

MedSeaRise - Supporting Adaptation to Mediterranean Sea Level Rise

Mission: Protecting, restoring, and valorising the natural environment and heritage

RSO2.4: Promoting climate change adaptation and disaster risk prevention, resilience, taking into account ecosystem-based approaches

Event: MedSeaRise meeting – Barcelona

Title: Updates on Case Study Progress for Partner LP – ANATOLIKI

Date: 1st and 2nd October 2025

Organisation: ANATOLIKI (subcontractor DUTh)

Case study of sea level rise related impacts

Case: A-01 (template for anthropic impacts)



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Case Study Info (Greece)

- **One (1) case study** was considered

Type: **anthropic**

- Ο **Δήμος Καλαμαριάς** αποτελεί τμήμα του ευρύτερου μητροπολιτικού συγκροτήματος της ανατολικής Θεσσαλονίκης, της 2^{ης} μεγαλύτερης πόλης στην Ελλάδα (Κεντρική Μακεδονία), με το **παράκτιο μέτωπό του (κόκκινη γραμμή στο Σχήμα)** να αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα των βορειοανατολικών παράκτιων ζωνών του Θερμαϊκού



Συνοικίες: Καραμπουρνάκι, Στρατόπεδο Κόδρα, Κουρί, Αρετσού, Νέα Κρήνη, Άγιος Γεώργιος και Μίκρα,

οι οποίες υπάγονται διοικητικά στον Δήμο Καλαμαριάς.



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Deliverable: Table of Contents

- Case study **completed: 68 pages Deliverable**
- What are the main results or findings of each case study?
- Η άνοδος της Μέσης Στάθμης της Θάλασσας (ΜΣΘ) και τα ακραία φαινόμενα μετεωρολογικής ή θυελογενούς παλίρροιας μπορεί να αποτελέσουν απειλή για την παράκτια ζώνη του μετώπου της Καλαμαριάς, με την πιθανότητα να κατακλύσουν κρίσιμες παράκτιες περιοχές. Αυτό μπορεί να θέσει σε κίνδυνο όχι μόνο τον αστικό ιστό, αλλά και τα φυσικά οικοσυστήματα και τις βασικές υποδομές που σχετίζονται με τις αερομεταφορές, τη θαλάσσια συγκοινωνία, την υδροδότηση και τις δημόσιες υπηρεσίες. Οι πιθανές προκύπτουσες κοινωνικοοικονομικές απώλειες μπορούν να προσδιοριστούν σε μελλοντική φάση καθώς οι σχετιζόμενες επιπτώσεις (ως έκθεση σε κίνδυνο) χαρτογραφούνται στην παρούσα μελέτη περίπτωσης.

Table of contents

Introduction	3
Case study essential information	3
Impact description	5
Definition of case-specific impacts to focus on	5
Impact indexes	8
Method and its application	12
Coastal Inundation	12
Climate Central app (Bathtub-HC approach)	12
CoastFLOOD model	14
Coastal Hazard/Risk Management	15
Exposure to coastal floods	15
Sea Level Elevation (SLE)	16
Climatic Models & Scenarios	17
Storm Surge induced SLE: Sea Surface Height (SSH)	18
Tides	19
Sea Level Rise (SLR)	20
Coastal Flooding Impact Analysis	21
Coastal Flooding Impact Indexes	21
Coastal Flooding Hazard/Risk Curves	22
Impact analysis and results	23
Sea Level Elevation (SLE)	23
Storm Surge induced SLE: Sea Surface Height (SSH)	23
Tides	26
Sea Level Rise (SLR)	31
Coastal Inundation	35
CoastFLOOD model	37
Coastal Hazard/Risk Management	44
Coastal Flooding Impact Analysis	44
Coastal Flooding Impact – Exposure	53
Coastal Flooding Hazard/Risk Curves	62
Available information	66



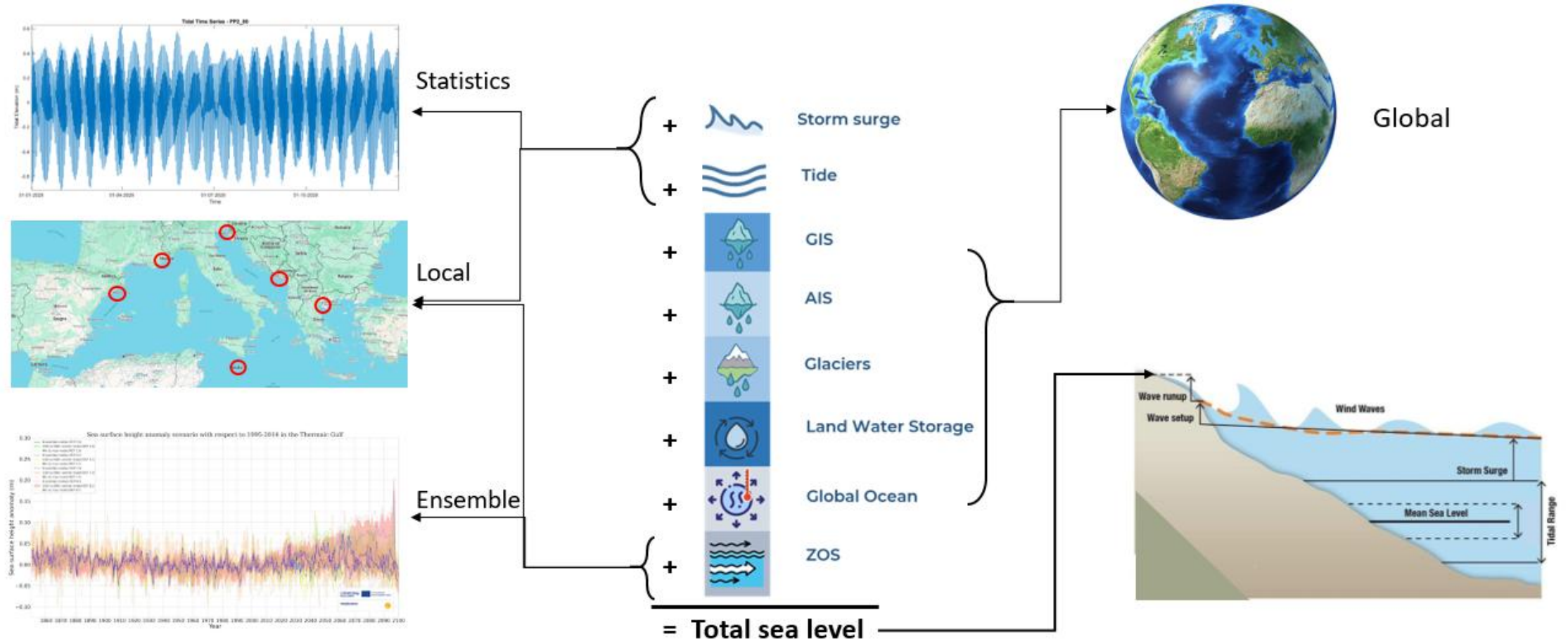
MedSeaRise methodology application by points

- **Εντοπίστε τον αντίκτυπο** (επιπτώσεις) στον οποίο θα εστιάσετε.
- **Επιλέξτε δεδομένα μελλοντικής ανόδου της ΜΣΘ** που είναι κατάλληλα για να περιγράψουν τον κίνδυνο που προκαλεί τον αντίκτυπο.
- **Ανακτήστε τα δεδομένα που είναι κατάλληλα για να περιγράψουν την έκθεση και την ευπάθεια** (τρωτότητα/ευαλωτότητα) του αντικειμένου της μελέτης σας.
- **Προσδιορίστε τα εργαλεία και την απαιτούμενη τεχνογνωσία** για την προσομοίωση των επιπτώσεων στο αντικείμενο εστίασης.
- **Χρησιμοποιήστε τα εργαλεία και την τεχνογνωσία για να προσομοιώσετε τον αντίκτυπο** τόσες φορές όσα είναι και τα διαθέσιμα δεδομένα εισόδου.
- **Συνοψίστε τα αποτελέσματα του συνόλου προσομοιώσεων (impact ensemble)**, φροντίζοντας να διατηρήσετε και το εύρος τους.
- **Αξιολογήστε την ευαισθησία του αντίκτυπου** στη μεταβολή και στη διασπορά των δεδομένων εισόδων.
- **Παρουσιάστε τα αποτελέσματα του αντίκτυπου και το εύρος τους**, σύμφωνα με τα επίπεδα παγκόσμιας υπερθέρμανσης (Global Warming Levels).



Select data on future sea level suitable to describe the hazard

- Ανάλογα με τη χωρική εξάρτηση, οι συνιστώσες της στάθμης της θάλασσας διακρίνονται σε: παγκόσμιας κλίμακας ή τοπικής κλίμακας.
- Ανάλογα με την πρόσβαση στην αβεβαιότητα, οι συνιστώσες της στάθμης της θάλασσας διερευνώνται μέσω: στατιστικών μεθόδων ή προσομοιώσεων συνόλου (πολυμελικές – ensemble simulations).



MedSeaRise

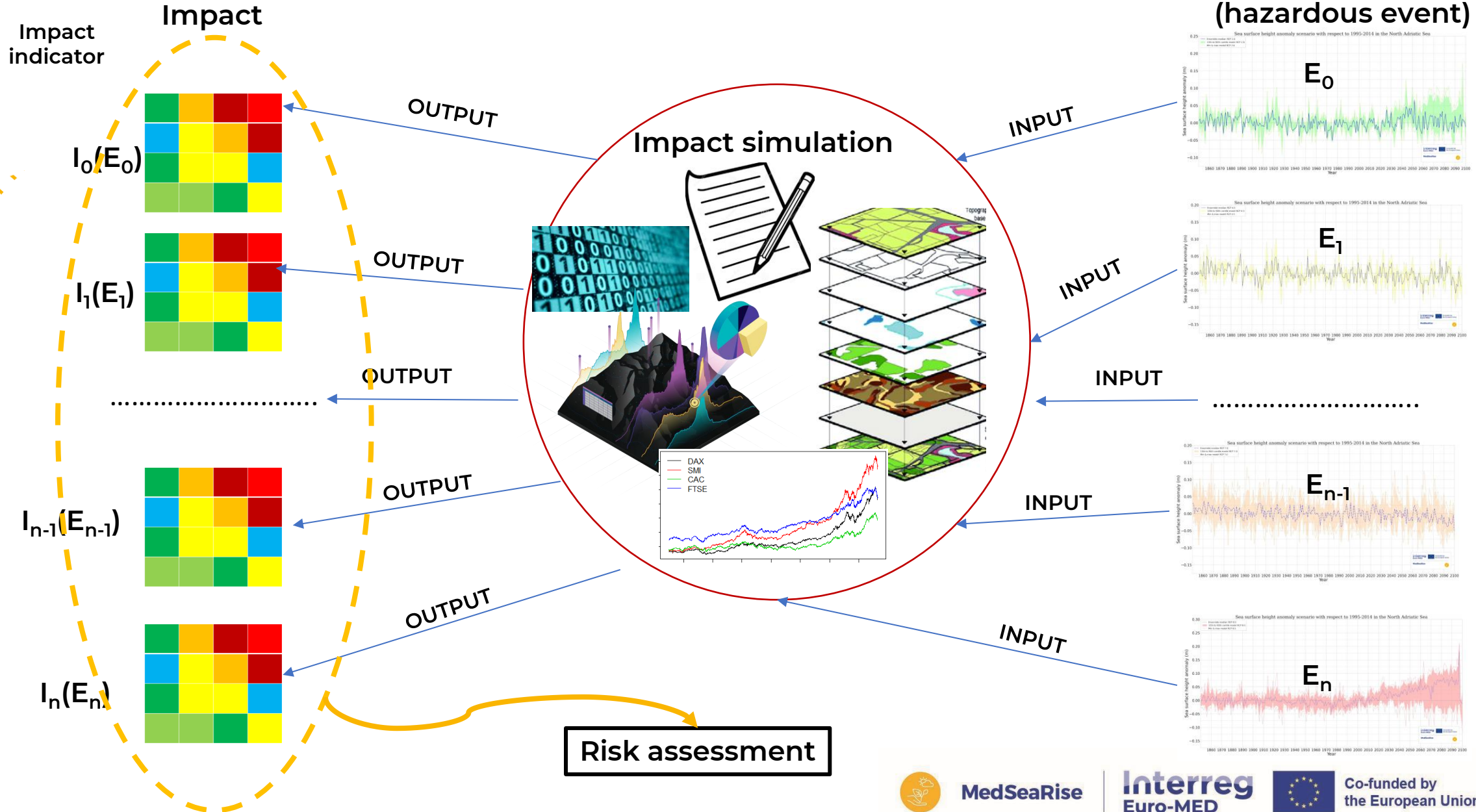
Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Simulate the impact as many time as many inputs are available

Sea Level Scenario data (hazardous event)

