



Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος



Παρουσίαση Διδακτορικής Διατριβής με τίτλο Ένα Ολοκληρωμένο Σύστημα Εκτίμησης της Επικινδυνότητας και των Επιπτώσεων Πλημμυρικών Φαινομένων

Υπ. Διδάκτωρ Βοζινάκη Ανθή-Ειρήνη

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Καθ. Καρατζάς Γεώργιος (Επιβλέπων)

Καθ. Νικολαΐδης Νικόλαος (Μέλος τριμελούς επιτροπής)

Αναπλ. Καθ. Συμπέθερος Ιωάννης (Μέλος τριμελούς επιτροπής)

Καθ. Λουκάς Αθανάσιος

Επικ. Καθ. Παρανυχιανάκης Νικόλαος

Καθ. Τσάνης Ιωάννης

Επικ. Καθ. Τσουχλαράκη Ανδρονίκη

Χανιά, 21 Ιουλίου 2014

Αντικείμενο διδακτορικής διατριβής

ο Πλημμύρα

- ο Σημαντική φυσική καταστροφή
- ο Απειλή για τον άνθρωπο $\Rightarrow$ υλικές ζημιές, απώλεια ανθρώπινης ζωής



Σκοπός διδακτορικής διατριβής

- ο Δημιουργία ολοκληρωμένου εργαλείου για τον
 - ο Προσδιορισμό περιοχών υψηλού πλημμυρικού κινδύνου
 - ο Προσδιορισμό περιοχών υψηλού κινδύνου πλημμυρικής ζημιάς



Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

Επαλήθευση μοντέλου

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

Δημοσιεύσεις

Θεωρητικό υπόβαθρο-Πλημμύρα

ο Ποτάμια πλημμύρα

- ο Συχνότερη και πιο δαπανηρή φυσική καταστροφή παγκοσμίως
- ο Μεγάλη οικονομική δραστηριότητα στην πλημμυρική κοίτη $\Rightarrow$ σημαντικές απώλειες

ο Αιφνίδια πλημμύρα (flash floods) $\Rightarrow$ ορμητική, μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας

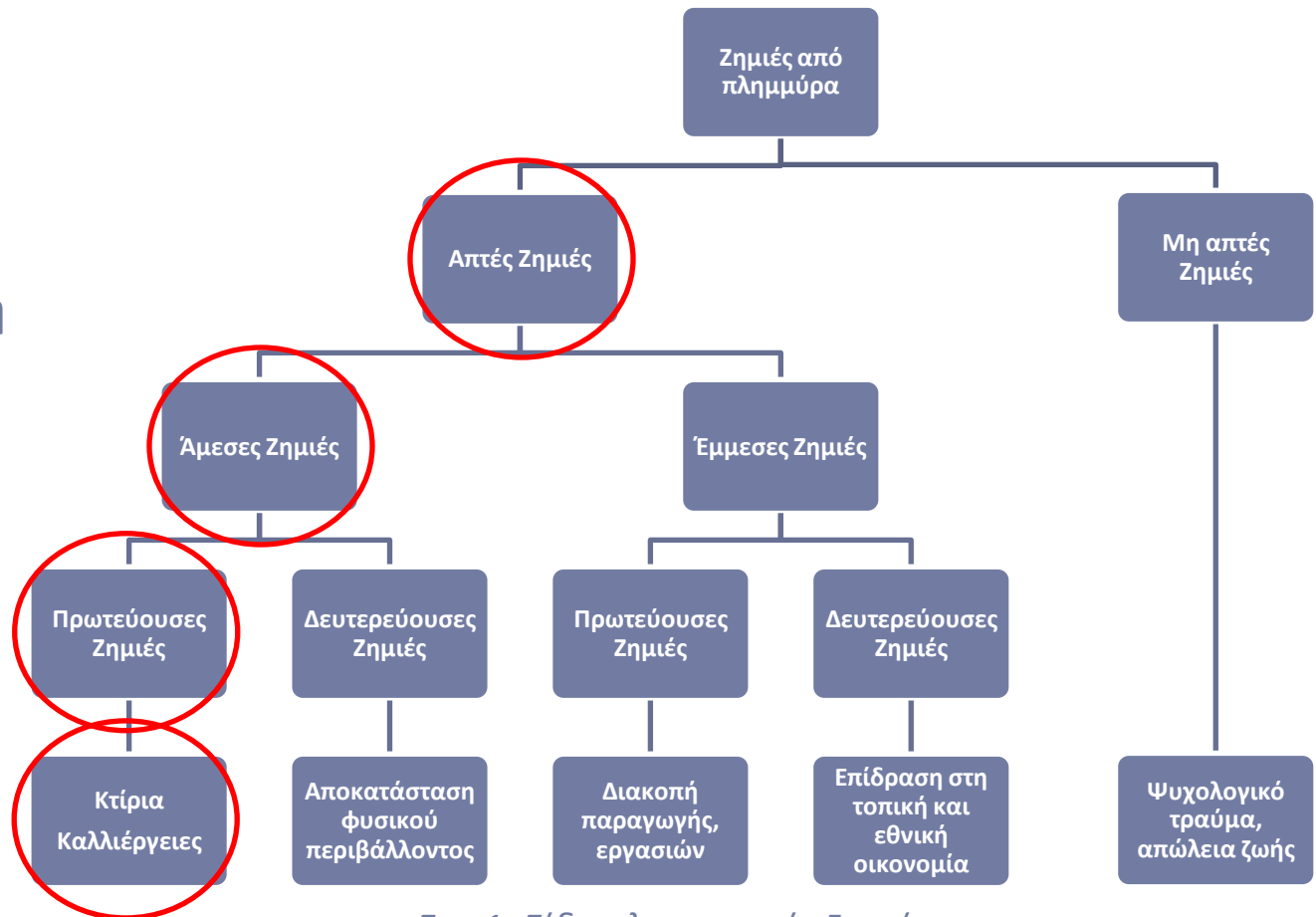
- ο Γρήγορη αύξηση στάθμης
- ο Υψηλές ταχύτητες
- ο Σημαντική επιφανειακή απορροή
- ο Μικρός χρόνος προειδοποίησης

Θεωρητικό υπόβαθρο-Πλημμυρική Ζημιά

Εκφράζονται σε νομισματικές μονάδες

Άμεση και φυσική επαφή νερού με ιδιοκτησίες

Προκύπτουν από την ίδια την πλημμύρα



Εικ. 1. Είδη πλημμυρικής ζημιάς

- Αγροτικός τομέας
- Αστικός τομέας

Θεωρητικό υπόβαθρο-Πλημμυρικές παράμετροι

- Παράμετροι επιπτώσεων $\Rightarrow$ αναφέρονται στα χαρακτηριστικά πλημμύρας
 - Ύψος και ταχύτητα κύματος πλημμύρας
 - Διάρκεια, συχνότητα και εποχή εμφάνισης πλημμύρας
 - Συγκέντρωση φερτών υλικών
- Παράμετροι αντίστασης $\Rightarrow$ αναφέρονται στα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που εκτίθενται στην πλημμύρα
 - Είδος κτιρίου/καλλιέργειας
 - Στάδιο ανάπτυξης καλλιέργειας
 - Ύπαρξη μέτρων έκτακτης ανάγκης-προφύλαξης

Θεωρητικό υπόβαθρο-Παράμετροι επιπτώσεων

- Εποχή εμφάνισης πλημμύρας
 - Σημαντική παράμετρος σε αγροτικό περιβάλλον $\Rightarrow$ άμεση σύνδεση με στάδιο ανάπτυξης καλλιέργειας
- Ύψος κύματος $\Rightarrow$ όσο υψηλότερο τόσο μεγαλύτερη ζημιά σε αστικό και αγροτικό περιβάλλον
- Ταχύτητα κύματος $\Rightarrow$ όσο μεγαλύτερη τόσο μεγαλύτερη ζημιά σε αστικό και αγροτικό περιβάλλον
 - Αποτελεί πολύ σημαντική παράμετρο για τις αιφνίδιες πλημμύρες $\Rightarrow$ ολική κατάρρευση κτιρίων, ατυχήματα, απώλεια ανθρώπινης ζωής

Θεωρητικό υπόβαθρο-Καμπύλες ζημιάς

- Σημαντικότερος παράγοντας στη μέθοδο εκτίμησης πλημμυρικής ζημιάς
- Μαθηματική σχέση ανάμεσα στις πλημμυρικές παραμέτρους και στην προκαλούμενη πλημμυρική ζημιά σε συγκεκριμένο τύπο κτίσματος/καλλιέργειας
- Τρία είδη καμπυλών
 - Εμπειρικές καμπύλες
 - Συνθετικές καμπύλες
 - Συνδυαστικές καμπύλες

Θεωρητικό υπόβαθρο-Καμπύλες ζημιάς

- Εμπειρικές καμπύλες ζημιάς $\Rightarrow$ ιστορικά δεδομένα ζημιάς από πραγματικά γεγονότα πλημμύρας
- Συνθετικές καμπύλες ζημιάς $\Rightarrow$ δεδομένα ζημιάς από υποθετικές ερωτήσεις τύπου «τι θα γινόταν, εάν...» (what-if-questions) $\Rightarrow$ χρήση ερωτηματολογίων
- Συνδυαστικές καμπύλες ζημιάς $\Rightarrow$ πιο ακριβείς για την εκτίμηση ζημιάς

Θεωρητικό υπόβαθρο-Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς

- Δύο είδη μεθόδων εκτίμησης ζημιάς
 - Εκτίμηση ανά οικόπεδο/αγροτεμάχιο
 - Εκτίμηση σε πλέγμα
- Γενικά δεν έχει δημιουργηθεί ακόμα κάποια ενιαία μέθοδος εκτίμησης πλημμυρικής ζημιάς
 - Μεταφορά δεδομένων και μεθόδων εκτίμησης ζημιάς στο χρόνο και στο χώρο χωρίς επαρκή αιτιολόγηση των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

Επαλήθευση μοντέλου

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

Δημοσιεύσεις

Προσομοίωση πλημμύρας-MIKE FLOOD

- Υδρολογικό μοντέλο πλέγματος
- MIKE FLOOD = MIKE 11 (1D) + MIKE 21 (2D)
- Υπολογισμός παραμέτρων σε κάθε κελί του MIKE FLOOD πλέγματος
 - Μέγιστη τιμή ύψους πλημμυρικού κύματος
 - Αντίστοιχη συνισταμένη ταχύτητα πλημμυρικού κύματος τη χρονική στιγμή όπου το ύψος μεγιστοποιείται

