28	38.60	39.01	1028.00	1028.59	1029.28			
Φεβρουάριος	13.22	14.85	16.52	38.30	38.56	38.76	1028.45	1028.84	1029.26			
Μάρτιος	13.16	14.87	17.44	38.35	38.57	38.70	1028.28	1028.84	1029.28			
Απρίλιος	14.03	16.05	19.13	38.39	38.58	38.69	1027.81	1028.58	1029.05			
Μάιος	14.86	18.37	22.23	38.35	38.57	38.68	1026.92	1027.99	1028.84			
Ιούνιος	16.92	21.10	25.03	38.40	38.57	38.67	1026.09	1027.27	1028.34			
Ιούλιος	21.21	23.50	27.69	38.50	38.61	38.74	1025.37	1026.61	1027.28			
Αύγουστος	22.62	25.23	27.96	38.53	38.64	38.81	1025.27	1026.11	1026.83			
Σεπτέμβριος	23.46	25.35	27.60	38.40	38.67	38.82	1025.39	1026.10	1026.65			
Οκτώβριος	21.25	23.80	26.29	38.30	38.70	38.83	1025.83	1026.59	1027.36			
Νοέμβριος	18.25	21.35	24.35	38.40	38.74	38.92	1026.45	1027.33	1028.20			
Δεκέμβριος	15.44	18.49	21.33	38.32	38.68	39.01	1027.30	1028.05	1028.98			
Ετήσια	13.16	19.97	27.96	38.19	38.62	39.02	1025.27	1027.56	1029.28			

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.



ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED





 Αρ.Εψ.:PERM-GREE-ESIA

 A09_0007_0_Annex9D

 Αναθ.:
 00

 Σελ.:
 182 από 186

Προσάρτημα 3. ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

III.1 Ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF2

Οι ακραίες ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος για την περιοχή διερεύνησης S3_02 περιέχονται στο Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Appendix D2: Extreme Current conditions, Dec. 2020.

Αυτά τα δεδομένα φαίνονται στον Πίνακα ΙΙΙΙ.1-1. Ο Πίνακας Ι.1-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.1-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.

Ακραία ταχύ	τητα ρει	ύματος στr	γν επιφάν	εια, Uεπιφά	νεια (m/s)	,	_ /		
RP	0	45	90	135	180	225	270	315	Omni-
(yr)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	dir
1	0.31	0.54	0.94	0.52	0.45	0.74	0.62	0.33	0.94
5	0.39	0.61	1.09	0.62	0.50	0.80	0.68	0.41	1.09
10	0.42	0.63	1.15	0.66	0.52	0.83	0.71	0.44	1.15
50	0.49	0.69	1.29	0.75	0.57	0.88	0.76	0.52	1.29
100	0.53	0.72	1.35	0.79	0.59	0.90	0.78	0.55	1.35
Ακραία ταχύ	τητα ρει	ύματος στο	ον πυθμέ\	να,	ας (m/s)				
RP	0	45	90	135	180	225	270	315	Omni-
(yr)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	dir
1	0.20	0.35	0.62	0.34	0.29	0.48	0.41	0.22	0.62
5	0.25	0.39	0.71	0.40	0.32	0.52	0.44	0.27	0.71
10	0.28	0.41	0.75	0.43	0.33	0.54	0.46	0.29	0.75
50	0.33	0.45	0.84	0.49	0.36	0.57	0.49	0.34	0.84
100	0.35	0.46	0.88	0.51	0.37	0.58	0.51	0.36	0.88

Πίνακας III.1-1: Ακραίες συνθήκες ρεύματος στο S3_02; LF2

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Επιπρόσθετα, τα δεδομένα που φαίνονται στον Πίνακα III.1-2 προέρχονται από την ερευνητική ομάδα του ΕΚΠΑ και βασίζονται στο Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS).

<u>(</u>	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ.Εγγ.:PER Α09_0007_	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	183 από 186

Πίνακας ΙΙΙ.1-2: Ακραίες συνθήκες ρεύματος στο S3_02; LF2 βάσει του CMEMS

RP (yr)	Uεπιφάνεια (m/s)		Uπυθμένας (m/s)		
	max	min	max	min	
1	0.512	0.006	0.392	0.007	
10	0.574	0.002	0.634	0.001	
100	0.613	n/a	0.535	n/a	

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

III.2 Ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF3

Οι ακραίες ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος για την περιοχή διερεύνησης S3_45 περιέχονται στο Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Appendix D2: Extreme Current conditions, Dec. 2020.