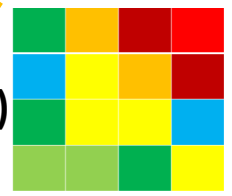


Summarize the results of the impact ensemble, taking care of its range

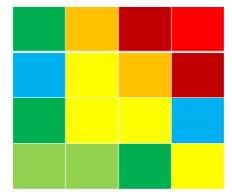
Impact indicator

Impact

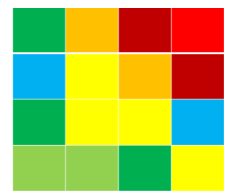
$I_0(E_0)$



$I_1(E_1)$



$I_{n-1}(E_{n-1})$

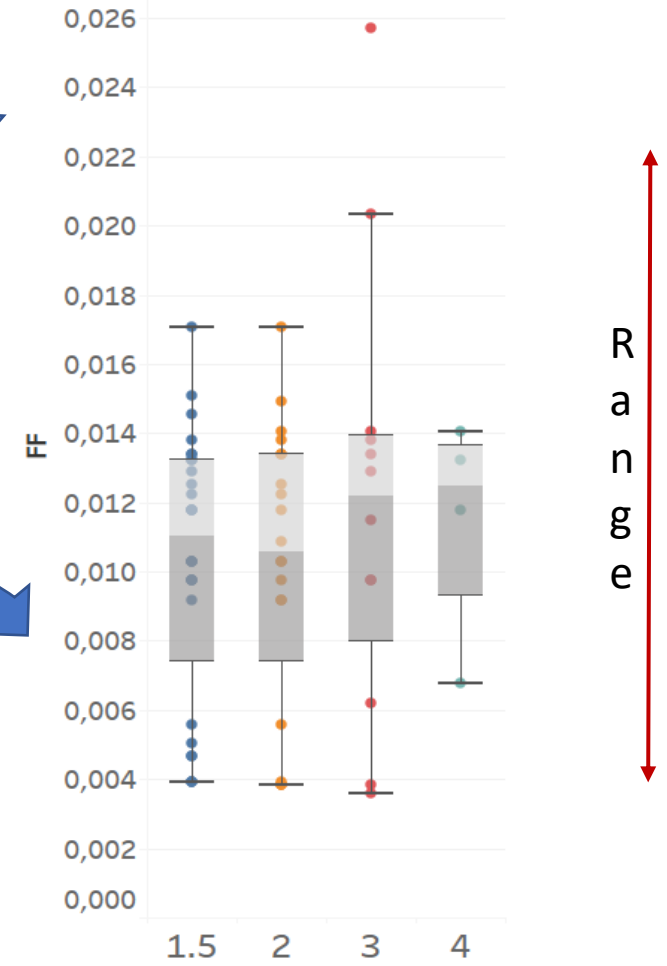


$I_n(E_n)$



ZonizzPRG	SiteName	ID	FdTOT_mq	AuTOT	FFTOT	threshold	code	percentile	RCP	SL	decade
Total	Total	PP2_A03_0001	22608,55	1756974,8	0,01286789	0,97	ot		99	Nan	Nan
Total	Total	PP2_A03_0002	193327,86	1756974,8	0,11003451	1,25	ot		99,9	Nan	Nan
Total	Total	PP2_A03_0003	1007440,99	1756974,8	0,57339523	1,85	ot	Max		Nan	Nan
Total	Total	PP2_A03_0004	21670,34	1756974,8	0,0123339	0,9559	sl_ot	Median + 99th		1,5	2030
Total	Total	PP2_A03_0005	183243,59	1756974,8	0,10429494	1,2359	sl_ot	Median + 99,9th		1,5	2030
Total	Total	PP2_A03_0006	997675,25	1756974,8	0,56783697	1,8359	sl_ot	Median + Max	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0007	69693,66	1756974,8	0,03966685	1,1072	sl_ot	95th perc. + 99th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0008	358528,59	1756974,8	0,20406018	1,3872	sl_ot	95th perc. + 99,9th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0009	1109901,74	1756974,8	0,63171181	1,9872	sl_ot	95th perc. + Max	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0010	126954,13	1756974,8	0,07225723	1,1751	sl_ot	99th perc. + 99th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0011	457239,27	1756974,8	0,26024236	1,4551	sl_ot	99th perc. + 99,9th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0012	1144015,96	1756974,8	0,65112826	2,0551	sl_ot	99th perc. + Max	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0013	163828,47	1756974,8	0,09324463	1,2123	sl_ot	Max. + 99th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0014	520501,96	1756974,8	0,29624896	1,4923	sl_ot	Max. + 99,9th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0015	1159561,27	1756974,8	0,65997603	2,0923	sl_ot	Max. + Max	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0016	24864,69	1756974,8	0,01415199	0,9807	sl_ot	Median + 99th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0017	214120,34	1756974,8	0,12186876	1,2607	sl_ot	Median + 99,9th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0018	1025741,6	1756974,8	0,58381121	1,8607	sl_ot	Median + Max	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0019	92106,35	1756974,8	0,05242326	1,132	sl_ot	95th perc. + 99th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0020	400038	1756974,8	0,22768568	1,412	sl_ot	95th perc. + 99,9th	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0021	1124872,24	1756974,8	0,64032342	2,012	sl_ot	95th perc. + Max	SSP1	2,6	1,5
Total	Total	PP2_A03_0064	20869,78	1756974,8	0,01187824	0,9463	sl_ot	Median + 99th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0065	173374,22	1756974,8	0,09867769	1,2263	sl_ot	Median + 99,9th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0066	987847,64	1756974,8	0,56224348	1,8263	sl_ot	Median + Max	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0067	84087,31	1756974,8	0,04785914	1,1208	sl_ot	95th perc. + 99th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0068	386239,23	1756974,8	0,21983197	1,4008	sl_ot	95th perc. + 99,9th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0069	1120477,74	1756974,8	0,63773125	2,0008	sl_ot	95th perc. + Max	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0070	145403,3	1756974,8	0,08275776	1,1981	sl_ot	99th perc. + 99th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0071	487747,43	1756974,8	0,27760638	1,4781	sl_ot	99th perc. + 99,9th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0072	1152664,22	1756974,8	0,65605051	2,0781	sl_ot	99th perc. + Max	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0073	173374,22	1756974,8	0,09867769	1,2268	sl_ot	Max. + 99th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0074	537048,22	1756974,8	0,30566643	1,5068	sl_ot	Max. + 99,9th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0075	1162672,45	1756974,8	0,66174679	2,1068	sl_ot	Max. + Max	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0076	20869,78	1756974,8	0,01187824	0,9426	sl_ot	Median + 99th	SSP2	4,5	2050
Total	Total	PP2_A03_0077	173374,22	1756974,8	0,09867769	1,2226	sl_ot	Median + 99,9th	SSP2	4,5	2070
Total	Total	PP2_A03_0078	987847,64	1756974,8	0,56224348	1,8226	sl_ot	Median + Max	SSP2	4,5	2070
Total	Total	PP2_A03_0079	69693,66	1756974,8	0,03966685	1,1028	sl_ot	95th perc. + 99th	SSP2	4,5	2070
Total	Total	PP2_A03_0134	874270,55	1756974,8	0,49759993	1,7284	sl_ot	Max. + 99,9th	SSP3	7,0	3 2070
Total	Total	PP2_A03_0135	1195982,21	1756974,8	0,68070538	2,3284	sl_ot	Max. + Max	SSP3	7,0	3 2070
Total	Total	PP2_A03_0136	20136,41	1756974,8	0,01146084	0,9333	sl_ot	Median + 99th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0137	163828,47	1756974,8	0,09324463	1,2133	sl_ot	Median + 99,9th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0138	978346,44	1756974,8	0,55683578	1,8133	sl_ot	Median + Max	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0139	84087,31	1756974,8	0,04785914	1,1246	sl_ot	95th perc. + 99th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0140	386239,23	1756974,8	0,21983197	1,4046	sl_ot	95th perc. + 99,9th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0141	1120477,74	1756974,8	0,63773125	2,0046	sl_ot	95th perc. + Max	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0142	173374,22	1756974,8	0,09867769	1,2256	sl_ot	99th perc. + 99th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0143	537048,22	1756974,8	0,30566643	1,5056	sl_ot	99th perc. + 99,9th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0144	1162672,45	1756974,8	0,66174679	2,1056	sl_ot	99th perc. + Max	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0145	344955,77	1756974,8	0,19633507	1,3724	sl_ot	Max. + 99th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0146	775113,92	1756974,8	0,44116394	1,6524	sl_ot	Max. + 99,9th	SSP3	7,0	3 2090
Total	Total	PP2_A03_0147	1189382,06	1756974,8	0,67694884	2,2524	sl_ot	Max. + Max	SSP3	7,0	3 2090

GWL

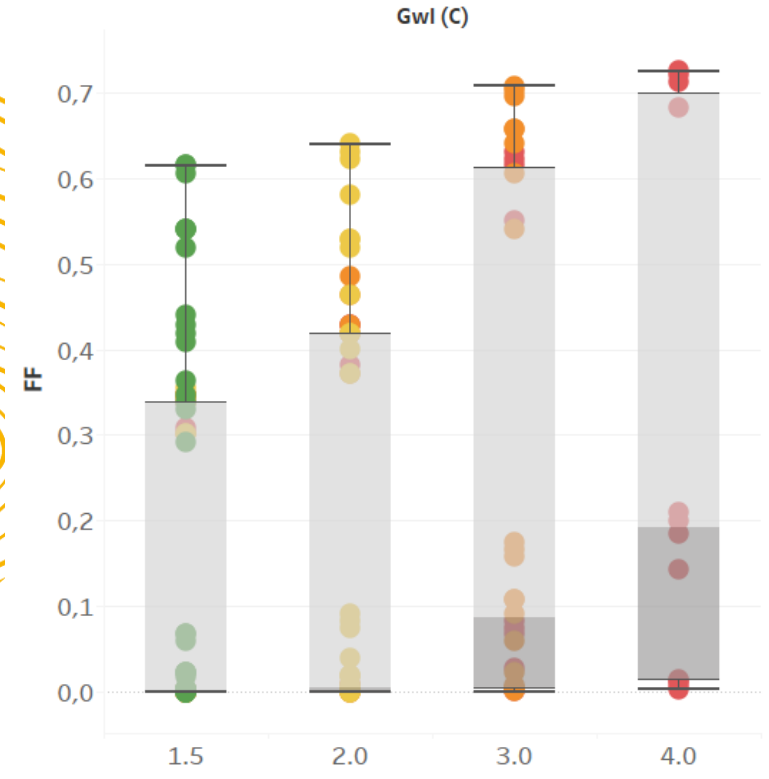


Range

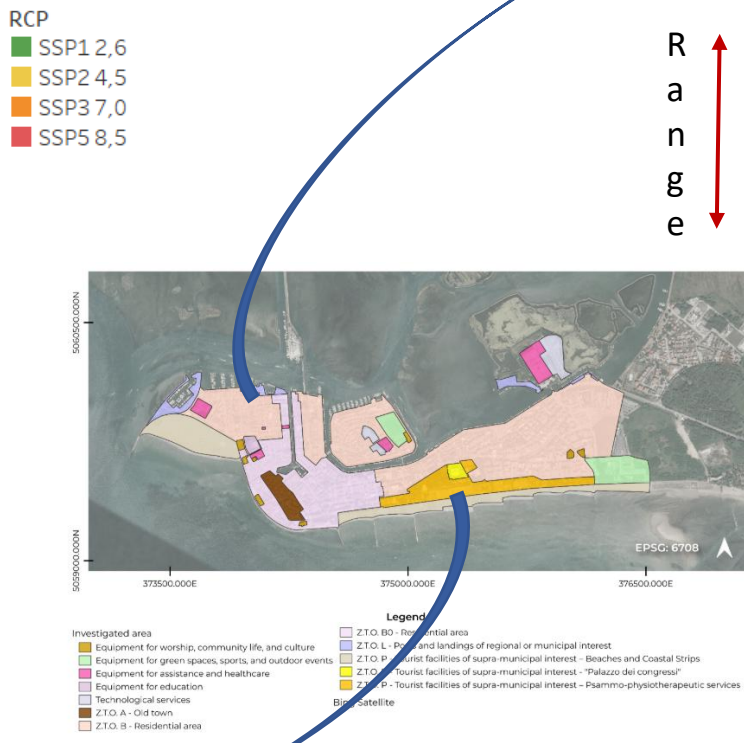
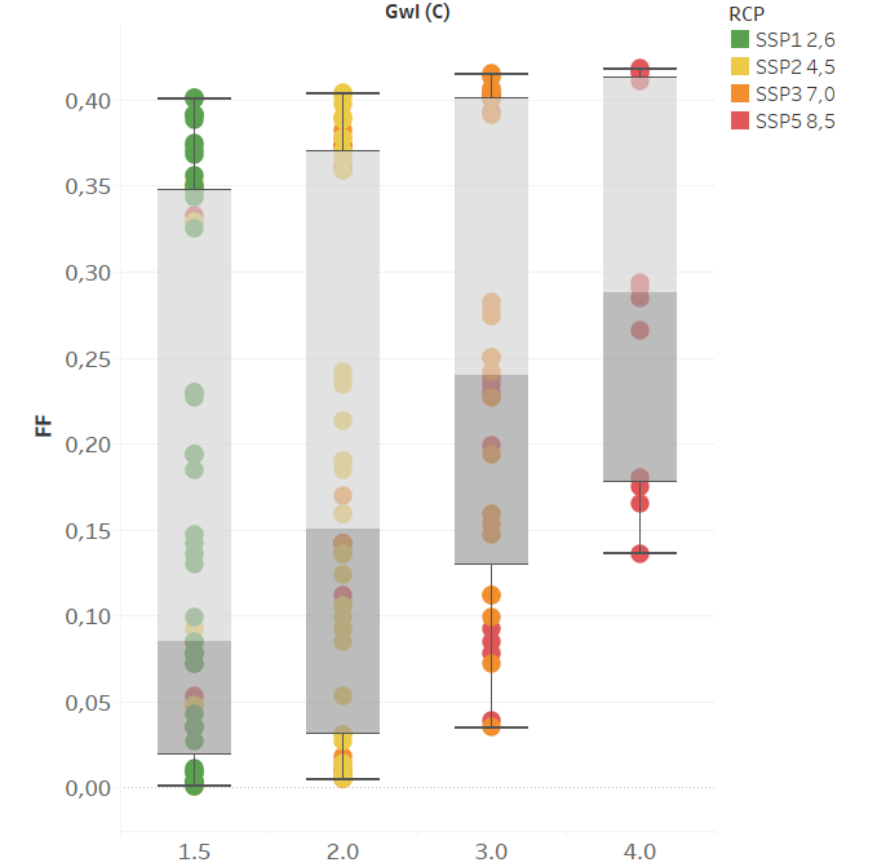


Summarize the results of the impact ensemble, taking care of its range

Flodable Area Fraction: Impianti turistici e Parco delle Rose - 3



Flodable Area Fraction: Z,T,O, B0 Grado Ovest 2 - 5



Present the results of the impact and its range, according to the GWLs

Impact indicator

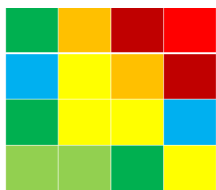
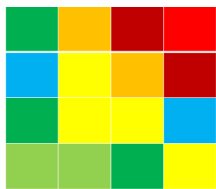
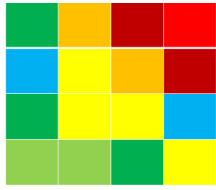
Impact