Προσομοίωση πλημμύρας-1D MIKE 11

- Προσομοίωση πλημμυρικής ροής κατά μήκος ποταμού
- Εξισώσεις Saint Venant για κάθε ανοιχτή διατομή καναλιού

- Αρχή διατήρησης μάζας $\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$

- Αρχή διατήρησης ορμής $\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$

Q : εκροή (m^3s^{-1}), A : επιφάνεια ροής (m^2), q : πλευρική ροή (m^2s^{-1}), h : στάθμη πάνω από το σημείο αναφοράς (m), C : Chezy συντελεστής αντίστασης ($\text{m}^{1/2}\text{s}^{-1}$), R : υδραυλική ακτίνα (m), α : συντελεστής κατανομής ορμής (αδιάστατο)

Προσομοίωση πλημμύρας-2D MIKE 21

- Προσομοίωση επιφανειακής απορροής στην πλημμυρική κοίτη ποταμού

○ Εξισώσεις Saint Venant

- Αρχή διατήρησης μάζας
$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t}$$

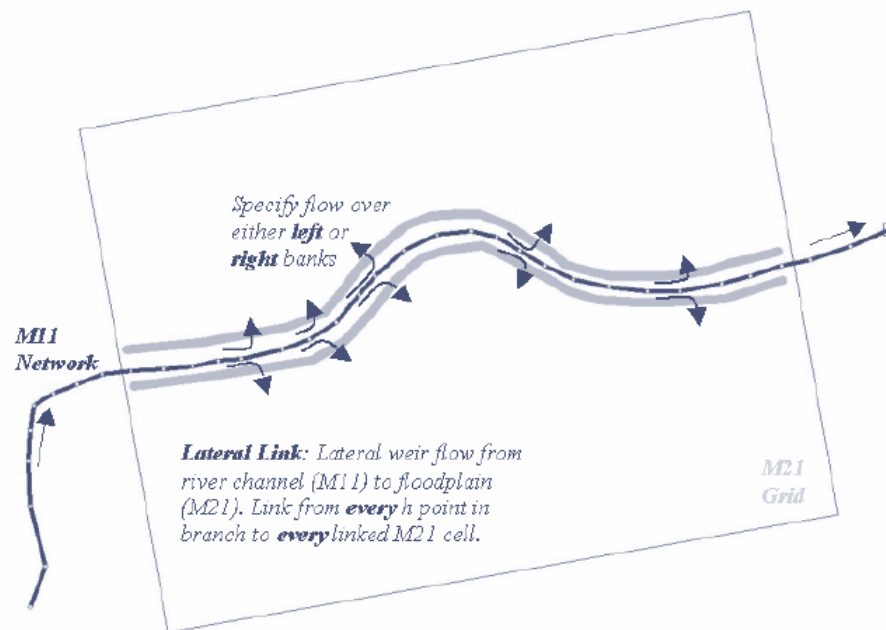
- Αρχή διατήρησης ορμής

$$\begin{aligned} \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\eta^2}{h} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(\frac{pq}{h} \right)}{\partial y} + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{g\eta \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial (h\tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial (h\tau_{xy})}{\partial x} \right] + \Omega_{\eta} \\ - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial (p_{\alpha})}{\partial y} = 0 \end{aligned}$$

ζ: υψόμετρο (m), d: χρονικά εξαρτώμενο ύψος νερού (m), h: ύψος νερού (m), p_{α} : ατμ. πίεση ($\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-2}$), C: Chezy αντίσταση ($\text{m}^{1/2}\text{s}^{-1}$), ρ_w : πυκνότητα (kg m^{-3}), $f(V)$: συντ. τριβής αέρα (αδιάστατο), Ω : παράμετρος Coriolis (s^{-1}), g: επιτάχυνση βαρύτητας (ms^{-2}), τ_{xx} , τ_{yy} , τ_{xy} : συντ. διατμητικής τάσης (m^2s^{-2}), p, q: πυκνότητες ροής x-, y- διεύθυνση (m^2s^{-1}), V, V_x , V_y : συντ. ταχύτητας ανέμου x-, y-διεύθυνση (ms^{-1})

Προσομοίωση πλημμύρας-MIKE FLOOD

- Χρήση πλευρικών συνδέσεων: σύνδεση κελιών πλημμυρικής κοίτης MIKE 21 με κλάδο ποταμού MIKE 11



Εικ. 2. MIKE FLOOD πλευρικές συνδέσεις
(MIKE FLOOD Reference manual 2011)

Πληροφορία πλημμυρικής ζημιάς

- ο Έλλειψη ιστορικών δεδομένων για τη σύνδεση της ζημιάς με πλημμυρικές παραμέτρους ⇒ υιοθέτηση συνθετικών μεθόδων
 - ο Δημιουργία ερωτηματολογίου και για τους δυο οικονομικούς τομείς



Δημιουργία ερωτηματολογίου-Αγροτικός τομέας

- Βοήθεια από πρακτικούς και ερευνητές γεωπόνους από Πολυτεχνείο Κρήτης, ΕΘΙΑΓΕ και ΚΕΠΠΥΕΛ-ατομικές συνεντεύξεις και ομαδικές συναντήσεις
- Τελικές πλημμυρικές παράμετροι:
 - Επίπτωσης $\Rightarrow$ ύψος και ταχύτητα κύματος, περίοδος εμφάνισης πλημμύρας
 - Αντίστασης $\Rightarrow$ είδος καλλιέργειας, φάση ανάπτυξης καλλιέργειας
- Καλλιέργειες:
 - Ελαιόδεντρα
 - Πορτοκαλαιόδεντρα
 - Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (Υπαίθριες Τοματιές και Φυλλώδη λαχανικά)



Δημιουργία ερωτηματολογίου-Αστικός τομέας

ο Συνδυασμός

- ο Στοιχείων βιβλιογραφίας
- ο Αποτελεσμάτων απογραφής οικοδομών και κτιρίων του νομού Χανίων-ΕΛΣΤΑΤ (2000)
- ο Επιστημονική γνώμη πολιτικών μηχανικών και αρχιτεκτόνων

ο Τελικές πλημμυρικές παράμετροι:

- ο Επίπτωσης $\Rightarrow$ ύψος και ταχύτητα κύματος
- ο Αντίστασης $\Rightarrow$ υλικό και θεμελίωση κατασκευής

ο Κτίσματα:

- ο Φέροντα οργανισμό από σκυρόδεμα και τοιχοποιία από τούβλο-βαθιά θεμελίωση
- ο Πέτρινα-επιφανειακή θεμελίωση
- ο Τούβλο-τσιμεντότουβλο-επιφανειακή θεμελίωση

Συμπλήρωση ερωτηματολογίου

- Αγροτικός τομέας $\Rightarrow$ γεωπόνοι $\Rightarrow$ 2 φάσεις συμπλήρωσης 🌳
- Αστικός τομέας $\Rightarrow$ πολιτικοί μηχανικοί και αρχιτέκτονες $\Rightarrow$ 1 φάση συμπλήρωσης 🏠



Ερωτηματολόγιο-Αγροτικός τομέας

ο Γενικές υποθέσεις:

- ο Αιφνίδια πλημμύρα $\Rightarrow$ μικρή διάρκεια, μεγάλη ένταση
- ο Κατακλυσμένη περιοχή $\Rightarrow$ υψόμετρο: 0-20 m, κλίση: $\sim 1\%$
- ο Μηδενική διάρκεια παραμονής νερού στο κατακλυσμένο χωράφι
- ο Ένα μόνο είδος καλλιέργειας σε κάθε χωράφι
- ο Μόνο οι άμεσες ζημιές λαμβάνονται υπόψη
- ο Αμελητέα πιθανότητα πλημμύρας $\Rightarrow$ Μάιο ως Σεπτέμβριο
- ο 4 ερευνητικά φύλλα



Ερωτηματολόγιο-Αγροτικός τομέας

ο Ελαιόδεντρο

- ο Ποικιλία «Κορωνέικη»
- ο > 20 ετών δέντρα
- ο Συγκομιδή ως
Φεβρουάριο

ο Πορτοκαλαιόδεντρο

- ο Ποικιλία
«ομφαλοφώρα-Μέρλιν»
- ο > 15 ετών δέντρα
- ο Συγκομιδή ως Μάρτιο

% Ζημιά από πλημμύρα σε Πορτοκαλιά				
Υψος νερού σε μέτρα	Ταχύτητα (m/s)			Χρονική Περίοδος
	Μικρή 0 < v ≤ 0.5	Μεσαία 0.5 < v ≤ 1.5	Μεγάλη 1.5 < v ≤ 4.5	
0 < h ≤ 0.5	%	%	%	Μάρτιος
0.5 < h ≤ 1	%	%	%	
1 < h < 2	%	%	%	
0 < h ≤ 0.5	%	%	%	Απρίλιος
0.5 < h ≤ 1	%	%	%	
1 < h ≤ 2	%	%	%	
Μάιος – Σεπτέμβριος (Θεωρείται μικρή η πιθανότητα εμφάνισης πλημμύρας)				
0 < h ≤ 0.5	%	%	%	Οκτώβριος
0.5 < h ≤ 1	%	%	%	
1 < h ≤ 2	%	%	%	
0 < h ≤ 0.5	%	%	%	Νοέμβριος
0.5 < h ≤ 1	%	%	%	
1 < h < 2	%	%	%	
0 < h ≤ 0.5	%	%	%	Δεκέμβριος
0.5 < h ≤ 1	%	%	%	
1 < h ≤ 2	%	%	%	
0 < h ≤ 0.5	%	%	%	Ιανουάριος
0.5 < h ≤ 1	%	%	%	
1 < h < 2	%	%	%	
0 < h ≤ 0.5	%	%	%	Φεβρουάριος
0.5 < h ≤ 1	%	%	%	
1 < h ≤ 2	%	%	%	