Αυτά τα δεδομένα φαίνονται στον Πίνακα ΙΙΙΙ.2-1. Ο Πίνακας Ι.2-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.2-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.

Ακραία ταχύ	τητα ρεί	ματος στη	γν επιφάν	εια,	νεια (m/s)		_		
RP	0	45	90	135	180	225	270	315	Omni-
(yr)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	dir
1	0.40	0.35	0.22	0.26	0.75	0.39	0.15	0.17	0.75
5	0.47	0.41	0.24	0.30	0.83	0.46	0.17	0.19	0.83
10	0.51	0.43	0.26	0.32	0.86	0.49	0.18	0.20	0.86
50	0.58	0.49	0.28	0.36	0.93	0.55	0.21	0.22	0.93
100	0.61	0.51	0.30	0.37	0.95	0.58	0.22	0.23	0.95
Ακραία ταχύ	τητα ρεί	ύματος στο	ν πυθμέν	α, Uπυθμέν	ας (m/s)				
RP	0	45	90	135	180	225	270	315	Omni-
(yr)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	dir
1	0.26	0.23	0.14	0.17	0.49	0.26	0.10	0.11	0.49
5	0.31	0.27	0.16	0.20	0.56	0.30	0.11	0.12	0.56
10	0.33	0.28	0.17	0.21	0.58	0.32	0.12	0.13	0.58
50	0.38	0.32	0.18	0.23	0.64	0.36	0.13	0.15	0.64

Πίνακας III.2-1: Ακραίες συνθήκες ρεύματος στο S3_45; LF3

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

Ö	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED	ERM	
IGI Poseidon	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη	Αρ. Εγγ.: PER Α09_0007	M-GREE-ESIA- _0_Annex9D
	Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Αναθ.:	00
		Σελ.:	184 από 186

100	0.40	0.33	0.19	0.25	0.66	0.38	0.14	0.15	0.66
-	, ,		/	/ =0 /		1 2	,		

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Επιπρόσθετα, τα δεδομένα που φαίνονται στον Πίνακα ΙΙΙ.2-2 προέρχονται από την ερευνητική ομάδα του ΕΚΠΑ και βασίζονται στο Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS).

RP (yr)	∪επιφάνεια (m∕s)		Uπυθμένας (m/s)		
	max	min	max	min	
1	0.175	0.003	0.392	0.007	
10	0.229	0.001	0.534	0.001	
100	0.263	n/a	0.535	n/a	

Πίνακας ΙΙΙ.2-2: Ακραίες συνθήκες ρεύματος στο S3_45; LF3 βάσει του CMEMS

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

III.3 Ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF4

Oι ακραίες ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος για την περιοχή διερεύνησης S4_02 περιέχονται στο Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Appendix D2: Extreme Current conditions, Dec. 2020.

Αυτά τα δεδομένα φαίνονται στον Πίνακα ΙΙΙΙ.3-1. Ο Πίνακας Ι.3-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.3-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.

		Πίνακα	ας III.3-1:	: Ακραίες σ	υνθήκες ρεύμ	ατος στο	s4_02					
Ακραία ταχύτητα ρεύματος στην επιφάνεια, Uεπιφάνεια (m/s)												
RP	0	45	90	135	180	225	270	315	Omni-			
(yr)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	dir			
1	0.20	0.34	0.57	0.28	0.13	0.20	0.72	0.3	0.73			
5	0.25	0.42	0.68	0.34	0.15	0.25	0.86	0.35	0.86			
10	0.26	0.45	0.73	0.36	0.16	0.27	0.92	0.37	0.92			
50	0.31	0.53	0.84	0.42	0.18	0.31	1.05	0.42	1.05			
100	0.33	0.57	0.89	0.45	0.19	0.33	1.11	0.44	1.11			
Ακραία ταχύ	Ακραία ταχύτητα ρεύματος στον πυθμένα, Uπυθμένας (m/s)											
RP	0	45	90	135	180	225	270	315				

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

	١)		I	ΕΡΓΟ ΑΓΩΓ(OY EASTMED		ERI	ງ O	Asprofos engineering
IGI Pos	seido	n	Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων						PERM-GR 007_0_Ar 00 185	EE-ESIA- inex9D από 186
(yr)	(°)	(°)	(°))	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	Omni- dir
1	0.13	0.22	0.	38	0.19	0.09	0.13	0.47	0.20	0.48

100	0.21	0.38	0.60	0.30	0.12	0.19	0.72	0.29	0.72
Προετοιμα	ασία από: Ι	Σχολή Πολιτι	κών Μηχαν	ικών – Εθνικό	Μετσόβιο Πολυτε	χνείο, για λ	ογαριασμό τι	<mark>ης ASPROFOS</mark>	, 2022.