$I_0(E_0)$

$I_1(E_1)$

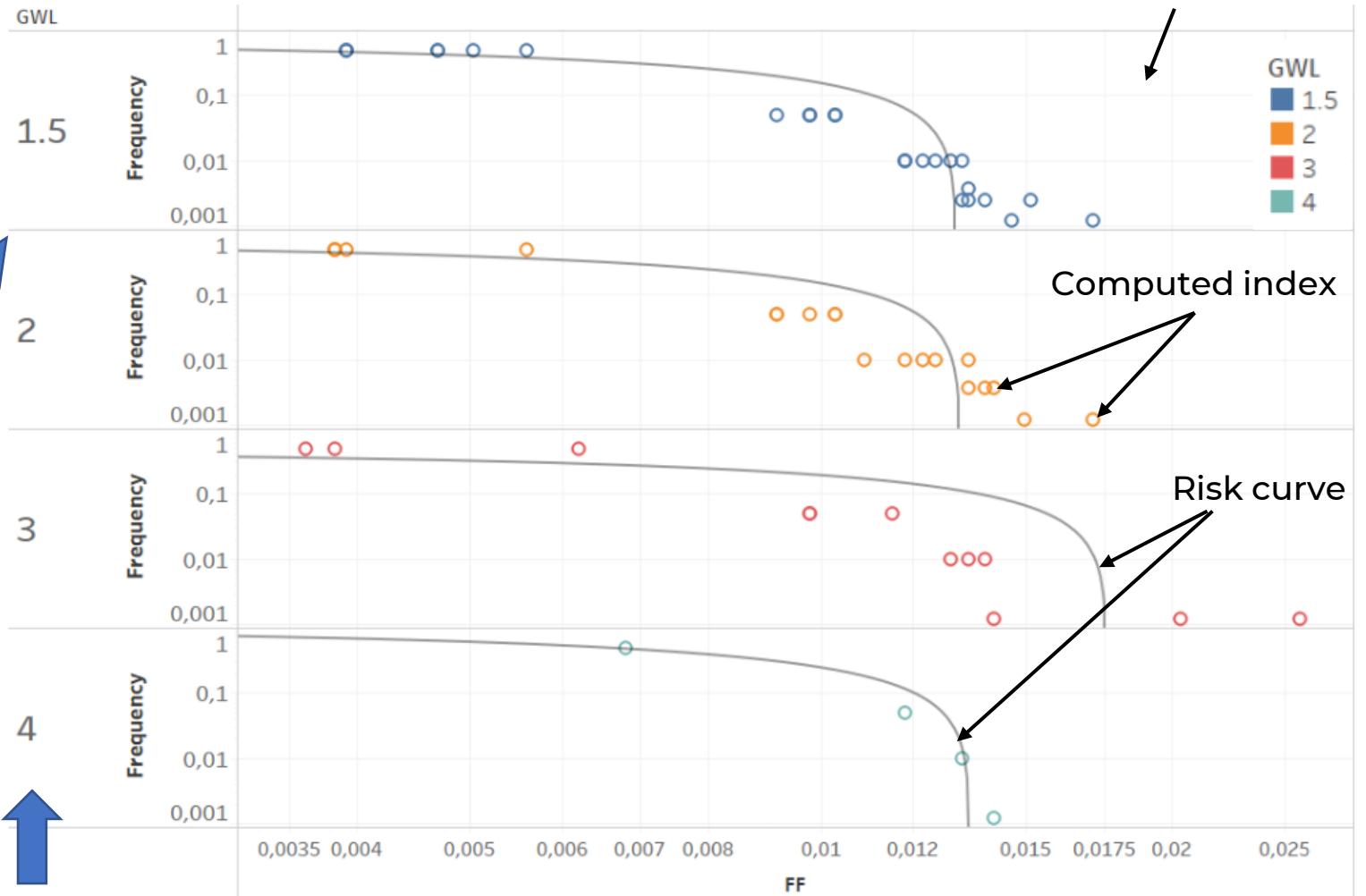
$I_{n-1}(E_{n-1})$

$I_n(E_n)$



Area: SI-AQUILEIA-060015700-6 - potentially floodable fraction

Risk diagrams



Global Warming Levels (°C)



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Main Methodology

• Παράκτια Κατάκλυση

- Climate Central app (Bathtub-HC προσέγγιση)
- CoastFLOOD μοντέλο

• Διαχείριση Παράκτιου/ας Κινδύνου και Διακινδύνευσης (Ρίσκου)

- Έκθεση σε παράκτιες πλημμύρες

• Ανύψωση Στάθμης Θάλασσας (ΑΣΘ/SLE)

- Κλιματικά Σενάρια και Μοντέλα
- Θυελογενής ΑΣΘ: Sea Surface Height (SSH)
- Αστρονομικές Παλίρροιες → ΥΥΠΝ
- Άνοδος ΜΣΘ (SLR) 21^ο αιώνα στον Θερμαϊκό από NASA sea-level projection tool SSP2-4.5 and SSP5-8.5

• Ανάλυση επιπτώσεων παράκτιας πλημμύρας

- Δείκτες Επιπτώσης Παράκτιας Πλημμύρας + Καμπύλες Κινδύνου/Ρίσκου

- CMCC
- CNRM
- GUF
- RCP4.5 + RCP8.5

Flooded Fraction, FF:

$$Flooded\ Fraction(FF) = \frac{FloodedArea [m^2]}{TotalArea [m^2]}$$

- MeCSS μοντέλο + ΥΥΠΝ (δεν είναι free data)

- Προχωρημένη Εκτίμηση Ακραίων Τιμών (GEV)

- 3 35-ετείς περίοδοι με ετήσια μέγιστα και τη μέθοδο L-moments (Galiatsatou et al., 2019, 2023)
- Ακραία μετεωρολογική παλίρροια με διαστήματα εμπιστοσύνης 95% (CI) με παραμετρική μέθοδο bootstrap
- Περίοδοι επαναφοράς 50 και 100 ετών με έλεγχο Mann-Kendall trend και Wald-Wolfowitz tests



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Main Results

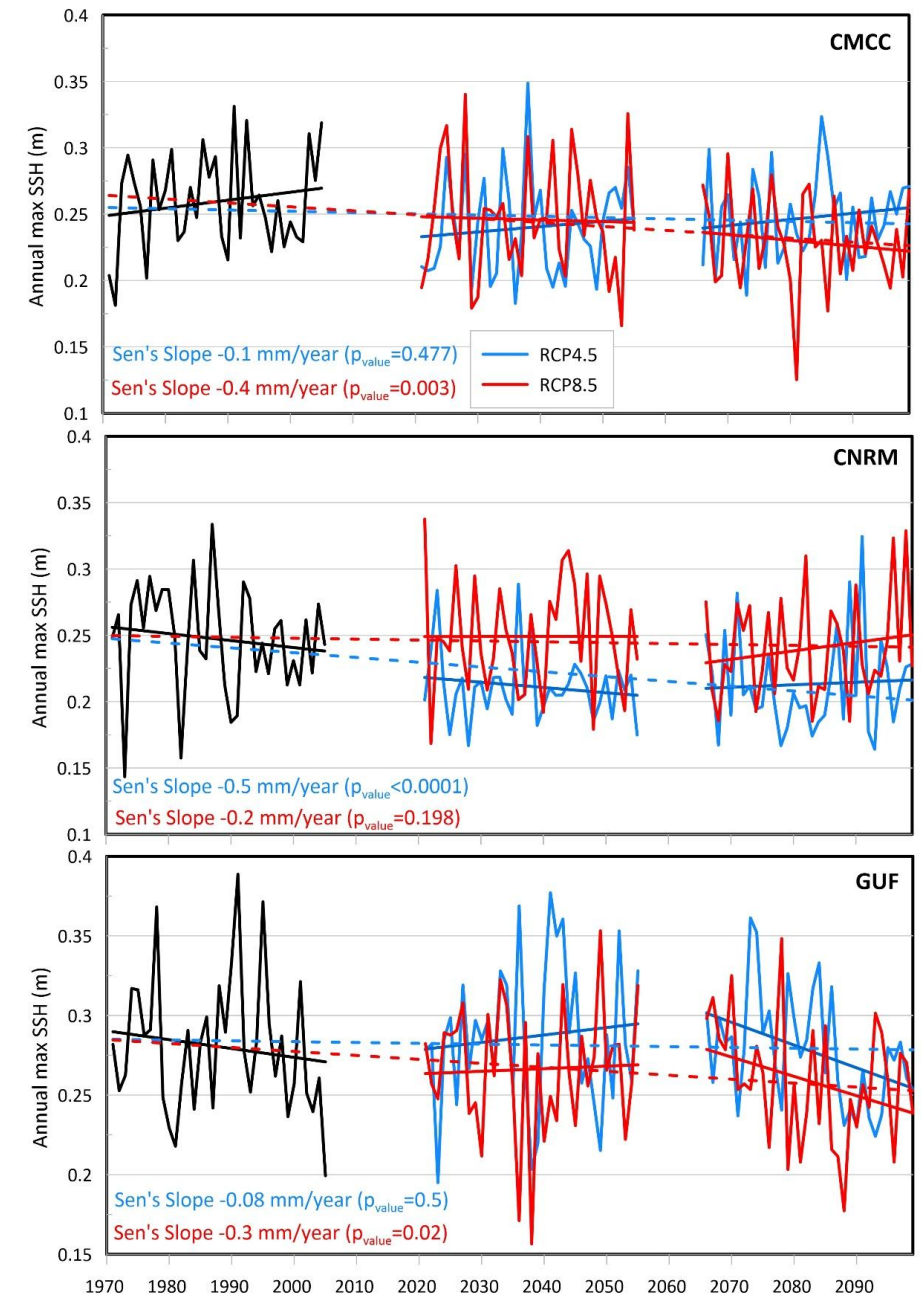
- Αποτελέσματα

Μετεωρολογικής Παλίνρροιας

- SSH - ΑΣΘ



Climatic Scenario	RCM	RP	A/A	SSH _{ext} (m)
Historical	CMCC	50 years	1	0.373
		100 years	2	0.391
	CNRM	50 years	3	0.335
		100 years	4	0.342
	GUF	50 years	5	0.451
		100 years	6	0.495
RCP45-STF	CMCC	50 years	7	0.389
		100 years	8	0.424
	CNRM	50 years	9	0.317
		100 years	10	0.349
	GUF	50 years	11	0.422
		100 years	12	0.444
RCP45-LTF	CMCC	50 years	13	0.341
		100 years	14	0.359
	CNRM	50 years	15	0.392
		100 years	16	0.487
	GUF	50 years	17	0.413
		100 years	18	0.441
RCP85-STF	CMCC	50 years	19	0.403
		100 years	20	0.437
	CNRM	50 years	21	0.370
		100 years	22	0.391
	GUF	50 years	23	0.356
		100 years	24	0.366
RCP85-LTF	CMCC	50 years	25	0.315
		100 years	26	0.324
	CNRM	50 years	27	0.394
		100 years	28	0.445
	GUF	50 years	29	0.367
		100 years	30	0.385



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Main Results

- Αποτελέσματα
- Αστρονομικές Παλίρροιες



Max Tidal Range: Tide = 0.75 m				
Climatic Scenario	RCM	RP	A/A	Tide + SSH _{ex} (m)
Historical	CMCC	50 years	1	1.123
		100 years	2	1.141
	CNRM	50 years	3	1.085
		100 years	4	1.092
	GUF	50 years	5	1.201
		100 years	6	1.245
RCP45-STF	CMCC	50 years	7	1.139
		100 years	8	1.174
	CNRM	50 years	9	1.067
		100 years	10	1.099
	GUF	50 years	11	1.172
		100 years	12	1.194
RCP45-LTF	CMCC	50 years	13	1.091
		100 years	14	1.109
	CNRM	50 years	15	1.142
		100 years	16	1.237
	GUF	50 years	17	1.163
		100 years	18	1.191
RCP85-STF	CMCC	50 years	19	1.153
		100 years	20	1.187
	CNRM	50 years	21	1.120
		100 years	22	1.141
	GUF	50 years	23	1.106
		100 years	24	1.116
RCP85-LTF	CMCC	50 years	25	1.065
		100 years	26	1.074
	CNRM	50 years	27	1.144
		100 years	28	1.195
	GUF	50 years	29	1.117
		100 years	30	1.135

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ (1990 - 2012)

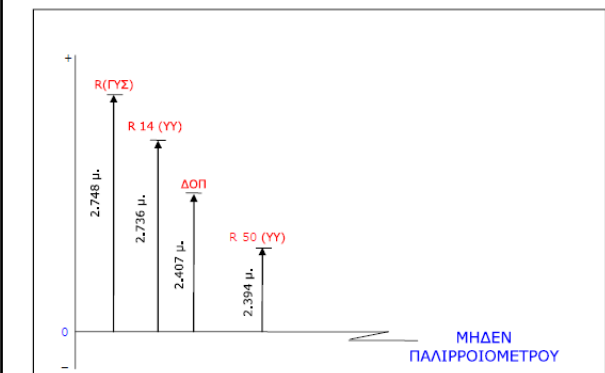
(1) Ως προς το μηδέν του παλιρροιομέτρου

-1.70-		
-1.60-		
-1.50-	Μεγίστη πλήμμη	1.55
-1.40-		
-1.30-		
-1.20-		
-1.10-		
-1.00-	Μέση Πλήμμη	1.03
-0.90-	Μέση στάθμη	0.92
-0.80-	Μέση ρηχία	0.80
-0.70-		
-0.60-		
-0.50-		
-0.40-		
-0.30-		
-0.20-		
-0.10-		
-0.00-	Κατωτάτη ρηχία	0.00