Εικ. 4. Εξέλιξη της ζημιάς από πλημμύρα σε Πορτοκαλαιόδεντρο



Ερωτηματολόγιο-Αγροτικός τομέας

○ Υπαίθρια Τοματιά

- Πρώιμη ποικιλία
- Όψιμη ποικιλία

○ Φυλλώδη λαχανικά

- Καρποφορία: Δεκέμβριο ως Μάρτιο

% Ζημιά από πλημμύρα σε Φυλλώδες λαχανικό (Μαρούλι)				
Υψος νερού σε μέτρα	Ταχύτητα (m/s)			Χρονική Περίοδος
	Μικρή $0 < v \leq 0.5$	Μεσαία $0.5 < v \leq 1.5$	Μεγάλη $1.5 < v \leq 4.5$	
$0 < h \leq 0.5$	%	%	%	Μάρτιος
$0.5 < h \leq 1$	%	%	%	
$1 < h < 2$	%	%	%	
$0 < h \leq 0.5$	%	%	%	Απρίλιος
$0.5 < h \leq 1$	%	%	%	
$1 < h \leq 2$	%	%	%	
σε μέτρα	Μικρή $0 < v \leq 0.5$	Μεσαία $0.5 < v \leq 1.5$	Μεγάλη $1.5 < v \leq 4.5$	Περίοδος
$0 < h \leq 0.5$	%	%	%	Οκτώβριος
$0.5 < h \leq 1$	%	%	%	
$1 < h \leq 2$	%	%	%	
$0 < h \leq 0.5$	%	%	%	Νοέμβριος
$0.5 < h \leq 1$	%	%	%	
$1 < h < 2$	%	%	%	
$0 < h \leq 0.5$	%	%	%	Δεκέμβριος
$0.5 < h \leq 1$	%	%	%	
$1 < h \leq 2$	%	%	%	
$0 < h \leq 0.5$	%	%	%	Ιανουάριος
$0.5 < h \leq 1$	%	%	%	
$1 < h < 2$	%	%	%	
$0 < h \leq 0.5$	%	%	%	Φεβρουάριος
$0.5 < h \leq 1$	%	%	%	
$1 < h \leq 2$	%	%	%	

Εικ. 5. Ερευνητικό φύλλο-Υπαίθρια Τοματιά

Εικ. 6. Ερευνητικό φύλλο-Φυλλώδες λαχανικό



Ερωτηματολόγιο-Αγροτικός τομέας

- 1^η φάση $\Rightarrow$ 15 συμπληρωμένα ερευνητικά φύλλα για κάθε καλλιέργεια



- 2^η φάση $\Rightarrow$ δημιουργία ηλεκτρονικής έρευνα (SurveyMonkey)
 - Ευκολότερη, αμεσότερη διανομή μέσω διευθύνσεων ηλ. ταχυδρομείου, ιστοσελίδων, λογαριασμών κοινωνικής δικτύωσης
 - Κατηγοριοποίηση ζημιάς σε {1, 2, 3, 4, 5} $\Rightarrow$ φιλικότερο στους υποψήφιους εκτιμητές. 1: ασήμαντη ζημιά και 5: ολική ζημιά



- Ελαιόδεντρο

○ Πορτοκαλαιόδεντρο

○ Υπαίθρια Τοματιά

- Φυλλώδες λαχανικό

1: Ανύπαρκτη

2: Μικρή

3: Μεσαία

4: Μεγάλη

5: Ολική

Κλίμακα Ζημιάς



Ερωτηματολόγιο-Αγροτικός τομέας

- Συνολικός αριθμός συμπληρωμένων ερευνητικών φύλλων 1^{ης} και 2^{ης} φάσης
 - 22 για Ελαιόδεντρα
 - 21 για Πορτοκαλαιόδεντρα
 - 26 για Υπαίθριες τοματιές
 - 20 για Φυλλώδη λαχανικά



Ερωτηματολόγιο-Αγροτικός τομέας

- Αντιστοίχιση αρχικής κατηγοριοποίησης (1^η φάση) με νέα κατηγοριοποίηση (2^η φάση)

Πίν. 1. Αντιστοίχιση κατηγοριών ζημιάς μεταξύ δύο φάσεων

1 ^η φάση (μη ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια) Ποσοστιαία Ζημιά	2 ^η φάση (ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια) Κλίμακα Ζημιάς 1-5
0.0 - 20.0%	1
20.1 - 40.0%	2
40.1 - 60.0%	3
60.1 - 80.0%	4
80.1 - 100.0%	5



Ερωτηματολόγιο-Αστικός τομέας

ο Γενικές υποθέσεις:

- ο Ζημιά αναφέρεται μόνο στην κτιριακή κατασκευή (φέροντα οργανισμό και τοίχους πλήρωσης), δεν περιλαμβάνονται έπιπλα και ηλεκτρικές συσκευές
- ο Το νερό εισέρχεται στο κτίσμα από πόρτες ή παράθυρα
- ο Το κτίσμα δεν έχει υπόγειο
- ο Υπάρχουσα κατάσταση κατασκευής $\Rightarrow$ καλή (έτος κατασκευής μετά το 1960)

Ερωτηματολόγιο-Αστικός τομέας

- Κτίσμα φέροντα οργανισμό από σκυρόδεμα και τοιχοποιία από τούβλο -βαθιά θεμελίωση
- Πέτρινο κτίσμα -επιφανειακή θεμελίωση
- Κτίσμα από τούβλο/τσιμεντότουβλο -επιφανειακή θεμελίωση

Έρευνα - Ζημιές από πλημμύρα σε αστικές κατοικίες

Οι παρακάτω πίνακες αναφέρονται σε ποτάμια πλημμύρα, μικρής διάρκειας και μεγάλης έντασης, η οποία προκαλεί ζημιές σε κατοικίες που βρίσκονται πλευρικά του ποταμού.

Η ζημία αναφέρεται αποκλειστικά στην κατασκευή του κτιρίου (φέροντα οργανισμό και τοίχους πλήρωσης) με δεδομένο ότι το νερό εισέρχεται στο κτίριο από πόρτες ή παράθυρα.

Το κτίριο μελέτης έχει κατασκευαστεί μετά το 1960. Η υπάρχουσα κατάσταση της κατασκευής είναι καλή. Το κτίσμα δεν έχει υπόγειο.

Καλείστε να εκτιμήσετε το ύψος της ζημιάς που μπορεί να προκαλέσει η πλημμύρα στα ακόλουθα είδη κτιρίων ανάλογα με τα δεδομένα σενάρια ύψους και ταχύτητας του νερού της πλημμύρας.

Η ζημία λαμβάνει τιμές από 1 έως 5 και η κλίμακα έχει ως εξής:

- 1: Ανύπαρκτη ζημία
- 2: Μικρή ζημία
- 3: Μεσαία ζημία
- 4: Μεγάλη ζημία
- 5: Ολική ζημία

1. Ζημία από πλημμύρα σε κατοικία με φέροντα οργανισμό από σπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία από τούβλο (βαθιά θεμελίωση)

	Μικρή Ταχύτητα (< 0.5 m/s)	Μεσαία ταχύτητα (0.51 - 1.5 m/s)	Μεγάλη ταχύτητα (> 1.51 m/s)
Ύψος νερού πλημμύρας 0.0 - 0.5 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 0.51 - 1 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 1.01 - 2 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 2.01 - 3 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας > 3 m	▼	▼	▼

2. Ζημία από πλημμύρα σε πέτρινη κατοικία (επιφανειακή θεμελίωση)

	Μικρή Ταχύτητα (< 0.5 m/s)	Μεσαία ταχύτητα (0.51 - 1.5 m/s)	Μεγάλη ταχύτητα (> 1.51 m/s)
Ύψος νερού πλημμύρας 0.0 - 0.5 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 0.51 - 1 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 1.01 - 2 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 2.01 - 3 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας > 3 m	▼	▼	▼

3. Ζημία από πλημμύρα σε κατοικία από τούβλο-τσιμεντότουβλο (επιφανειακή θεμελίωση)

	Μικρή Ταχύτητα (< 0.5 m/s)	Μεσαία ταχύτητα (0.51 - 1.5 m/s)	Μεγάλη ταχύτητα (> 1.51 m/s)
Ύψος νερού πλημμύρας 0.0 - 0.5 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 0.51 - 1 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 1.01 - 2 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας 2.01 - 3 m	▼	▼	▼
Ύψος νερού πλημμύρας > 3 m	▼	▼	▼

4. Σχόλια/Παρατηρήσεις

Ευχαριστώ πολύ!



1: Ανύπαρκτη

2: Μικρή

3: Μεσαία

4: Μεγάλη

5: Ολική

Κλίμακα Ζημιών

Εικ. 11. Αστικός τομέας

<http://www.surveymonkey.com/s/QF6WCDC>

Ερωτηματολόγιο-Αστικός τομέας

- Συνολικός αριθμός συμπληρωμένων ερευνητικών φύλλων
 - 46 για κτίσματα με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία από τούβλο
 - 46 για πέτρινα κτίσματα
 - 46 για κτίσματα από τούβλο-τσιμεντότουβλο



Ερωτηματολόγια

- Συμπλήρωση $\Rightarrow$ υψηλή εξειδίκευση, γνώση και κατάρτιση σε θέματα πλημμύρας και πλημμυρικής ζημιάς
- Έλλειψη εξειδίκευσης για την ποσοτικοποίηση της ζημιάς (περισσότερο στον αγροτικό και λιγότερο στον αστικό τομέα)
- Δημιουργία συνθετικής μεθόδου (Weighted Monte Carlo and Logistic Regression-WMCLR) (σε Python) $\Rightarrow$ Ενίσχυση πληροφορίας ζημιάς με ανατροφοδότηση ερωτηματολογίων
 - Στατιστική επεξεργασία πληροφορίας ζημιάς από συμπληρωμένα ερωτηματολόγια
 - Υπολογισμός πιθανότητας εμφάνισης (βάρους) κάθε κατηγορίας ζημιάς για κάθε σενάριο πλημμύρας

WMCLR μέθοδος

- Παραγωγή τυχαίας τιμής ύψους h
 - Παραγωγή τυχαίας τιμής ταχύτητας v
- } εύρος τιμών $\Rightarrow$ σενάρια ερωτηματολογίων
- Αντιστοίχιση ζημιάς d σε κάθε παραγόμενο ζεύγος (h, v) σύμφωνα με υπολογισμένο βάρος



Διαδοχική παραγωγή n τριάδων (h, v, d) για κάθε χρήση γης

WMCLR μέθοδος

- Επεξεργασία n τριάδων με λογιστική παλινδρόμηση
- Λογιστική παλινδρόμηση
 - Περιγραφή σχέσης των ανεξάρτητων μεταβλητών h, v με την εξαρτημένη d (διχοτομημένη μεταβλητή)
 - Αναγωγή κατηγοριοποίησης $\{1,2,3,4,5\}$ σε κατηγορίες $\{0,1\}$
 - Προσαρμογή στη λογιστική συνάρτηση