0.10

0.10

0.12

0.16

0.17

0.19

0.56

0.60

0.68

0.23

0.24

0.28

0.56

0.60

0.68

5

10

50

0.16

0.17

0.20

0.28

0.30

0.36

0.46

0.49

0.57

0.22

0.24

0.28

Επιπρόσθετα, τα δεδομένα που φαίνονται στον Πίνακα ΙΙΙ.3-2 προέρχονται από την ερευνητική ομάδα του ΕΚΠΑ και βασίζονται στο Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS).

RP (yr)	∪επιφάνεια (m∕s)		Uπυθμένας (m/s)	
	max	min	max	min
1	0.142	0.002	0.035	0.001
10	0.181	n/a	0.085	n/a
100	0.205	n/a	0.016	n/a

.0.4 **-**/ CA 02.04

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

III.4 Ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος στην περιοχή διερεύνησης LF5

Οι ακραίες ταχύτητες περιβάλλοντος ρεύματος για την περιοχή διερεύνησης S4 13 περιέχονται στο Report: Intecsea / C&M Engineering Consortium (2020), PROJECT 416010-00225 - 00225-Cv10A-TDR-00024: Metocean Design Parameters Report – Offshore, Appendix D2: Extreme Current conditions, Dec. 2020.

Αυτά τα δεδομένα φαίνονται στον Πίνακα ΙΙΙΙ.4-1. Ο Πίνακας Ι.4-1 περιλαμβάνει τις συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ και στο Σχήμα Ι.4-2 φαίνεται η περιοχή διερεύνησης στο Google Earth.

Ακοαία ταχύτητα οεύματος στην επιφάγεια. Uεπιφάγεια (m/s)									
RP	0	45	90	135	180	225	270	315	Omni-
(yr)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	dir
1	0.20	0.34	0.57	0.28	0.14	0.20	0.72	0.29	0.73
5	0.25	0.42	0.68	0.34	0.16	0.25	0.86	0.33	0.86

μας ΙΙΙ 4 1, Ακοσίες συνθάκες οσύματος στο 54, 12, Ι ΕΕ

Παράρτημα 9Δ – Μοντέλο / Υπολογισμοί Διασποράς Θαλάσσιων Ιζημάτων

IGI Poseidon			ΕΡΓΟ ΑΓΩΓΟΥ EASTMED				ERI				
			Ελληνικό Τμήμα EastMed - Μελέτη Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων					Αρ. Εγγ.: Α09 Ο	Ар.Еүү.:PERM-GREE-ESIA- A09 0007 0 Annex9D		
								Αναθ.:	Αναθ.: 00		
								Σελ.:	186 από 186		
L											
10	0.27	0.45		0.73	0.36	0.17	0.27	0.92	0.35	0.92	
50	0.31	0.53		0.84	0.42	0.19	0.31	1.05	0.40	1.05	
100	0.33	0.56		0.89	0.44	0.20	0.33	1.10	0.42	1.10	
Ακραία ταχύτητα ρεύματος στον πυθμένα, Uπυθμένας (m/s)											
RP	0	45		90	135	180	225	270	315	Omni-	
(yr)	(°)	(°)		(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	dir	
1	0.13	0.22		0.38	0.18	0.09	0.13	0.47	0.19	0.47	
5	0.16	0.28		0.45	0.22	0.10	0.16	0.56	0.22	0.56	
10	0.17	0.30		0.48	0.24	0.11	0.17	0.59	0.23	0.59	
50	0.20	0.36		0.55	0.28	0.13	0.20	0.68	0.26	0.68	
100	0.21	0.38		0.59	0.29	0.13	0.21	0.71	0.27	0.71	

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.

Επιπρόσθετα, τα δεδομένα που φαίνονται στον Πίνακα ΙΙΙ.4-2 προέρχονται από την ερευνητική ομάδα του ΕΚΠΑ και βασίζονται στο Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS).

RP (yr)	Uεπιφάνεια (m/s)		Uπυθμένας (m/s)		
	max	min	max	min	
1	0.113	0.004	0.067	0.002	
10	0.243	n/a	0.116	n/a	
100	0.324	n/a	0.146	n/a	

Πίνακας ΙΙΙ.4-2: Ακραίες συνθήκες ρεύματος στο S4_13; LF5 βάσει του CMEMS

Προετοιμασία από: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για λογαριασμό της ASPROFOS, 2022.