(2) Στατιστικά στοιχεία Λιμένα Θεσσαλονίκης

Μη εξαρτώμενα από σημείο αναφοράς	
Μέγιστο εύρος : 0,78 μ.	Μέσο εύρος : 0,25 μ.
Ελάχιστο εύρος : 0,01 μ.	Επάλλαξη : 1,55 μ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΗΣΗΣ (Φεβρουάριος 2013)



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED

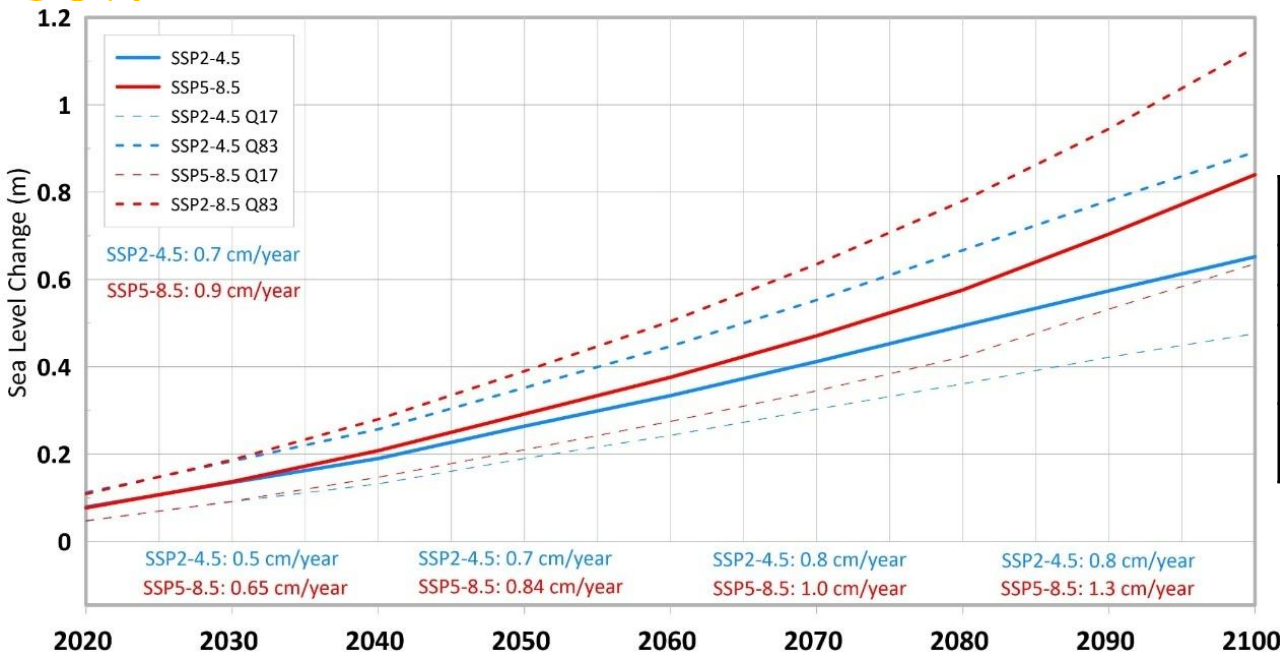
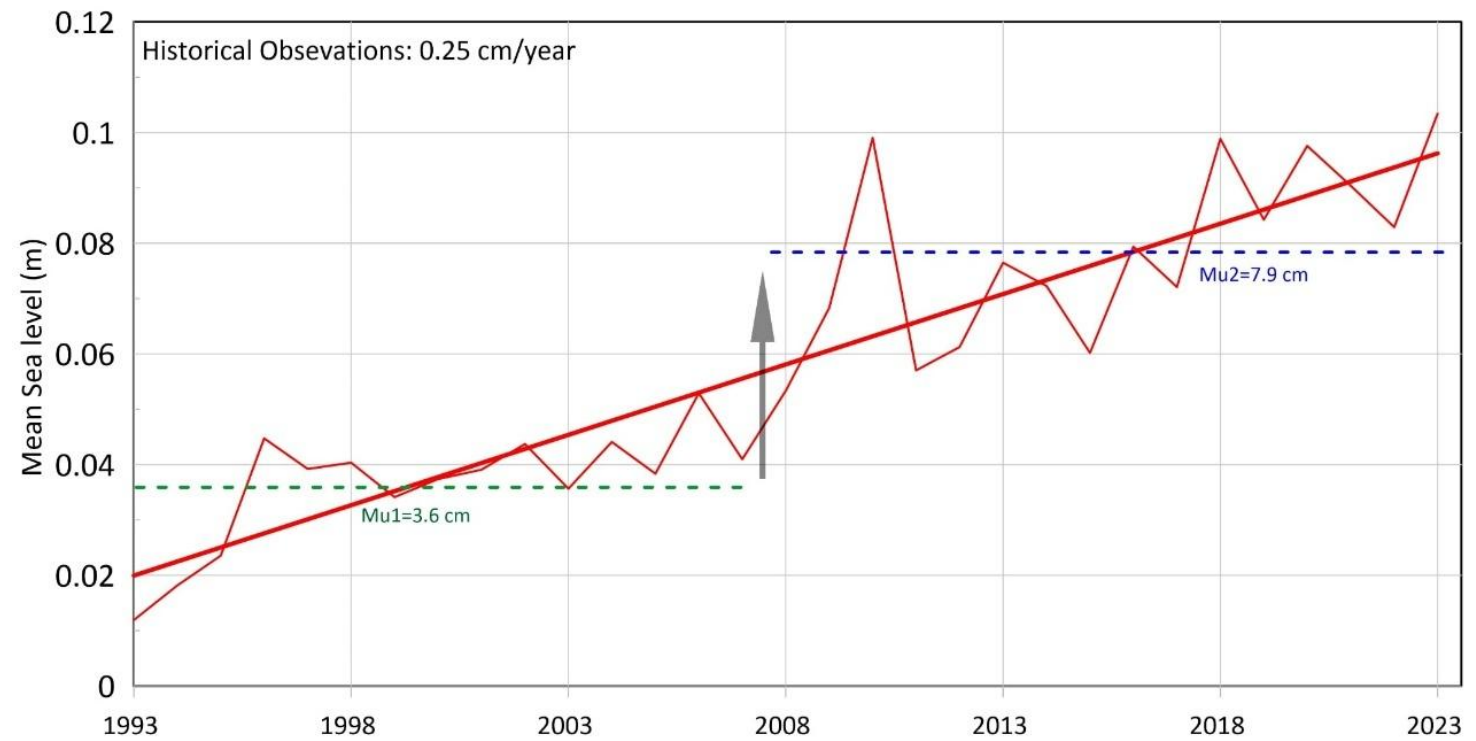


Co-funded by
the European Union

Main Results

- Αποτελέσματα
- Άνοδος ΜΣΘ (SLR)

<https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>



Ρυθμός εξέλιξης του φαινομένου ΑνΜΣΘ -SLR

1971	2005	2021	2055	2066	2100	2021	2055	2066	2100
Historical		RCP45-STF		RCP45-LTF		RCP85-STF		RCP85-LTF	
Year	SLR trend	Year	SLR trend	Year	SLR trend	Year	SLR trend	Year	SLR trend
1971	0.0010	2021	0.0050	2061	0.0080	2021	0.0065	2061	0.0100
1992	m/yr	2040	m/yr	2080	m/yr	2040	m/yr	2080	m/yr
1993	0.0025	2041	0.0070	2081	0.0080	2041	0.0084	2081	0.0130
2023	m/yr	2060	m/yr	2100	m/yr	2060	m/yr	2100	m/yr



MedSeaRise



Co-funded by the European Union

Main Results

- Σύνθεση Σεναρίων
- Άνοδος ΜΣΘ (SLR) ανά 35ετία ανάλυσης
- Με βάση τον ρυθμό εξέλιξης του φαινομένου
- Επιλογή max / min τιμών

A/A Year	Historical		RCP4.5 - STF		RCP4.5 - LTF		RCP8.5 - STF		RCP8.5 - LTF	
	Year	SLR (m)	Year	SLR (m)	Year	SLR (m)	Year	SLR (m)	Year	SLR (m)
1	1971	0.0010	2021	0.0050	2066	0.2880	2021	0.0065	2066	0.3580
2	1972	0.0020	2022	0.0100	2067	0.2960	2022	0.0130	2067	0.3680
3	1973	0.0030	2023	0.0150	2068	0.3040	2023	0.0195	2068	0.3780
4	1974	0.0040	2024	0.0200	2069	0.3120	2024	0.0260	2069	0.3880
5	1975	0.0050	2025	0.0250	2070	0.3200	2025	0.0325	2070	0.3980
6	1976	0.0060	2026	0.0300	2071	0.3280	2026	0.0390	2071	0.4080
7	1977	0.0070	2027	0.0350	2072	0.3360	2027	0.0455	2072	0.4180
8	1978	0.0080	2028	0.0400	2073	0.3440	2028	0.0520	2073	0.4280
9	1979	0.0090	2029	0.0450	2074	0.3520	2029	0.0585	2074	0.4380
10	1980	0.0100	2030	0.0500	2075	0.3600	2030	0.0650	2075	0.4480
11	1981	0.0110	2031	0.0550	2076	0.3680	2031	0.0715	2076	0.4580
12	1982	0.0120	2032	0.0600	2077	0.3760	2032	0.0780	2077	0.4680
13	1983	0.0130	2033	0.0650	2078	0.3840	2033	0.0845	2078	0.4780
14	1984	0.0140	2034	0.0700	2079	0.3920	2034	0.0910	2079	0.4880
15	1985	0.0150	2035	0.0750	2080	0.4000	2035	0.0975	2080	0.4980
16	1986	0.0160	2036	0.0800	2081	0.4080	2036	0.1040	2081	0.5110
17	1987	0.0170	2037	0.0850	2082	0.4160	2037	0.1105	2082	0.5240
18	1988	0.0180	2038	0.0900	2083	0.4240	2038	0.1170	2083	0.5370
19	1989	0.0190	2039	0.0950	2084	0.4320	2039	0.1235	2084	0.5500
20	1990	0.0200	2040	0.1000	2085	0.4400	2040	0.1300	2085	0.5630
21	1991	0.0210	2041	0.1070	2086	0.4480	2041	0.1384	2086	0.5760
22	1992	0.0220	2042	0.1140	2087	0.4560	2042	0.1468	2087	0.5890
23	1993	0.0245	2043	0.1210	2088	0.4640	2043	0.1552	2088	0.6020
24	1994	0.0270	2044	0.1280	2089	0.4720	2044	0.1636	2089	0.6150
25	1995	0.0295	2045	0.1350	2090	0.4800	2045	0.1720	2090	0.6280
26	1996	0.0320	2046	0.1420	2091	0.4880	2046	0.1804	2091	0.6410
27	1997	0.0345	2047	0.1490	2092	0.4960	2047	0.1888	2092	0.6540
28	1998	0.0370	2048	0.1560	2093	0.5040	2048	0.1972	2093	0.6670
29	1999	0.0395	2049	0.1630	2094	0.5120	2049	0.2056	2094	0.6800
30	2000	0.0420	2050	0.1700	2095	0.5200	2050	0.2140	2095	0.6930
31	2001	0.0445	2051	0.1770	2096	0.5280	2051	0.2224	2096	0.7060
32	2002	0.0470	2052	0.1840	2097	0.5360	2052	0.2308	2097	0.7190
33	2003	0.0495	2053	0.1910	2098	0.5440	2053	0.2392	2098	0.7320
34	2004	0.0520	2054	0.1980	2099	0.5520	2054	0.2476	2099	0.7450
35	2005	0.0545	2055	0.2050	2100	0.5600	2055	0.2560	2100	0.7580



Main Results

CLIMATE CENTRAL

COASTAL RISK SCREENING TOOL

LAND BELOW 1.0 METERS OF WATER

A water level of 1.0 meters above the high tide line could be reached through combinations of sea level rise, tides, and storm surge.

DETAILS AND LIMITATIONS

WATER LEVEL: 1.0 m

Meters Feet

CHANGE OTHER SETTINGS

Video Tutorial

Choose Your Download

Map Image **JPEG of this map**

Also freely available: data, reports, and figures on coastal flood threats to population and infrastructure for thousands of jurisdictions in the **US** and **Caribbean**.