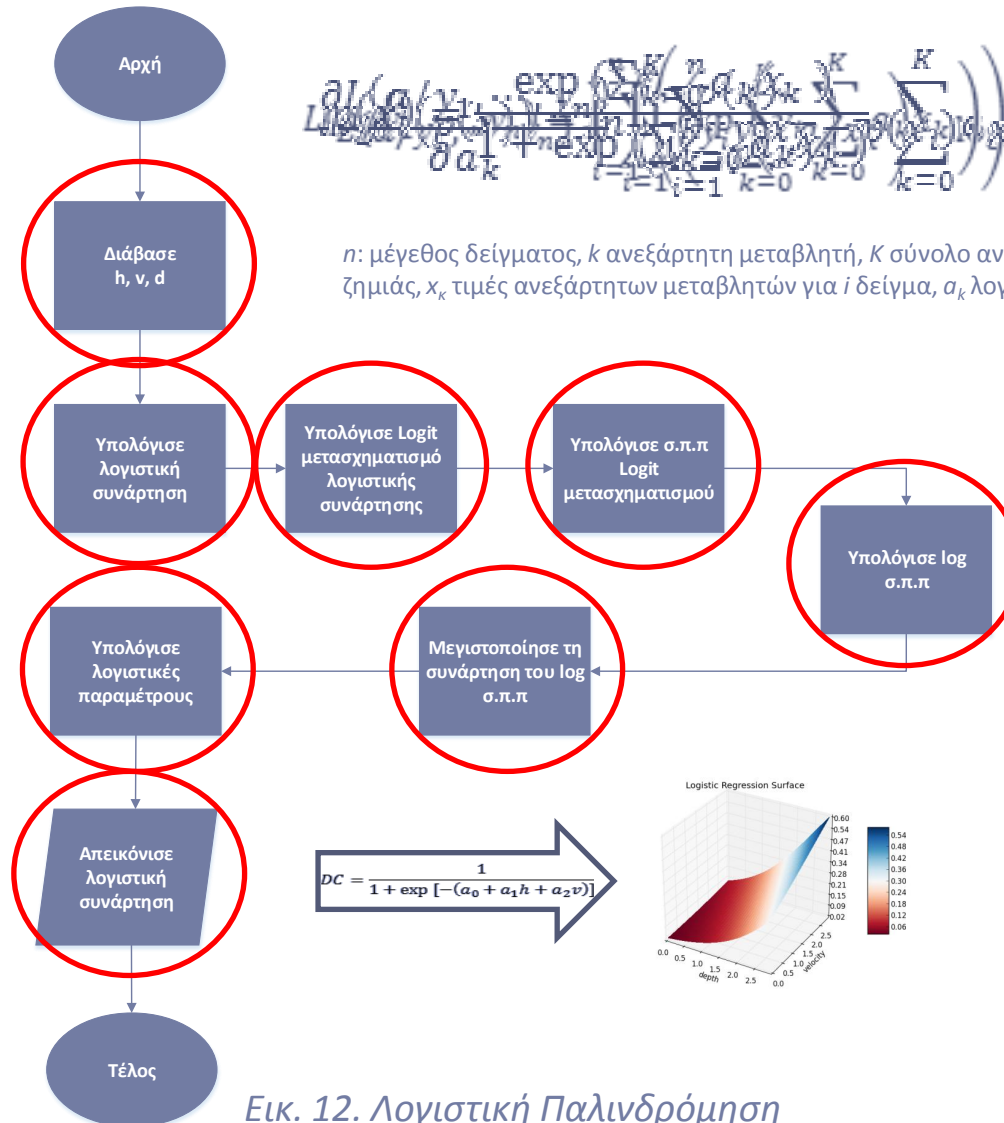
$$p(\mathbf{x}) = \frac{\exp(\sum_{k=0}^K a_k x_k)}{1 + \exp(\sum_{k=0}^K a_k x_k)}$$

$p(x)$: πιθανότητα εμφάνισης γεγονότος x το οποίο εξαρτάται από K ανεξάρτητες μεταβλητές $\{x_1, x_2, \dots, x_K\}$,

$a_k, k=0 \dots K$: οι προς εκτίμηση άγνωστες λογιστικές παράμετροι με χρήση δείγματος

- Στόχος $\Rightarrow$ εκτίμηση λογιστικών παραμέτρων a_k

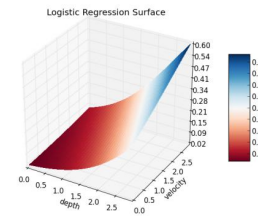
Διάγραμμα ροής λογιστικής παλινδρόμησης



$$L(a) = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(y_i \ln \left(\frac{1}{1 + \exp \left(-\sum_{k=1}^K a_k x_{ik} \right)} \right) + (1 - y_i) \ln \left(\frac{\exp \left(-\sum_{k=1}^K a_k x_{ik} \right)}{1 + \exp \left(-\sum_{k=1}^K a_k x_{ik} \right)} \right) \right)$$

n : μέγεθος δείγματος, k ανεξάρτητη μεταβλητή, K σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών, y_i τιμή ζημιάς, x_{ik} τιμές ανεξάρτητων μεταβλητών για i δείγμα, a_k λογιστικές παράμετροι

$$DC = \frac{1}{1 + \exp \left[-(a_0 + a_1 h + a_2 v) \right]}$$



Εικ. 12. Λογιστική Παλινδρόμηση

Επιφάνειες ζημιάς

- Δημιουργία συνθετικών τριδιάστατων επιφανειών ύψους-ταχύτητας-ζημιάς από WMCLR κώδικα
- WMCLR κώδικας εκτελείται ξεχωριστά για κάθε οικονομικό τομέα
- Κάθε εκτέλεση του WMCLR κώδικα παράγει μια διαφορετική επιφάνεια ζημιάς

Μοντέλο εκτίμησης πλημμυρικής ζημιάς-αγροτικός τομέας

- Υπολογισμός αγροτικής ζημιάς ανά μονάδα επιφάνειας σε κάθε κελί πλέγματος

$$D_{ua}(i,j,m) = C_{uw}(i,j) \cdot Y_{ua}(i,j) \cdot DC(i,j,m)$$

- Υπολογισμός συνολικής αγροτικής ζημιάς σε όλο τον κάναβο

$$AD(m) = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} D_{ua}(i,j,m) \cdot TA(i,j)$$

$D_{ua}(i,j,m)$: αγροτική ζημιά ανά μονάδα επιφάνειας στο κελί (i,j) για m μήνα (€ m^{-2})

$C_{uw}(i,j)$: εκτιμώμενο κόστος ανά μονάδα βάρους καλλιέργειας (€ kg^{-1}) στο κελί (i,j)

$Y_{ua}(i,j)$: σοδειά ανά μονάδα επιφάνειας καλλιέργειας σε κανονικό έτος (kg m^{-2}) στο κελί (i,j)

$DC(i,j,m)$: WMCLR λογιστική επιφάνεια ύψους-ταχύτητας-ζημιάς για κελί (i,j) και m μήνα (%)

$AD(m)$: συνολική αγροτική ζημιά (€) για m μήνα

n_i, n_j : συνολικός αριθμός γραμμών και στηλών κάναβου

$TA(i,j)$: συνολική επιφάνεια κελιού (i,j)



Μοντέλο εκτίμησης πλημμυρικής ζημιάς-αστικός τομέας

- ο Υπολογισμός συνολικής αστικής ζημιάς σε όλο τον κανάβο

$$UD = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} EC_{st}(i,j) \cdot TA(i,j) \cdot DC_{st}(i,j)$$

UD : συνολική αστική ζημιά (€)

n_i, n_j : παράμετροι για συνολικό αριθμό γραμμών και στηλών κανάβου

$EC_{st}(i,j)$: κόστος ανά μονάδα επιφάνειας κτίσματος (€ m⁻²) στο κελί (i,j)

$TA(i,j)$: συνολική επιφάνεια κελιού (i,j)

$DC_{st}(i,j)$: WMCLR επιφάνεια ύψους-ταχύτητας-ζημιάς για το κελί (i,j)

Μοντέλο εκτίμησης πλημμυρικής ζημιάς (σε Python)



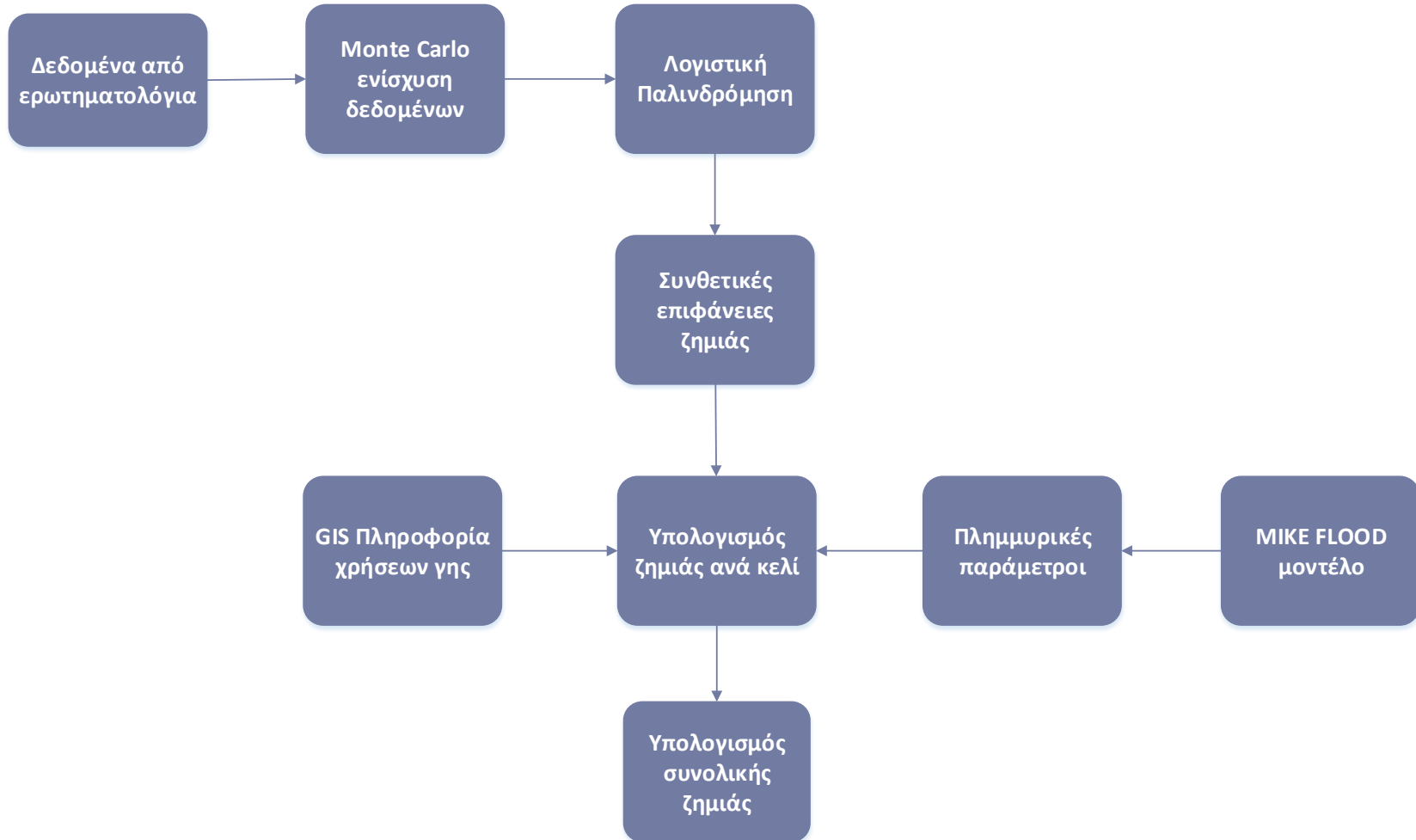
Αγροτικά:
Εισαγωγή μήνα
εμφάνισης πλημμύρας



$$D_{\alpha}(i,j,m) = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} C_{\alpha}(i,j) \cdot H_{\alpha}(i,j) \cdot D(i,j,m)$$