Commercial Solutions

Land Elevation Data: CoastalDEM®: Climate Central's proprietary, more accurate Digital Elevation Model for coastal areas (**no-cost research licenses available**)

Flood Layers: Global GIS map layers illustrating the extent and depth of sea level rise and coastal flooding

Flood Analysis: Climate Central's Portfolio Analysis Tool quantifies coastal flood risk to the coastal locations you care about

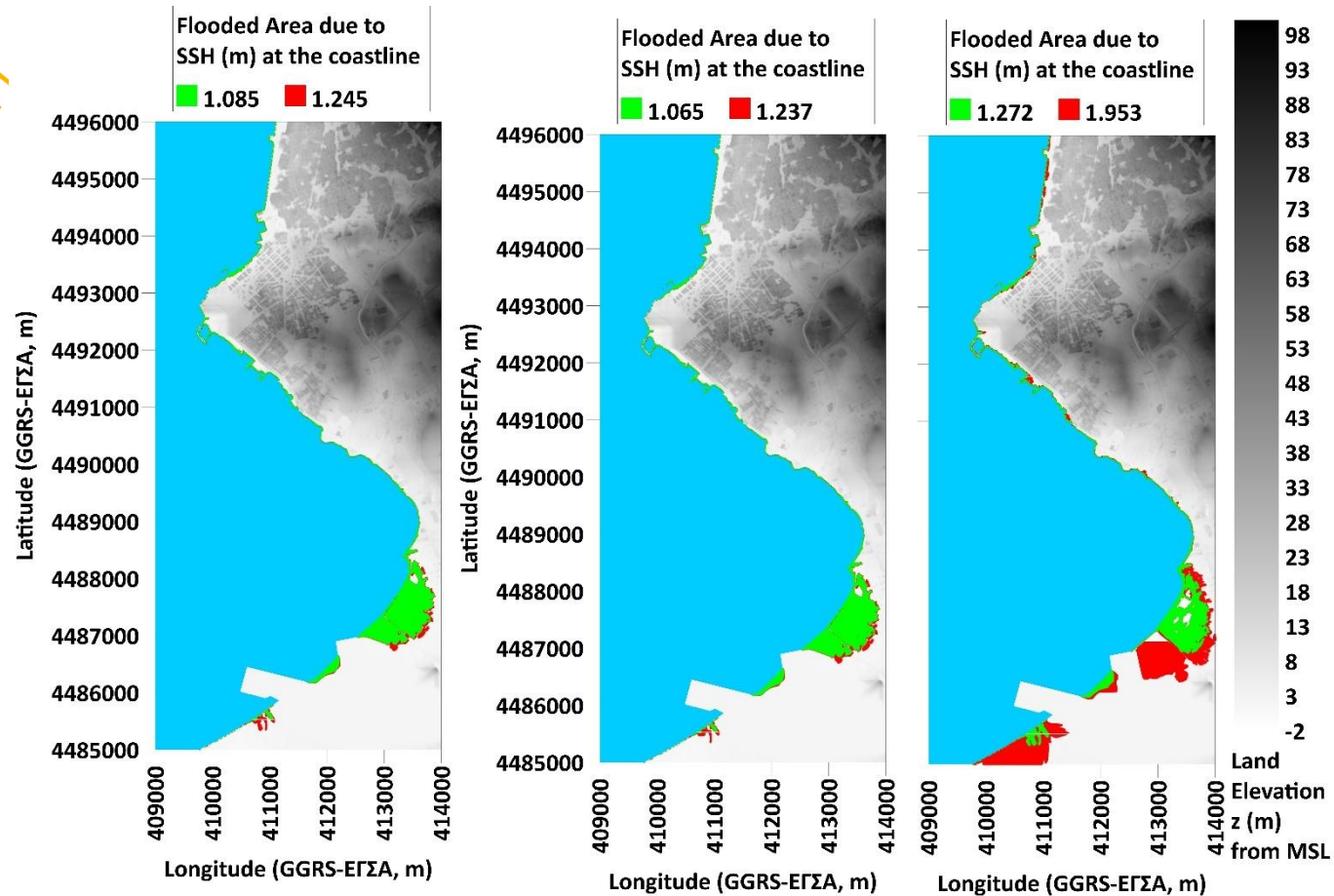
CANCEL

CLIMATE CENTRAL | Powered by Earth Engine | Keyboard shortcuts | Map data ©2025 | 2 km | Terms | Report a map error

https://coastal.climatecentral.org/map/11/22.8227/40.577/?theme=water_level&map_type=water_level_above_mhwh&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&refresh=true&water_level=1.0&water_unit=m

Main Results

- Παράκτια Κατάκλυση – Δυναμική Πλημμύρα
- CoastFLOOD model – Εύρος Πλημμυρισμένων Περιοχών Flooded Areas Extents



Simulated results of flooded areas' extents by CoastFLOOD model due to coastal SLE values, based on a combination of **extreme storm surges** SSH_{ext} with RV of **50-/100-year RP** (historical period from an ensemble of 3 RCMs)

SLR_{mean}

SLR_{max}

scenario of **Maximum Tidal Range of 0.75 m** in the Kalamaria pilot case study area.

Green/Red color hatches represent the flooded areas corresponding to **minimum/maximum** estimated SLE values on the coastline, respectively.



MedSeaRise

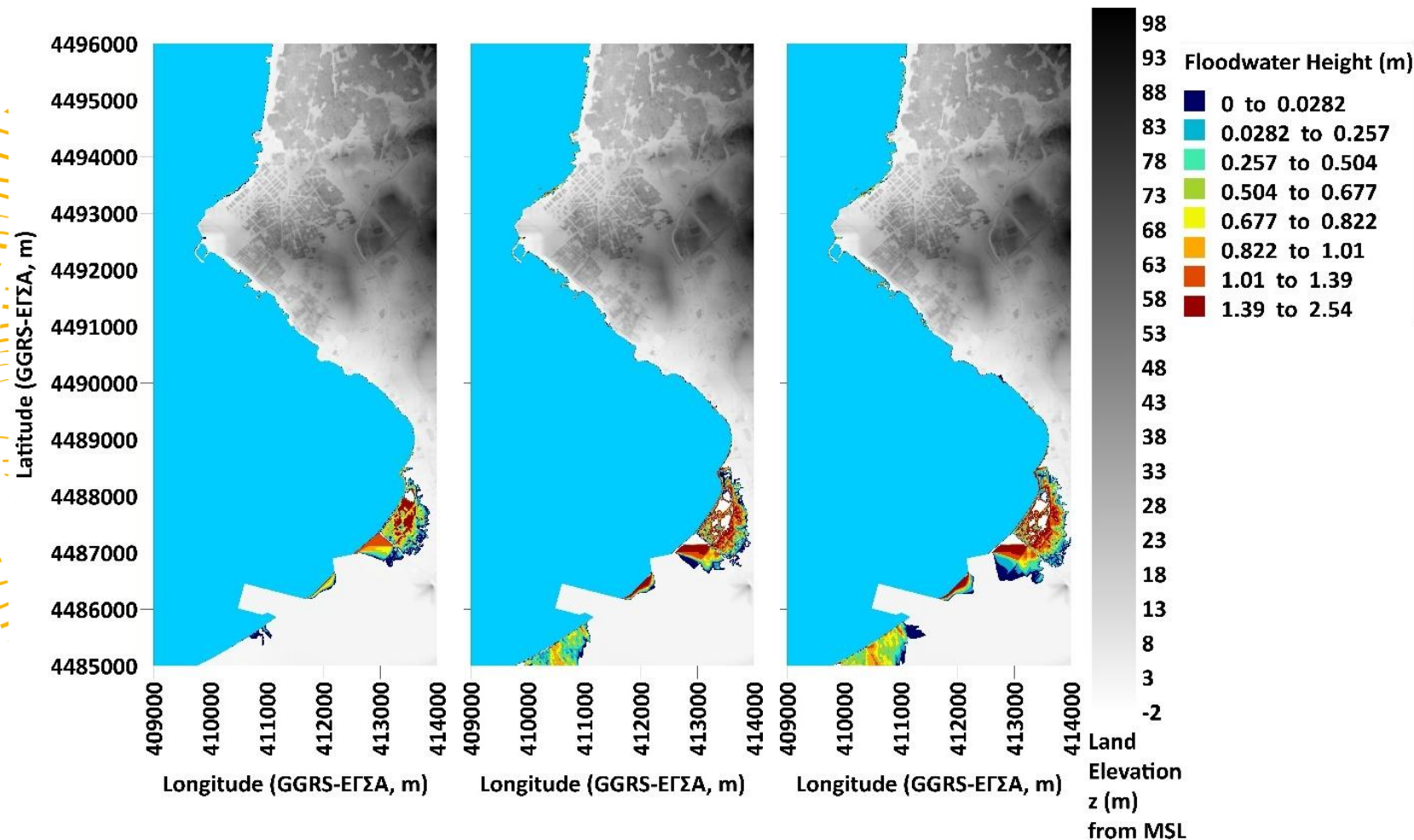
Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Main Results

- Παράκτια Κατάκλυση – Δυναμική Πλημμύρα
- CoastFLOOD model – Ύψος Πλημμυρικού Ύδατος Floodwater Heights

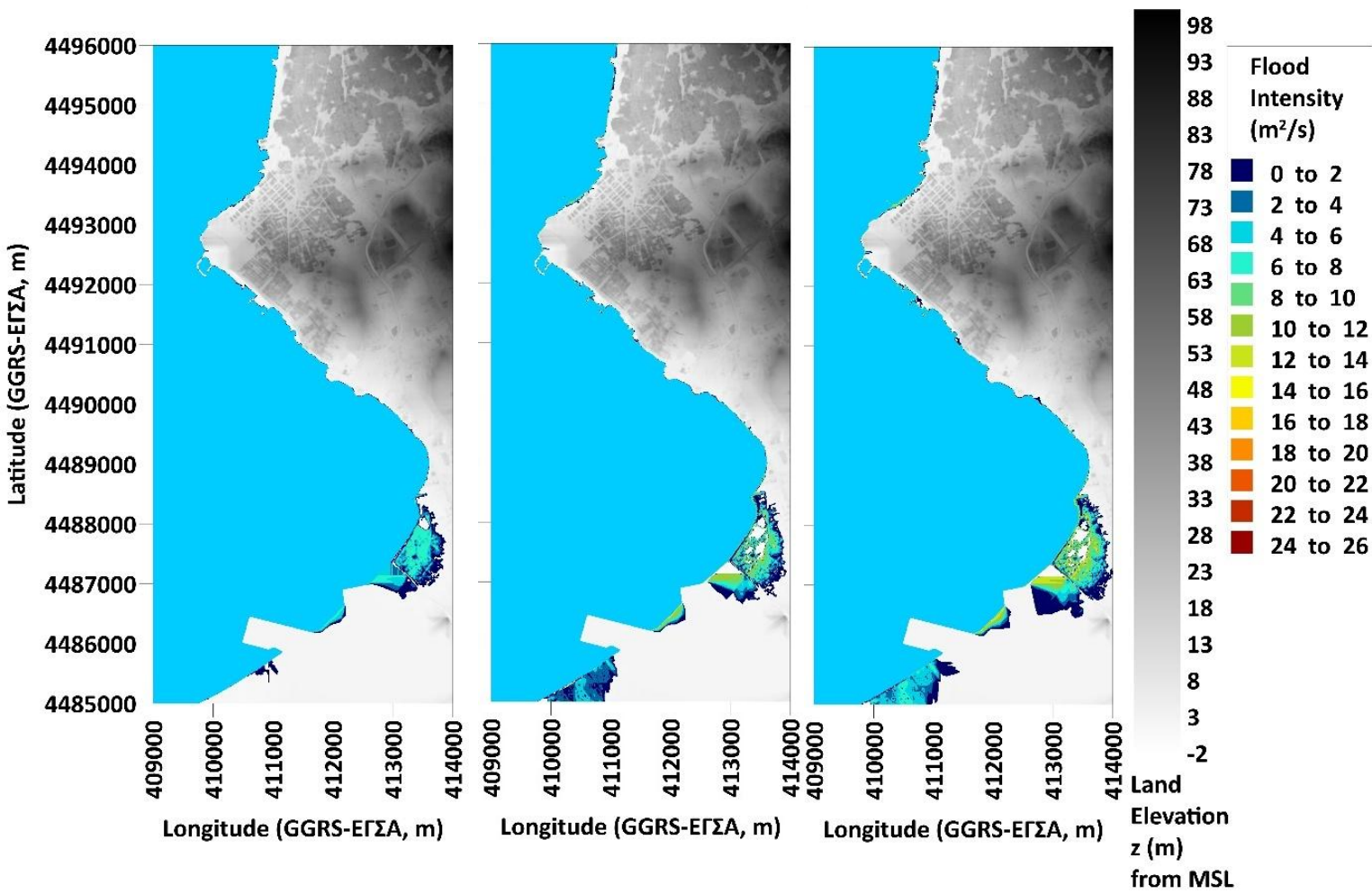


Simulated results of **floodwater heights (FH, m)** by CoastFLOOD model due to coastal SLE values

based on a combination of **extreme storm surges SSHext** with RV of **50-/100-year RP** (RCP4.5/8.5 scenarios for STF and LTF periods from an ensemble of 3 RCMs) [left panel] + **SLRmean** [mid panel] **SLRmax** [right panel] scenario of + **Maximum Tidal Range of 0.75 m** in the Kalamaria pilot case study area.

Main Results

- Παράκτια Κατάκλυση – Δυναμική Πλημμύρα
- CoastFLOOD model – Ένταση Πλημμύρας Flood Intensity



Simulated results of **Flood Intensity (FI, m^2/s)** by CoastFLOOD model due to coastal SLE values,

based on a combination of extreme storm surges **SSH_{ext}** with RV of **50-/100-year RP** (RCP4.5/8.5 scenarios for STF and LTF periods from an ensemble of 3 RCMs) [left panel] + **SLR_{mean}** [mid panel] **SLR_{max}** [right panel] scenario of + **Maximum Tidal Range of 0.75 m** in the Kalamaria pilot case study area.



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Main Results

Διαχείριση Κινδύνου/Διακινδύνευσης

λόγω παράκτιων πλημμυρών

- Coastal Flooding Impact Analysis για εύρη παράκτιας κατάκλυσης
- Σήμα Κλιματικής Αλλαγής χωρίς ΑνΜΣΘ - SLR

24 scenario values of **FA_{ext}** (Difference of Future-Historical Period, Diff, in %) **without SLR impact**

for **STF and LTF periods' 50-/100-year RV** of extreme Storm Surge induced SLE for MeCSS simulation results

based on **3 RCMs** of the MED-CORDEX datasets (CMCC, CNRM, GUF). STF and LTF periods of analysis refer to **2021-2055** and **2066-2100**, respectively, compared to the Reference Period (**1971-2005**).

Climatic Scenario	RCM	RP	A/A	Climate Change Signal of Diff (%) for FA _{ext}
RCP45-STF	CMCC	50 years	7	1.43%
		100 years	8	3.13%
	CNRM	50 years	9	-1.32%
		100 years	10	0.60%
	GUF	50 years	11	-2.92%
		100 years	12	-5.57%
RCP45-LTF	CMCC	50 years	13	-2.60%
		100 years	14	-2.64%
	CNRM	50 years	15	4.83%
		100 years	16	15.04%
	GUF	50 years	17	-3.60%
		100 years	18	-5.79%
RCP85-STF	CMCC	50 years	19	2.92%
		100 years	20	4.29%
	CNRM	50 years	21	2.87%
		100 years	22	4.22%
	GUF	50 years	23	-8.42%
		100 years	24	-12.25%
RCP85-LTF	CMCC	50 years	25	-4.42%
		100 years	26	-5.28%
	CNRM	50 years	27	4.99%
		100 years	28	9.91%
	GUF	50 years	29	-7.55%
		100 years	30	-10.81%

Main Results

Διαχείριση Κινδύνου/Διακινδύνευσης

λόγω παράκτιων πλημμυρών

- Coastal Flooding Impact Analysis για εύρη παράκτιας κατάκλυσης

- Σήμα Κλιματικής Αλλαγής με ΑνΜΣΘ - SLR

24 scenario values of FA_{ext} (Difference of Future-Historical Period, Diff, in %) **with SLR impact**

for **STF and LTF periods' 50-/100-year RV** of extreme Storm Surge induced SLE for MeCSS simulation results

based on **3 RCMs** of the MED-CORDEX datasets (CMCC, CNRM, GUF). STF and LTF periods of analysis refer to **2021-2055** and **2066-2100**, respectively, compared to the Reference Period (**1971-2005**).