ο Παρόμοια για τον αστικό τομέα

Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας



Εικ. 13. Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας εκτίμησης πλημμυρικής ζημιάς

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

Επαλήθευση μοντέλου

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

Δημοσιεύσεις

Περιγραφή περιοχής μελέτης

- ο Υδρολογική λεκάνη απορροής ποταμού Κοιλιάρη-Χανιά

Μελέτη για το κομμάτι από τον Άγιο Γεώργιο ως εκβολή ποταμού
⇒ 3.4 km μήκος



Λεκάνη απορροής ⇒ 130 km²
Μήκος υδρογραφικού δικτύου ⇒ 36 km

Εικ. 14. Ποταμός Κοιλιάρης από Αγ. Γεώργιο μέχρι εκβολές

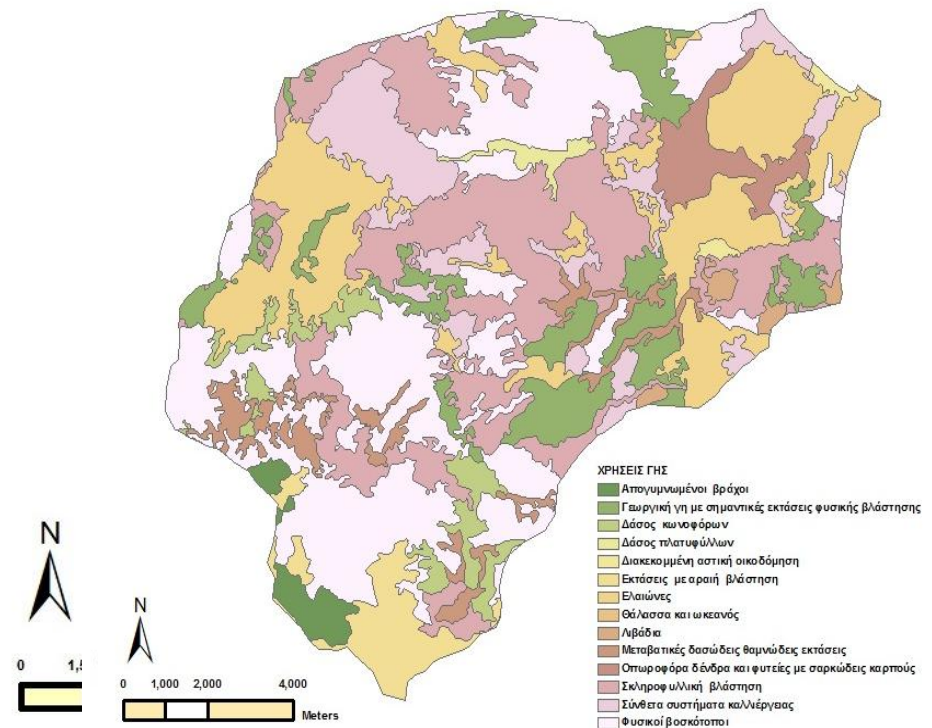
Περιγραφή περιοχής μελέτης

- Υψόμετρο

- Γεωλογία

- Ανθρακικά πετρώματα-Μακροπερατά ⇒ νότια
- Νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα-Μικροπερατά ⇒ ανατολικά, βόρεια και βορειοδυτικά
- Φλύσχης-Αδιαπέρατα ⇒ δυτικά

- Χρήσεις γης ⇒ CORINE 2000

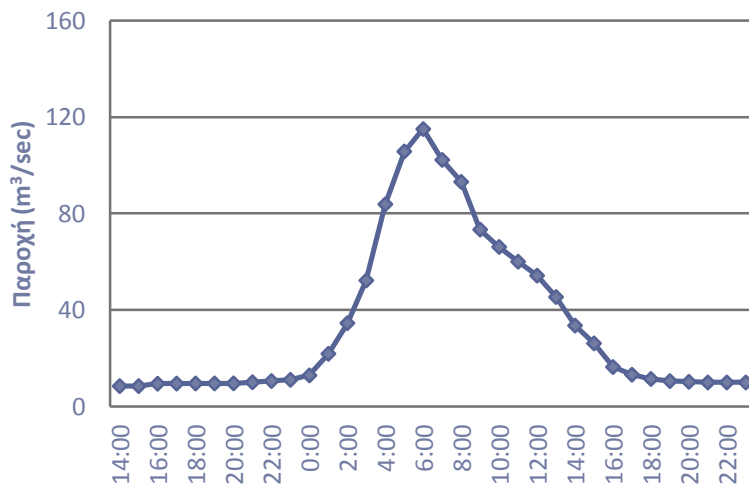


Εικ. 1β. Χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης

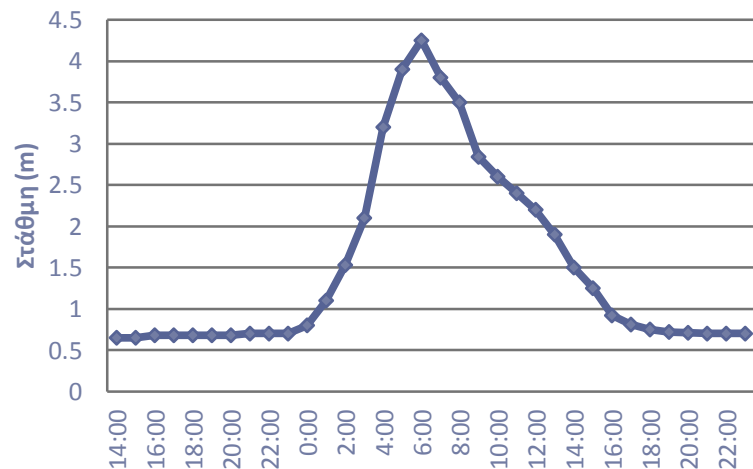
Περιγραφή πλημμυρικού γεγονότος μελέτης

- ο Πλημμύρα μελέτης: 11-12 Φεβρουαρίου 2003
- ο Χρονοσειρές πλημμυρικής παροχής και ισοδύναμης στάθμης στον Άγιο Γεώργιο $\Rightarrow$ αποτέλεσμα μεθοδολογίας για την μοντελοποίηση της υδρολογίας ποταμού Κοιλιάρη (Κουργιαλάς 2010)

Πλημμυρική παροχή (11-12/2/2003)



Ισοδύναμη στάθμη (11-12/2/2003)



Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

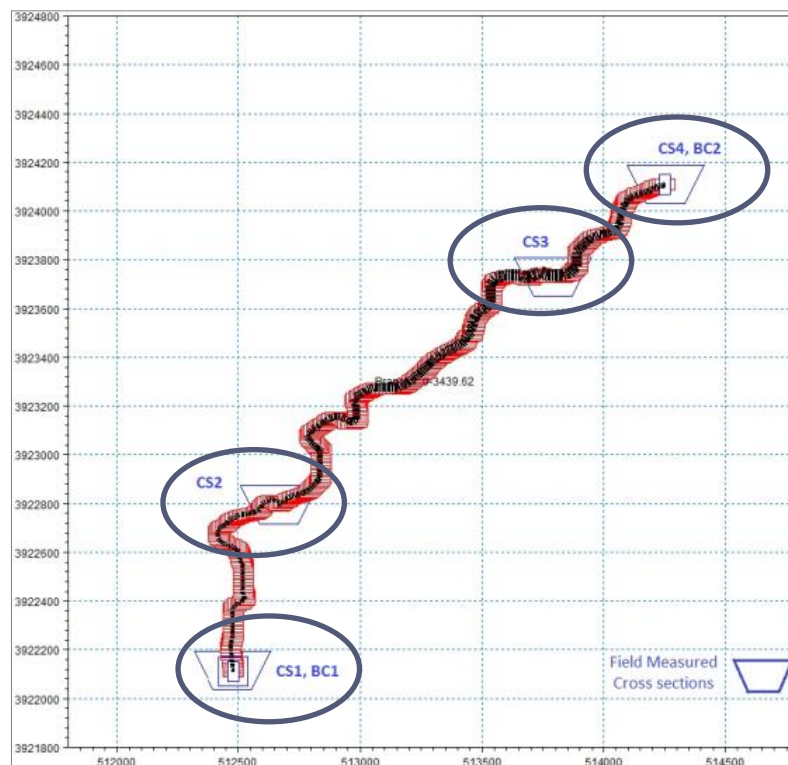
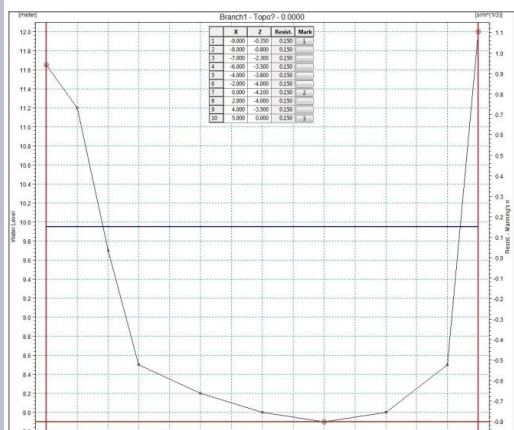
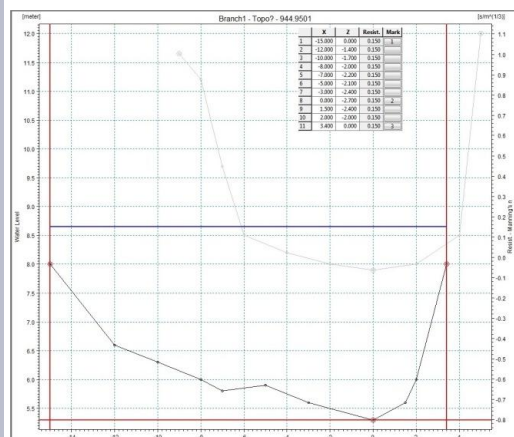
Επαλήθευση μοντέλου