Climatic Scenario	RCM	RP	A/A	Climate Change Signal Diff (%) for FA_{ext} due to SLR_{mean}	Climate Change Signal Diff (%) for FA_{ext} due to SLR_{max}
RCP45-STF	CMCC	50 years	7	13.63%	23.97%
		100 years	8	17.55%	83.10%
	CNRM	50 years	9	6.99%	18.75%
		100 years	10	10.45%	22.66%
	GUF	50 years	11	8.65%	41.96%
		100 years	12	4.28%	61.46%
RCP45-LTF	CMCC	50 years	13	116.98%	135.51%
		100 years	14	115.93%	133.26%
	CNRM	50 years	15	135.42%	155.37%
		100 years	16	150.39%	176.25%
	GUF	50 years	17	109.37%	124.64%
		100 years	18	99.07%	116.93%
RCP85-STF	CMCC	50 years	19	21.33%	94.20%
		100 years	20	23.49%	95.35%
	CNRM	50 years	21	20.55%	64.57%
		100 years	22	23.40%	96.99%
	GUF	50 years	23	2.60%	12.70%
		100 years	24	-2.04%	7.60%
RCP85-LTF	CMCC	50 years	25	130.41%	175.63%
		100 years	26	128.07%	171.54%
	CNRM	50 years	27	153.81%	216.59%
		100 years	28	164.21%	233.73%
	GUF	50 years	29	118.17%	163.87%
		100 years	30	105.97%	154.06%



MedSeaRise



Co-funded by the European Union

Main Results

Διαχείριση Κινδύνου/Διακινδύνευσης

λόγω παράκτιων πλημμυρών

- Coastal Flooding Impact Analysis για χρόνους παράκτιας κατάκλυσης (FT)
- Σήμα Κλιματικής Αλλαγής με **AvMΣΘ - SLR**

24 scenario values of **FT_{ext}** (Difference of Future-Historical Period, Diff, in %) **with SLR impact**

for **STF and LTF periods' 50-/100-year RV** of extreme Storm Surge induced SLE for MeCSS simulation results

based on **3 RCMs** of the MED-CORDEX datasets (CMCC, CNRM, GUF). STF and LTF periods of analysis refer to **2021-2055** and **2066-2100**, respectively, compared to the Reference Period (**1971-2005**).

Climatic Scenario	RCM	RP	A/A	Climate Change Signal of Diff (%) for FT _{ext}
RCP45-STF	CMCC	50 years	7	1.71%
		100 years	8	2.95%
	CNRM	50 years	9	8.03%
		100 years	10	-0.59%
	GUF	50 years	11	-0.81%
		100 years	12	-2.17%
RCP45-LTF	CMCC	50 years	13	-1.57%
		100 years	14	0.95%
	CNRM	50 years	15	0.34%
		100 years	16	5.77%
	GUF	50 years	17	2.20%
		100 years	18	-0.88%
RCP85-STF	CMCC	50 years	19	6.00%
		100 years	20	4.09%
	CNRM	50 years	21	-0.35%
		100 years	22	2.07%
	GUF	50 years	23	-1.96%
		100 years	24	-4.40%
RCP85-LTF	CMCC	50 years	25	3.59%
		100 years	26	0.80%
	CNRM	50 years	27	1.17%
		100 years	28	3.26%
	GUF	50 years	29	-4.12%
		100 years	30	-3.78%



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Main Results

Διαχείριση Κινδύνου/Διακινδύνευσης

λόγω παράκτιων πλημμυρών

- Coastal Flooding Impact Analysis για χρόνους παράκτιας κατάκλυσης (FT)
- Σήμα Κλιματικής Αλλαγής με ΑνΜΣΘ - SLR

24 scenario values of FT_{ext} (Difference of Future-Historical Period, Diff, in %) **with SLR impact**

for **STF and LTF periods' 50-/100-year RV** of extreme Storm Surge induced SLE for MeCSS simulation results

based on **3 RCMs** of the MED-CORDEX datasets (CMCC, CNRM, GUF). STF and LTF periods of analysis refer to **2021-2055** and **2066-2100**, respectively, compared to the Reference Period (**1971-2005**).

Climatic Scenario	RCM	RP	A/A	Climate Change Signal Diff (%) for FT_{ext} due to SLR_{mean}	Climate Change Signal Diff (%) for FT_{ext} due to SLR_{max}
RCP45-STF	CMCC	50 years	7	2.09%	1.80%
		100 years	8	3.30%	5.84%
	CNRM	50 years	9	0.24%	2.67%
		100 years	10	-2.06%	4.29%
	GUF	50 years	11	0.70%	2.60%
		100 years	12	0.62%	0.79%
RCP45-LTF	CMCC	50 years	13	14.80%	-24.60%
		100 years	14	14.44%	-37.16%
	CNRM	50 years	15	10.16%	-31.48%
		100 years	16	-26.02%	-40.04%
	GUF	50 years	17	8.59%	-34.16%
		100 years	18	9.32%	-37.41%
RCP85-STF	CMCC	50 years	19	3.23%	7.09%
		100 years	20	4.63%	10.87%
	CNRM	50 years	21	4.59%	5.63%
		100 years	22	1.52%	5.06%
	GUF	50 years	23	-0.68%	1.02%
		100 years	24	-0.96%	0.44%
RCP85-LTF	CMCC	50 years	25	12.96%	-34.44%
		100 years	26	15.25%	-34.93%
	CNRM	50 years	27	-24.61%	-43.84%
		100 years	28	-31.67%	-41.10%
	GUF	50 years	29	10.69%	-42.71%
		100 years	30	-27.50%	-45.25%

Main Results

- Επιπτώσεις Παράκτιας Πλημμύρας – Έκθεση



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

MedSeaRise - Supporting Adaptation to Mediterranean Sea Level Rise

Main Results

Έκθεση (Exposure)

- I. Πληθυσμός και Κοινωνικά Ευάλωτες Ομάδες
- II. Κτίρια και Ακίνητα
- III. Οικονομικές Δραστηριότητες και Επιχειρήσεις
- IV. Κρίσιμες Υποδομές και Δίκτυα Κοινής Ωφελείας
- V. Συγκοινωνιακές και Μεταφορικές Υποδομές
- VI. Δημόσιες Δομές και Κοινοτικές Υπηρεσίες
- VII. Περιβαλλοντικά και Οικολογικά Κεφάλαια / Πόροι
- VIII. Διοικητικά και Διακυβερνητικά Κεφάλαια / Πόροι

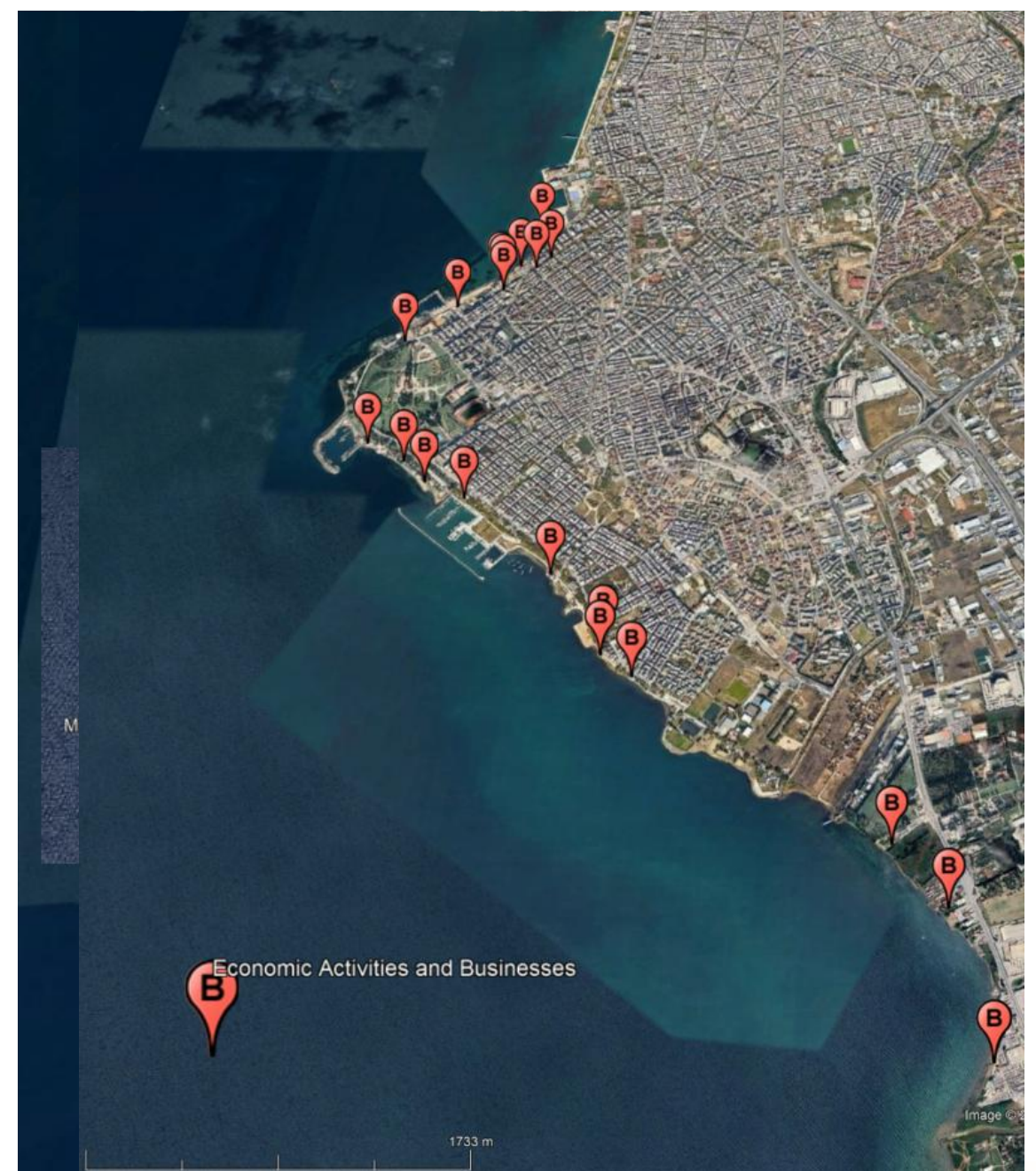
ID	Name / Type	Coordinates (WGS84)	Category	Description / Exposure Notes
P1	Aretsou Marina (Nautical Club pier, fuel docks)	~40.5710 N, 22.9590 E	Critical infrastructure	Boat operations, fuel pumps, utility
P2	Chapel of Agios Nikolaos (Aretsou marina)	40.5708 N, 22.9605 E	Cultural building	Wet-weather access disruption
P3	Palataki ("Kyvernion") at Karabournaki	~40.5745 N, 22.9615 E	Heritage building	Seawall adjacent; historic site
P4	Nea Krini Beach ("Miami" beach)	~40.5685 N, 22.9580 E	Tourism/recreation	Beachfront businesses, kiosks
P5	Planned Nea Krini Metro Station	40.5725 N, 22.9611 E	Public transport	Under-construction underground sta
P6	Coastal playground parks (Alsos Neas Krinis)	40.5708 N, 22.9616 E	Public facility / park	
P7	Wastewater pumping station (estimated near Taki Ekonomidi & coastal road)	~40.5750 N, 22.9570 E	Utilities infrastructure	Potential inundation point
P8	Bus stops along Themistokli Sofouli coastal route	40.5700 N, 22.9590 E	Transportation	Flood-risk service interruption



Main Results

Παραδείγματα προσδιορισμένων στοιχείων που βρίσκονται σε κίνδυνο από παράκτια πλημμυρικά φαινόμενα κατά μήκος του παράκτιου μετώπου της Καλαμαριάς

- A) **Υποδομές και δημόσια κτίρια** (σχολεία, μαρίνες, διατηρητέα κτίρια, στρατιωτικές βάσεις και αεροδρόμια).
- B) **Οικονομικές δραστηριότητες και επιχειρήσεις** (ΜΜΕ, μπαρ, καφετέριες, εστιατόρια, ταβέρνες, ναυπηγεία, θερινό σινεμά, πάρκο ψυχαγωγίας, εταιρείες ενοικίασης αυτοκινήτων κ.λπ.)



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

Main Results

35 scenario values of extreme **Flooded Areas (FA, in stremmas)** and **Flooded Fraction (FF, %)**

for Historical, STF, and LTF periods' **1-, 2-, 5-, 10-, 20-, 50-, and 100-year Return Periods (RP)** of extreme $SLE = SSH + Tide + SLR_{max}$ for MeCSS simulation results

based on one RCM (i.e., GUF) of the MED-CORDEX datasets. RPs are assigned to respective probabilities of occurrence of Return Values (RV): 1, 2, 5, 10, 20, 50, and 100%, respectively.