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

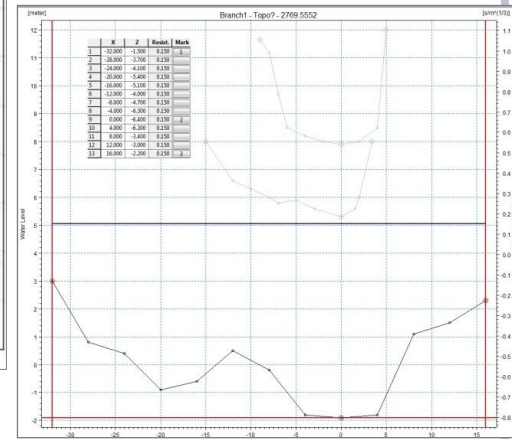
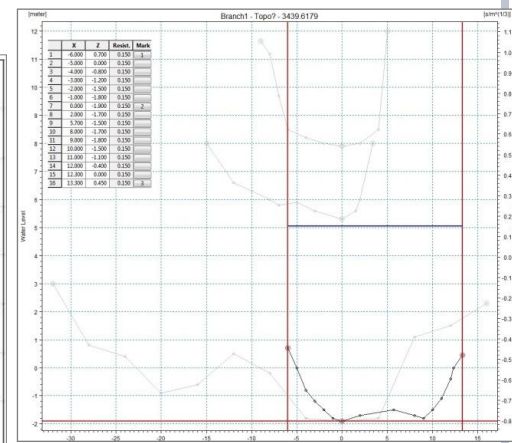
Δημοσιεύσεις

MIKE 11

- Δίκτυο ποταμού
- Χωρική πληροφορία για διατομές ποταμού ⇒ τοπογραφικές μετρήσεις πεδίου σε τέσσερις θέσεις

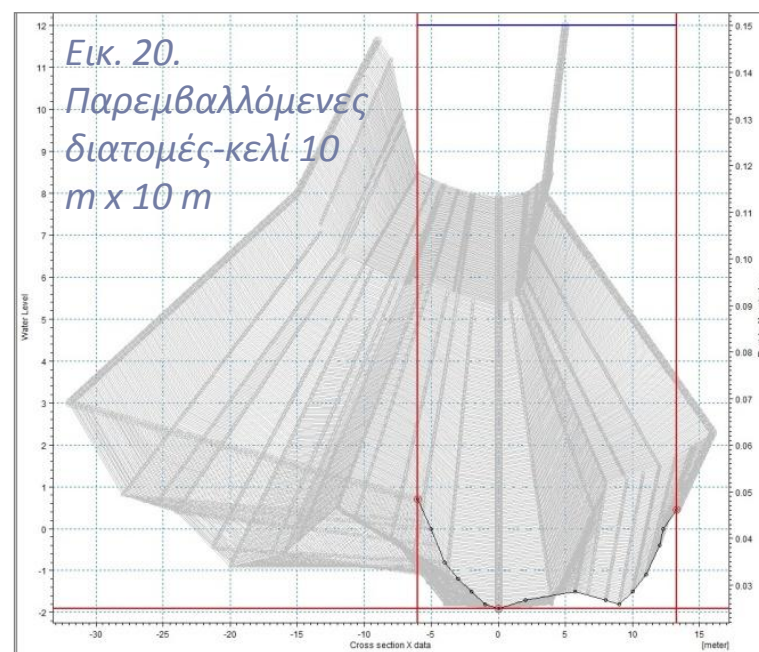
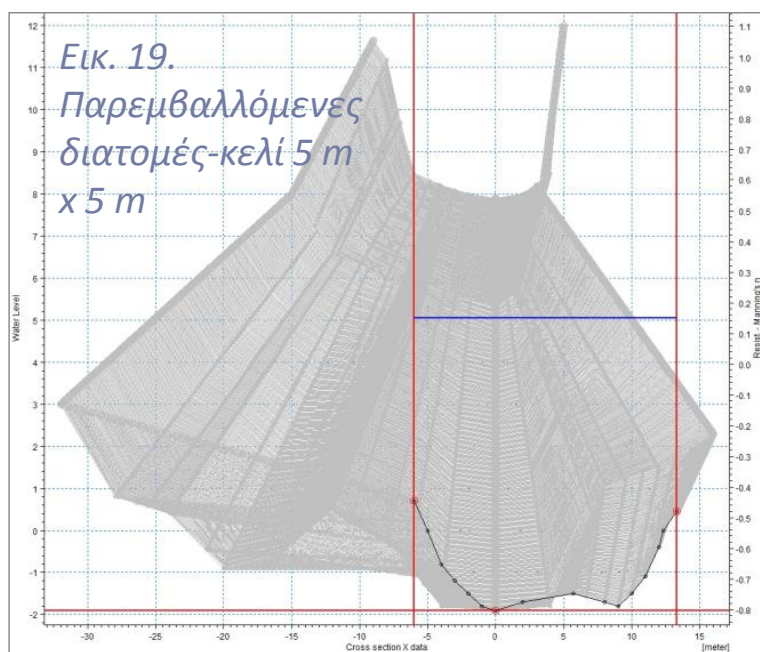


Εικ. 18. Δίκτυο ποταμού και διατομές



MIKE 11

- ο Παρεμβολή διατομών ενδιάμεσα από μετρημένες διατομές

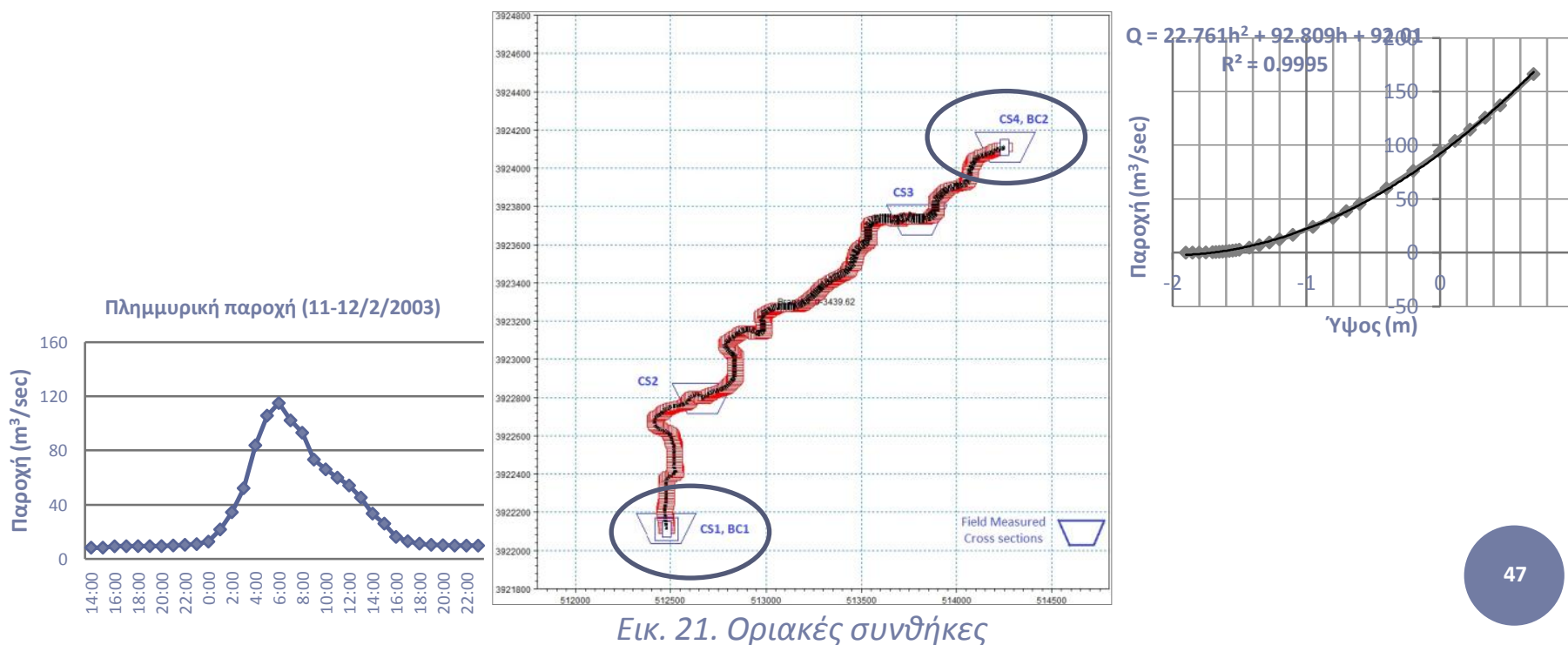


- ο Συντελεστής Manning σε κάθε μετρημένη διατομή (τιμές από 0.025 έως 0.15) $\Rightarrow$ παράμετρος βαθμονόμησης

MIKE 11

ο Οριακές συνθήκες

- ο Ανάντη $\Rightarrow$ χρονοσειρά παροχής Q-αποτελέσματα HSPF μοντέλου (Kourgialas et al., 2010)
- ο Κατάντη $\Rightarrow$ καμπύλη στάθμης-παροχής $\Rightarrow$ αυτόματη δημιουργία από MIKE 11 auto calculation tool