Reference/Historical, STF, and LTF periods of analysis refer to 1971-2005, 2021-2055, and 2066-2100, respectively, defining 5 discrete Global Warming Levels (GWL).

$$FF (\%) = FA_i / FA_{max}$$

$$FA_{max} = FA \text{ for the theoretical total maximum of } SLE_{max} = 6m$$

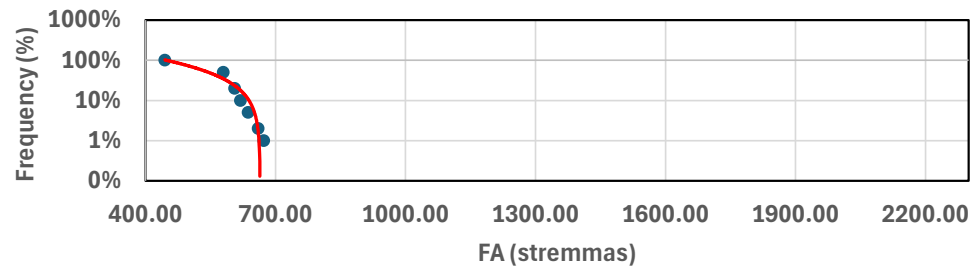
GWL	Scenario	GUF RCM				A/A	Kalamaria		
		RP	SSH (m)	SLR _{max} (m)	SSH+Tide +SLR _{max}		FA _{ext} (stremmas)	FF (%)	Probability of RV (%)
1	Historical	RP1	0.071	0.001	0.822	1	444.600	8.48%	100%
		RP2	0.265	0.002	1.017	2	579.225	11.05%	50%
		RP5	0.311	0.005	1.066	3	605.150	11.55%	20%
		RP10	0.331	0.010	1.091	4	619.175	11.82%	10%
		RP20	0.346	0.022	1.118	5	636.625	12.15%	5%
		RP50	0.360	0.042	1.152	6	659.725	12.59%	2%
		RP100	0.368	0.055	1.172	7	672.600	12.84%	1%
2	STF-4.5	RP1	0.080	0.005	0.835	8	454.475	8.67%	100%
		RP2	0.274	0.010	1.034	9	588.000	11.22%	50%
		RP5	0.316	0.025	1.091	10	618.650	11.81%	20%
		RP10	0.334	0.050	1.134	11	648.400	12.37%	10%
		RP20	0.346	0.114	1.210	12	706.075	13.47%	5%
		RP50	0.357	0.170	1.277	13	779.325	14.87%	2%
		RP100	0.363	0.205	1.318	14	817.425	15.60%	1%
3	STF-8.5	RP1	0.078	0.288	1.116	15	635.075	12.12%	100%
		RP2	0.261	0.296	1.307	16	808.175	15.42%	50%
		RP5	0.304	0.320	1.374	17	864.850	16.50%	20%
		RP10	0.324	0.360	1.434	18	1342.050	25.61%	10%
		RP20	0.338	0.456	1.544	19	1466.350	27.98%	5%
		RP50	0.352	0.520	1.622	20	1560.000	29.77%	2%
		RP100	0.360	0.560	1.670	21	1617.825	30.87%	1%
4	LTF-4.5	RP1	0.075	0.007	0.832	22	452.150	8.63%	100%
		RP2	0.299	0.013	1.062	23	603.300	11.51%	50%
		RP5	0.335	0.033	1.117	24	636.025	12.14%	20%
		RP10	0.345	0.065	1.160	25	664.400	12.68%	10%
		RP20	0.350	0.147	1.246	26	744.700	14.21%	5%
		RP50	0.353	0.214	1.317	27	816.625	15.58%	2%
		RP100	0.354	0.256	1.360	28	851.375	16.25%	1%
5	LTF-8.5	RP1	0.105	0.358	1.213	29	708.050	13.51%	100%
		RP2	0.242	0.368	1.360	30	851.850	16.26%	50%
		RP5	0.291	0.398	1.439	31	1348.225	25.73%	20%
		RP10	0.328	0.448	1.526	32	1448.275	27.64%	10%
		RP20	0.367	0.589	1.706	33	1674.925	31.96%	5%
		RP50	0.424	0.693	1.867	34	1960.925	37.42%	2%
		RP100	0.471	0.758	1.979	35	2279.850	43.51%	1%



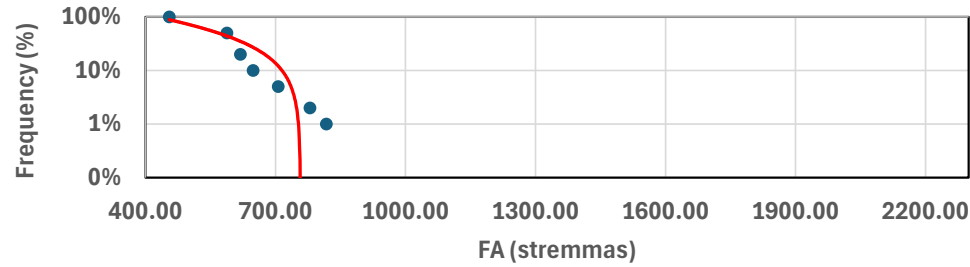
Main Results

GWL

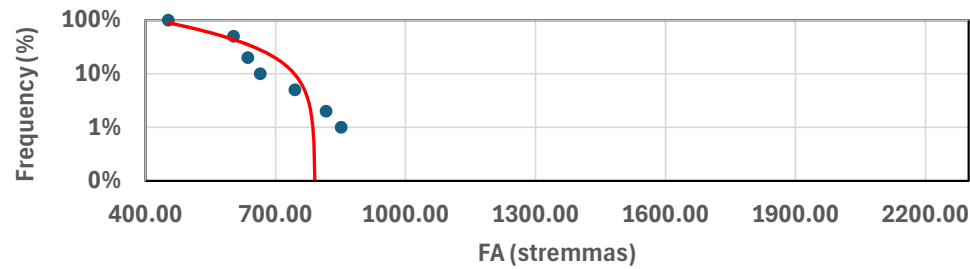
1



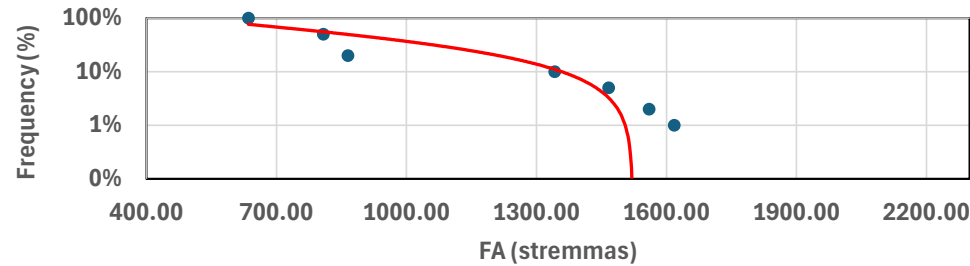
2



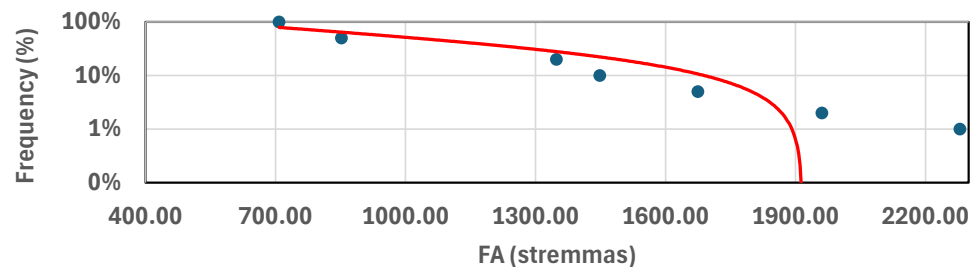
3



4



5



Coastal Flood risk curves for Flooded Area (FA, stremmas) by CoastFLOOD model due to coastal SLE values,

based on a combination for Historical, STF, and LTF periods' **1-, 2-, 5-, 10-, 20-, 50-, and 100-year Return Periods (RP)** of extreme SLE = SSH + Tide + SLR_{max} for MeCSS simulation results based on one RCM (i.e., GUF) of the MED-CORDEX datasets.

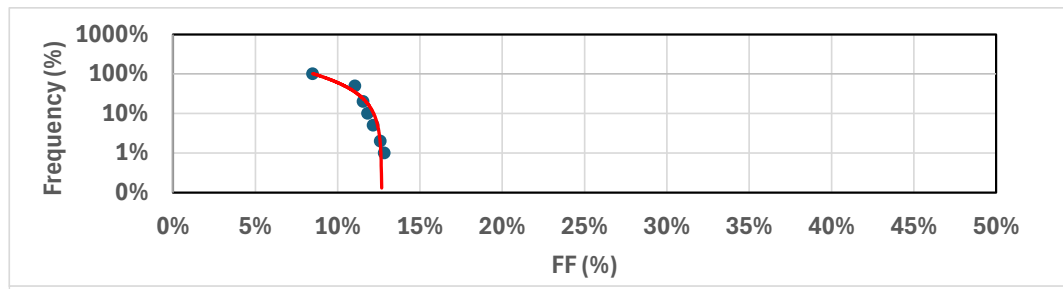
RPs are assigned to respective probabilities of occurrence of Return Values (RV): 1, 2, 5, 10, 20, 50, and 100%, respectively.

Reference/Historical, STF, and LTF periods of analysis refer to 1971-2005, 2021-2055, and 2066-2100, respectively, defining five discrete **Global Warming Levels (GWL) 1-5 from top to bottom of graphs.**

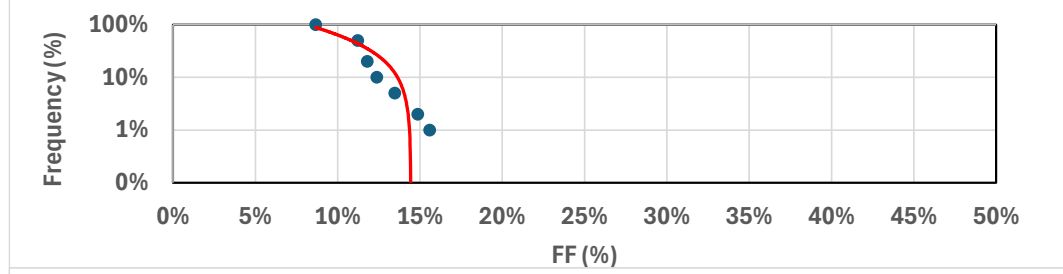
Main Results

GWL

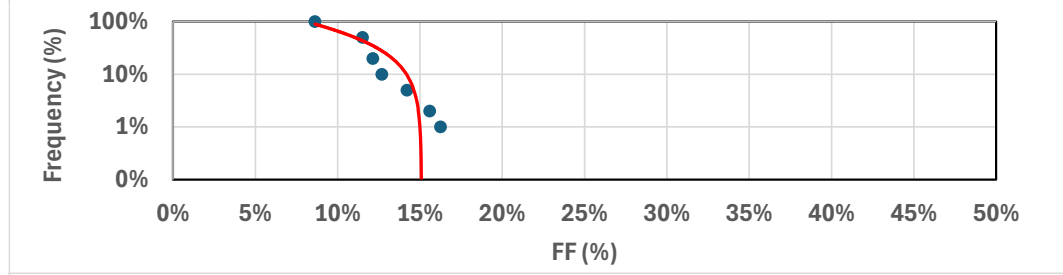
1



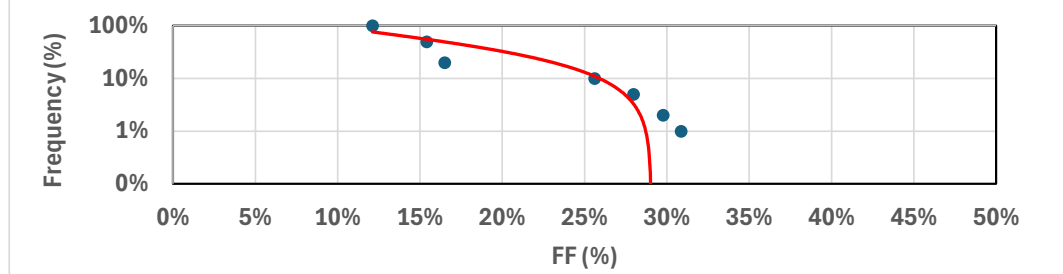
2



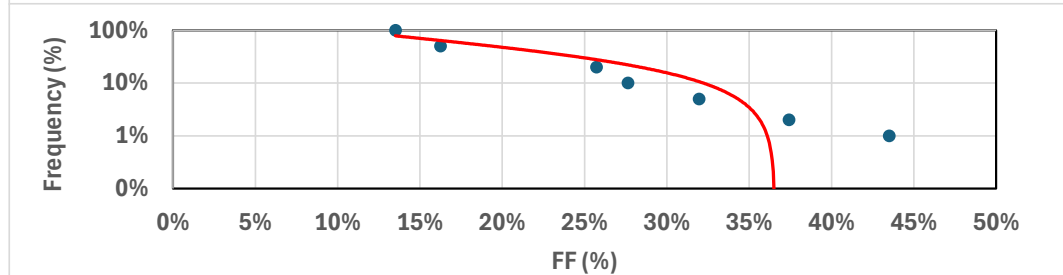
3



4



5



Coastal Flood risk curves for Flooded Fraction (FF, %) by CoastFLOOD model due to coastal SLE values,

based on a combination of Historical, STF, and LTF periods' **1-, 2-, 5-, 10-, 20-, 50-, and 100-year Return Periods (RP)** of extreme SLE = SSH + Tide + SLRmax for MeCSS simulation results based on one RCM (i.e., GUF) of the MED-CORDEX datasets.

RPs are assigned to respective probabilities of occurrence of Return Values (RV): 1, 2, 5, 10, 20, 50, and 100%, respectively.