ΜΙΚΕ 21

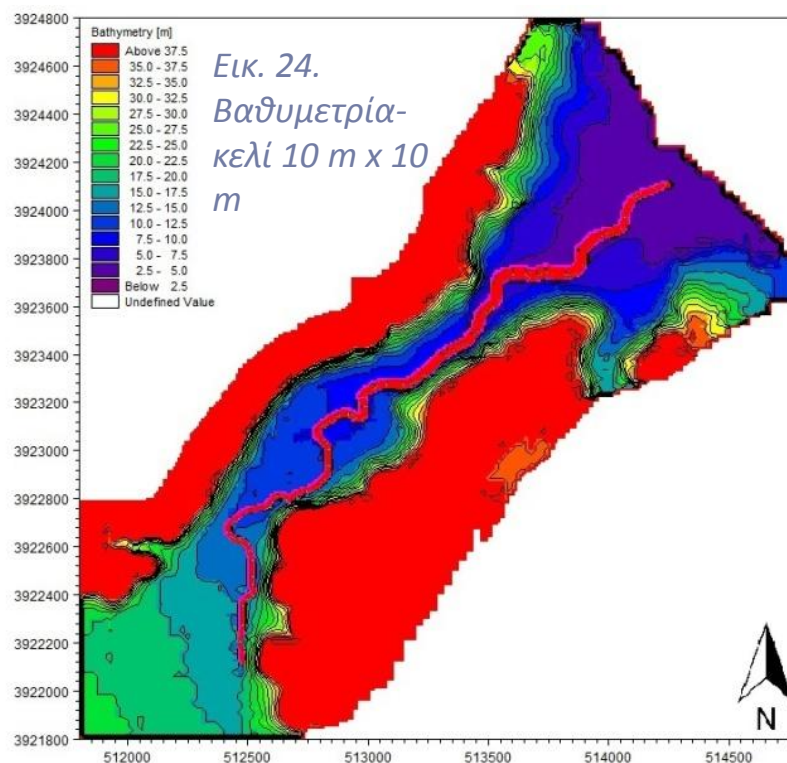
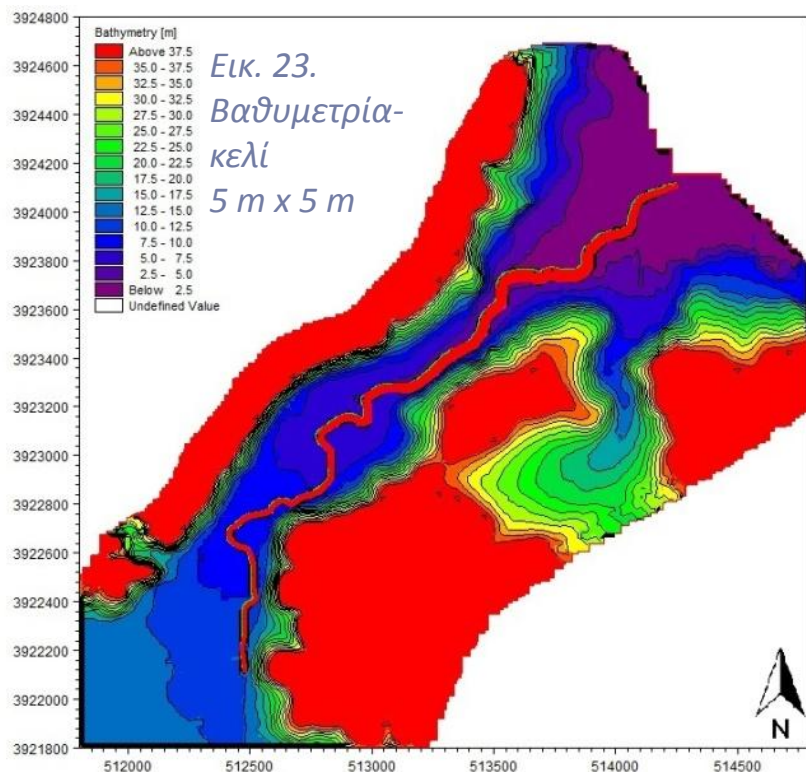
- ο Δεδομένα τοπογραφικών χαρτών Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (κλίμακα 1:5000)



Εικ. 22. Υψόμετρο περιοχής μελέτης

ΜΙΚΕ 21

- ο Βαθυμετρία $\Rightarrow$ μέθοδος διγραμμικής παρεμβολής
- ο Οριακές συνθήκες $\Rightarrow$ «land value» εξωτερικά της βαθυμετρίας και μέσα στο ποτάμι



Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς αγροτικός τομέας

- Αγροτικές χρήσεις γης σε πολυγωνικό shapefile $\Rightarrow$ δεδομένα Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ)



Εικ. 25. Αγροτικές χρήσεις γης

Πίν. 2. Χρήσεις γης

Χρήσεις γης παρούσης διατρίβής	Χρήσεις γης ΥΠΑΑΤ
Ελαιώνες	Ελαιοκαλλιέργεια
	Ελαιοκαλλιέργεια μικτή
Πορτοκαλιώνες	Μόνιμη
	Μόνιμη μικτή
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Αρόσιμη
	Αρόσιμη μικτή
Βοσκότοποι	Βοσκότοποι
	Μικτοί βοσκότοποι
Άλλες χρήσεις	Ποτάμι
	Λατομείο
	Δρόμος
	Αστική χρήση



Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς-αγροτικός τομέας

- Εκτιμώμενο κόστος/μονάδα βάρους καλλιέργειας, C_{uw}
- Σοδειά/μονάδα επιφάνειας, Y_{ua}

Στοιχεία από ΕΛΓΑ

Πίν. 3. Τιμές παραμέτρων C_{uw} και Y_{ua}

Αγροτική χρήση γης		C_{uw} (€ /kg)	Y_{ua} (kg /1000 m ²)
Ελαιόδεντρο		0.48	500
Πορτοκαλιά		0.18	3,000
Σύνθετα Συστήματα Καλλιέργειας	Τοματιά	0.51	4,000
	Φυλλώδες Λαχανικό	0.37	1,000

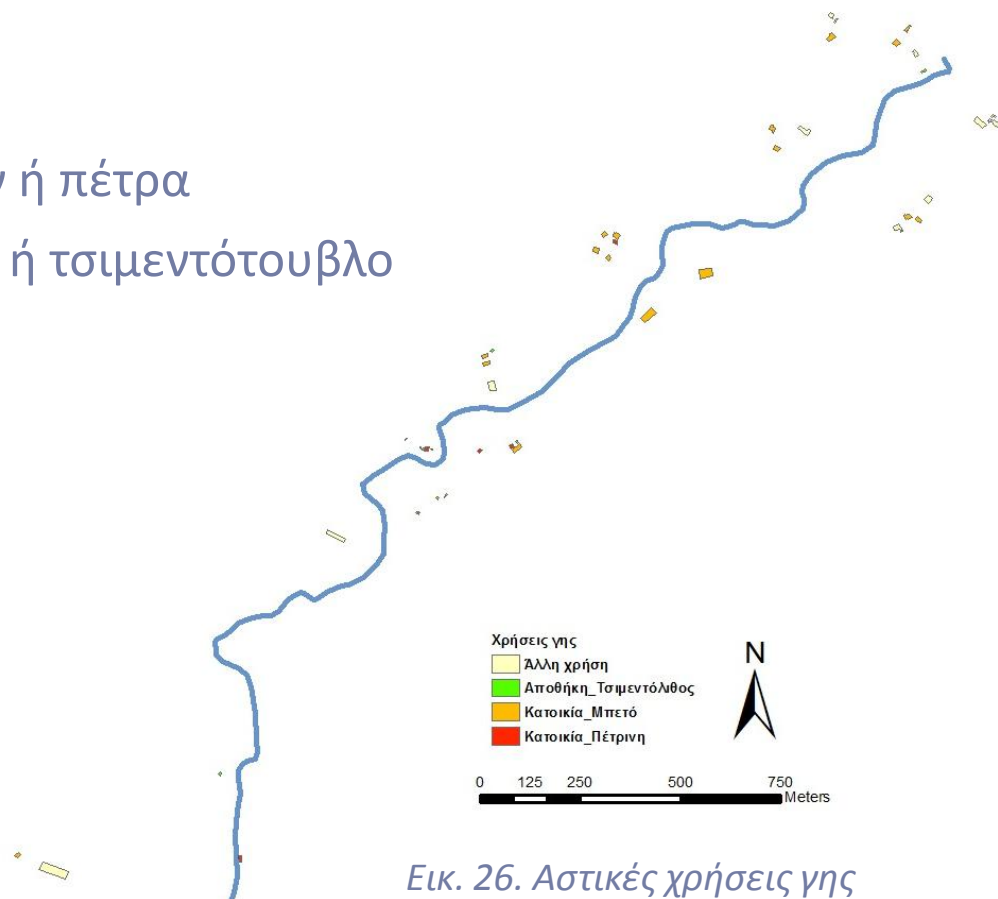
$$D_{ua}(i, j, m) = C_{uw}(i, j) \cdot Y_{ua}(i, j) \cdot DC(i, j, m)$$

$$AD(m) = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} D_{ua}(i, j, m) \cdot TA(i, j)$$



Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς-αστικός τομέας

- Αστικές χρήσεις γης σε πολυγωνικό shapefile ⇒ ψηφιοποίηση οικιστικών χαρτών, εικόνων δορυφόρου-έρευνες πεδίου
- 2 είδη κτίσματος
 - κατοικίες ⇒ μπετόν ή πέτρα
 - αποθήκες ⇒ πέτρα ή τσιμεντότουβλο



Εικ. 26. Αστικές χρήσεις γης

Προετοιμασία δεδομένων-μοντέλο εκτίμησης ζημιάς αστικός τομέας

- Αντικειμενική αξία κτίσματος, EC_{st}
 - Χρήση ηλεκτρονικού προγράμματος
 - Υπουργείο Οικονομικών για Περιφέρεια Κρήτης (τιμές ζώνης)

$$UD = \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} EC_{st}(i,j) \cdot TA(i,j) \cdot DC_{st}(i,j)$$

Πίν. 4. Τιμές παραμέτρου EC_{st}

Αστική χρήση γης	EC_{st} (€ /m ²)
Αποθήκη από πέτρα	224.00
Αποθήκη απότσιμεντότουβλο	165.50
Κατοικία από μπετόν	493.00
Κατοικία από πέτρα	467.00

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

Επαλήθευση μοντέλου

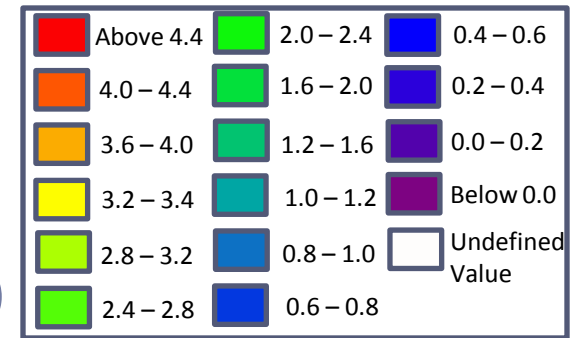
Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