Reference/Historical, STF, and LTF periods of analysis refer to 1971-2005, 2021-2055, and 2066-2100, respectively, defining five discrete Global Warming Levels (GWL) 1-5 from top to bottom of graphs.



$$FF (\%) = \frac{FA_i}{FA_{max}}$$

$FA_{max} = FA$ for the theoretical total maximum of $SLE_{max} = 6m$

ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

1. Γενικά συμπεράσματα για την περιοχή μελέτης

- Η παράκτια ζώνη της **Καλαμαριάς** (Καραμπουρνάκι–Κόδρα–Κούρι–Αρετσού–Νέα Κρήνη–Μίκρα) είναι **σχετικά υψηλής τρωτότητας** λόγω χαμηλών υψομέτρων εδάφους, τεχνητών επιχωματώσεων και έντονης αστικής χρήσης κοντά στην ακτογραμμή.
- Οι πλημμύρες δεν περιορίζονται διοικητικά στην Καλαμαριά· επεκτείνονται προς **Δήμο Θεσσαλονίκης, Πυλαίας–Χορτιάτη, Θέρμης, και Θερμαϊκού** συμπεριλαμβάνοντας το **Αεροδρόμιο Μακεδονία** και την περιοχή του **THESS-INTEC**.
- Η ευπάθεια/ευαλωτότητα της περιοχής **μπορεί να ενισχύεται από πιθανή καθίζηση (απαιτείται περαιτέρω σχετική μελέτη), αστική υπερανάπτυξη και έλλειψη ενιαίου σχεδιασμού στην παράκτια ζώνη ολόκληρου του ανατολικού Θερμαϊκού Κόλπου.**



ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

2. Σενάρια Θαλάσσιας Στάθμης & Ακραίων Τιμών (Εκτίμηση Κινδύνου)

2.1 Μετεωρολογική παλίρροια από το μοντέλο MeCSS

- Υπολογίστηκαν ετήσιες μέγιστες τιμές θυελλογενών παλιρροιών για ιστορική 35-ετή περίοδο (σενάριο βάσης), και εγγύς και μακρινό μέλλον STF (2021–2055) και LTF (2066–2100).
- Μέσω μεθόδου **GEV** με χρήση L-moments προέκυψαν συνολικά ύψη νερού στην ακτογραμμή για επεισόδια 50- και 100-ετούς περιόδου επαναφοράς.
- Η **αβεβαιότητα μεταξύ δεδομένων περιοχικών κλιματικών μοντέλων RCMs (CMCC, CNRM, GUF)** είναι **υψηλή**, οδηγώντας σε διαφορετικές προβολές έντασης ακραίων επεισοδίων.



ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

2. Σενάρια Θαλάσσιας Στάθμης & Ακραίων Τιμών (Εκτίμηση Κινδύνου)

2.2 Παλίρροια (Tide)

- Μεγίστη τιμή παλιρροϊκού εύρους για την περιοχή έχει ληφθεί όσο το δυνατό μεγαλύτερη (με βάση ιστορικές παρατηρήσεις) και περιλαμβάνει και την επάλλαξη (συνδυασμός ανύψωσης λόγω κυμάτων και ανέμων): **~0.75 m**, και αξιοποιείται στις προσομοιώσεις πλημμύρας.
- Δεν αναμένεται σημαντική μεταβολή της παλιρροιακής συνιστώσας στο μέλλον.

2.3 Μελλοντική Άνοδος Μέσης Στάθμης (SLR)

- Χρήση σεναρίων NASA (SSP2-4.5 & SSP5-8.5).
- Για την περιοχή Θεσσαλονίκης προβλέπεται μέσο και ακραίο σενάριο:
 - **+0.20–0.40 m** μέχρι το 2050
 - **+0.70–1.10 m** μέχρι το 2100 (SSP5-8.5)
- Οι αποκλίσεις μεταξύ SLR_{mean} και SLR_{max} προκαλούν τεράστιες διαφορές στα πλημμυρικά αποτελέσματα, σε ορισμένες περιπτώσεις >200% αύξηση πλημμυρισμένων εκτάσεων.



ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

3. Αποτελέσματα Προσομοιώσεων Παράκτιας Πλημμύρας (CoastFLOOD)

3.1 Έκταση παράκτιας πλημμύρας (Flooded Area – FA)

- Η έκταση πλημμύρας αυξάνεται σημαντικά με:
 - υψηλότερες τιμές **SLR**,
 - παλίρροια + storm surge,
 - διαφορές των περιόδων επαναφοράς (50–100 έτη).
- Για πολλές περιοχές, η μέγιστη πλημμυρική εξάπλωση σημειώνεται στον άξονα:
 - **Αρετσού – Νέα Κρήνη**
 - **Κόδρα – Καραμπουρνάκι**
 - **Μίκρα – Αεροδρόμιο Μακεδονία**
- Υπολογίστηκαν **35 σενάρια** πλημμυρικής κάλυψης (FA) & ποσοστού ενεργής πλημμύρας (Flooded Fraction, FF) για ιστορική, STF, LTF, και περίοδο επαναφοράς RP 1–100 έτη.



3.2 Ύψη Υδάτων Παράκτιας Πλημμύρας (Floodwater Heights – FH)

- Σε σενάρια LTF + SLR_{max}, παρατηρούνται ύψη νερού:
 - **>0.5–1.0 m** σε τμήματα της Αρεστούς και Νέας Κρήνης,
 - **>1.0 m** σε περιοχές Μίκρας και παράκτιες υποδομές.
- Η αύξηση FH είναι σημαντικά μεγαλύτερη στο σενάριο SSP5-8.5.

3.3 Ένταση Παράκτιας Πλημμύρας (Flood Intensity – FI)

- Υψηλές τιμές FI συναντώνται σε περιοχές πολύ κοντά στην ακτογραμμή με μεγάλες κλίσεις μικροαναγλύφου/διαδρομές απορροής (για Δήμο Καλαμαριάς). Στις όμορες περιοχές δήμων η πιθανή κατάκλυση είναι σαφώς πιο διευρυμένη.
- Οι μεταβολές FI στον LTF είναι έως και **πολλαπλάσιες** των ιστορικών τιμών, επηρεάζοντας κρίσιμες υποδομές πολύ κοντά στην ακτογραμμή (για Δήμο Καλαμαριάς). Στις όμορες περιοχές δήμων η πιθανή κατάκλυση είναι σαφώς πιο διευρυμένη.

3.4 Χρόνος Πλημμύρας (Flood Time – FT)

- Η διάρκεια πλημμύρας αυξάνεται αισθητά στα μελλοντικά σενάρια.
- Με SLR εφαρμόζεται σημαντική επιβάρυνση: πολλές περιοχές εμφανίζουν **+20% έως +60% αύξηση** του FT .

ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

4. Χαρτογράφηση Τρωτότητας – Έκθεση (Exposure Analysis)

- Οι προσομοιώσεις αποκάλυψαν πλήθος στοιχείων σε διακινδύνευση:

4.1 Κτίρια & περιουσία

- Χαμηλά υψομετρικά τμήματα με έντονη δόμηση σε Αρετσού–Νέα Κρήνη–Μίκρα εκτίθενται συστηματικά σε πλημμυρικά φαινόμενα.
- Πλήθος κατοικιών και επιχειρήσεων βρίσκεται εντός των πλημμυρικών εκτάσεων σε μελλοντικά σενάρια.

4.2 Υποδομές & κρίσιμα συστήματα

- **Μαρίνες, αντλιοστάσια, παράκτιοι δρόμοι, δίκτυα ύδρευσης/αποχέτευσης, παράκτιοι πεζόδρομοι.**
- Συγκεκριμένοι χώροι πολιτιστικής κληρονομιάς, σχολεία, κοινωφελείς υποδομές.
- Πλημμυρικό ρίσκο επεκτείνεται προς **Αεροδρόμιο Μακεδονίας**, ιδιαίτερα στον διάδρομο πρόσβασης και τα περιμετρικά πεδία (εκροή ποταμού Ανθεμόντα και Thess-Intec).

4.3 Οικονομικές δραστηριότητες

- Συγκέντρωση επιχειρήσεων (εστίαση, αναψυχή, τουρισμός, boatyards, πολιτιστικά σημεία) που επηρεάζονται από ακόμη και μέσης έντασης ακραίες τιμές για την επεισοδιακή ανύψωση στάθμης θάλασσας.

4.4 Κοινωνική Τρωτότητα

- Πυκνοκατοικημένες περιοχές με σημαντικές κοινωνικές ομάδες που έχουν χαμηλή δυνατότητα προσαρμογής (*απαιτείται περαιτέρω σχετική μελέτη τρωτότητας/ευαλωτότητας*).



ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

5. Παράγωγοι Δείκτες Επιδράσεων (Impact Indexes)

5.1 CFII / CFRI

- Οι δείκτες επιβεβαιώνουν ότι:
 - Η Έκθεση (**Exposure**) αυξάνεται δραματικά σε LTF + SLRmax.
 - Ο Κίνδυνος (**Hazard**) από ακραίες τιμές για την επεισοδιακή θυελλογενή ανύψωση στάθμης θάλασσας ενισχύεται ακόμη και σε μέτρια αύξηση ΜΣΘ.
 - Η Τρωτότητα (**Vulnerability**) πιθανότατα παραμένει υψηλή λόγω μορφολογίας & χρήσεων γης (**απαιτείται περαιτέρω σχετική μελέτη τρωτότητας/ευαλωτότητας**).

5.2 Built-up Impact Index (BUII)

- Εκτίμηση: από «Μέτριο» στο ιστορικό σενάριο → «Υψηλό/Πολύ υψηλό» για LTF στο SSP5-8.5 (**απαιτείται περαιτέρω σχετική λεπτομερής μελέτη**).

5.3 Critical Infrastructure Index

- Σημαντικά τμήματα κρίσιμων υποδομών εμπίπτουν σε ζώνες πλημμύρας 50–100 ετών (**απαιτείται περαιτέρω σχετική λεπτομερής μελέτη**).



ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

6. Κύρια Συμπεράσματα / Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

- Η Καλαμαριά είναι σε γενικές γραμμές φυσικά προστατευμένη (λόγω τοπογραφίας του Θερμαϊκού Κόλπου) από τις θυελλογενείς παλίρροιες (ΘΠ) με βάση τα σημερινά στοιχεία Ανόδου της Μέσης Στάθμης Θάλασσας (ΑΜΣΘ).
- Όμως με βάση τα ακραία σενάρια Ανόδου Μέσης Στάθμης Θάλασσας μέχρι το 2055 και το 2100 πιθανώς να γίνει μια από τις πιο ευάλωτες αστικές περιοχές του Θερμαϊκού Κόλπου σε ΑΣΜΘ + ΘΠ.
- Η γεωμορφολογία και η χρήσεις γης (στενές παράκτιες λεκάνες, επιχωματώσεις, αδιαπέρατες επιφάνειες κ.λπ.) επιτείνει την ταχεία επέκταση πλημμυρών.
- Η αβεβαιότητα των κλιματικών μοντέλων είναι μεγάλη, αλλά σε όλα τα RCMs η τάση είναι αρνητική για την παράκτια ζώνη.



ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

- Σε συνθήκες LTF + SSP5-8.5 + SLR_{max}, αναδεικνύεται **μεγάλης κλίμακας μελλοντική επιδείνωση**:
 - +50% έως +200% αύξηση πλημμυρισμένων επιφανειών
 - αύξηση ύψους και ταχύτητας πλημμυρικών υδάτων
 - επέκταση πιθανών διαδρομών κατάκλυσης (υδραυλικής συνδεσιμότητας πλημμύρας) προς κατοικημένες ζώνες
- Ο κίνδυνος δεν είναι μόνο «φυσικός» αλλά **λειτουργικός και οικονομικός**, με άμεσες επιπτώσεις σε:
 - τοπική οικονομία,
 - τουρισμό,
 - μετακινήσεις & πρόσβαση,
 - δημόσιες υπηρεσίες,
 - υγεία & ασφάλεια.

(απαιτείται περαιτέρω σχετική λεπτομερής κοινωνικοοικονομική, περιβαλλοντική και οικονομοτεχνική μελέτη).



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union

ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

7. Προκλήσεις & Ζητήματα για Μελλοντικό Σχεδιασμό

- **Μεγάλη αβεβαιότητα** μεταξύ RCMs καθιστά δύσκολο τον ενιαίο σχεδιασμό μέτρων.
- **Τεράστια εξάρτηση** των αποτελεσμάτων από τα σενάρια AMΣΘ/SLR.
- **Πυκνή δόμηση & κρίσιμες αστικές λειτουργίες** σε ζώνες υψηλής επικινδυνότητας.
- **Ελλιπής διαδημοτική συνεργασία**, παρά το γεγονός ότι η πλημμύρα είναι ένα διαδημοτικό πρόβλημα σε κλίμακα περιφέρειας.
- Ανάγκη για **συστηματική παρακολούθηση της εδαφικής καθίζησης** και αξιοποίηση GNSS / LiDAR / υψηλής ακρίβειας DEM.
- Ανάγκη για **σχέδια προσαρμογής (adaptation pathways)** με βάση διαφορετικά επίπεδα υπερθέρμανσης πλανήτη.



8. Τελικό Συμπέρασμα Μελέτης

Η συνδυασμένη ανάλυση **ΑΜΣΘ/SLR + αστρονομικής παλίρροιας + ακραίας θυελλογενούς παλίρροιας + ιδιαιτεροτήτων αστικού τοπίου** καταλήγει με σαφήνεια στο ότι:

- Η παράκτια ζώνη της Καλαμαριάς δυνητικά θα κινδυνεύει να βιώσει αύξηση στη συχνότητα, έκταση και ένταση παράκτιων πλημμυρών, ειδικά κατά το δεύτερο μισό του 21^{ου} αιώνα, με άμεσες συνέπειες για οικονομικές δραστηριότητες, υποδομές και την κοινωνία.
- Η ανάγκη για **άμεσα, στοχευμένα, πολυεπίπεδα μέτρα προσαρμογής** θεωρείται αδήριτη.



MedSeaRise - Supporting Adaptation to Mediterranean Sea Level Rise

Thank you for your attention!

Christos Makris

Assistant Professor DUTH

cmakris@civil.duth.gr

chrismakris@gmail.com

On behalf of **ANATOLIKI S.A.**

Vasiliki Papadopoulou

MSc Chemical Engineering, General Director

Yannis Androulidakis

Associate Professor UoA

iandroul@aegean.gr

Eleni Iordanidou

Forester-Environmentalist, MSc



Methodology slides thanks to

Dario B. Gaiotti

ARPA FVG - PP2

CRMA – Regional Center for

Environmental Modelling

www.facebook.com/InterregEuroMED/

www.linkedin.com/company/interreg-euro-med-programme

<http://twitter.com/InterregEuroMED>

www.youtube.com/user/medprogramme



MedSeaRise

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union