Δημοσιεύσεις

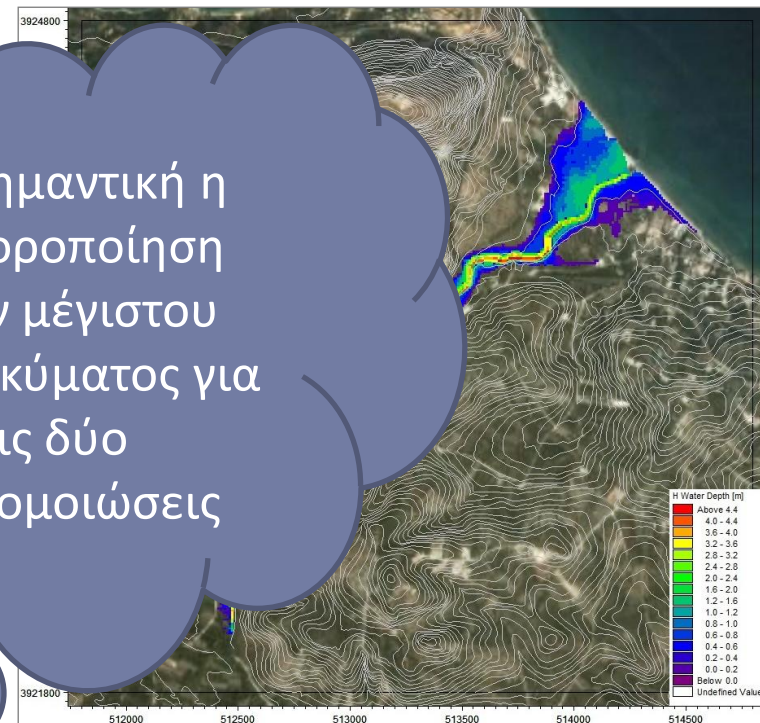
Εφαρμογή-Αποτελέσματα-MIKE FLOOD

ο Μέγιστο ύψος κύματος (m)

- ο πλέγμα με κελί 5 m x 5 m (600 x 600 κελιά)
- ο πλέγμα με κελί 10 m x 10 m (300 x 300 κελιά)



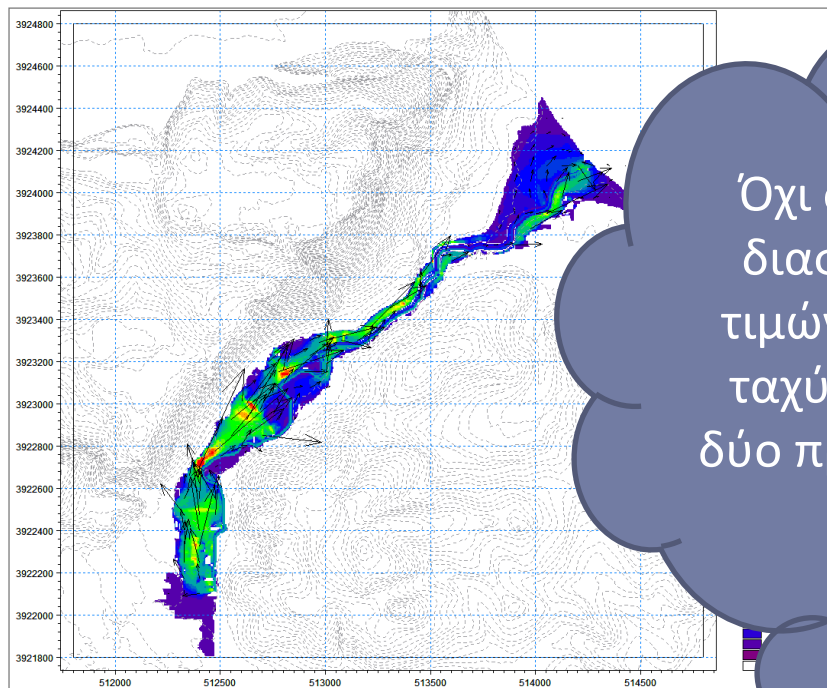
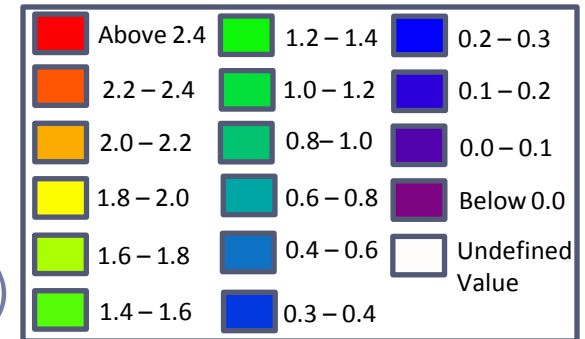
Εικ. 27. Μαx ύψος πλημμυρικού κύματος
κάθε 5 m x 5 m κελί του πλέγματος



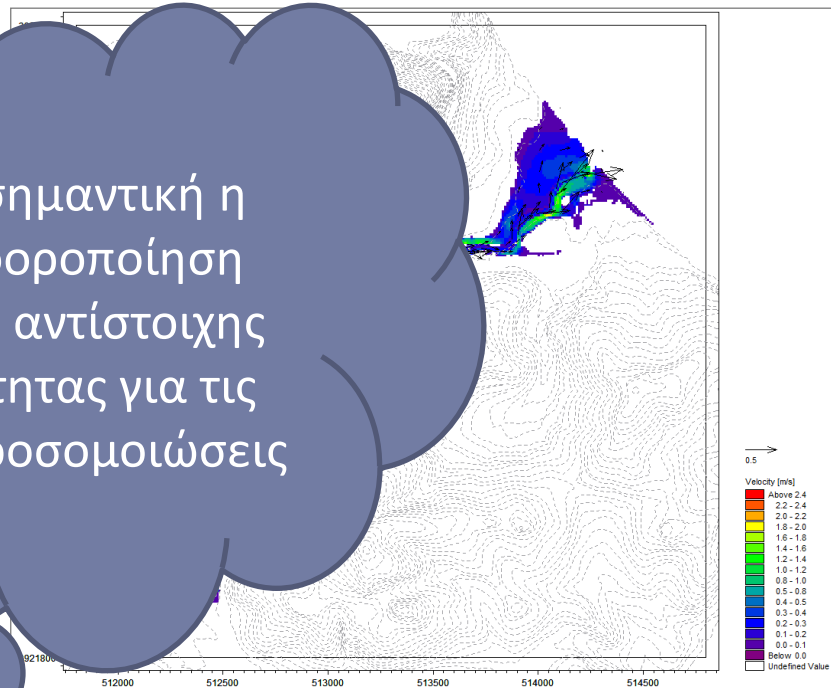
Εικ. 28. Μαx ύψος πλημμυρικού κύματος σε
κάθε 10 m x 10 m κελί του πλέγματος

Εφαρμογή-Αποτελέσματα-MIKE FLOOD

- Αντίστοιχη ταχύτητα κύματος (m/s)
 - Πλέγμα με κελί 5 m x 5 m (600 x 600 κελιά)
 - Πλέγμα με κελί 10 m x 10 m (300 x 300 κελιά)



Εικ. 29. Χωρική κατανομή αντίστοιχης συνισταμένης ταχύτητας σε κάθε 5 m x 5 m κελί του πλέγματος

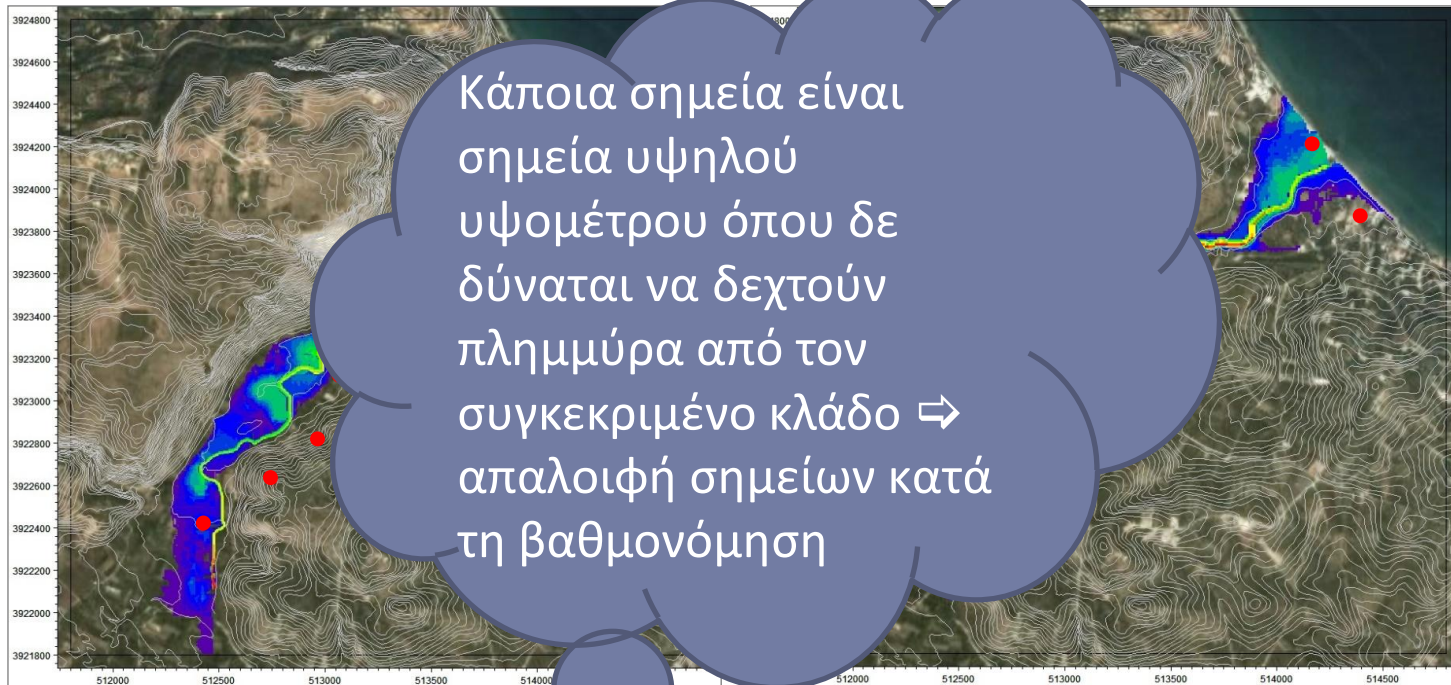


Εικ. 30. Χωρική κατανομή αντίστοιχης συνισταμένης ταχύτητας σε κάθε 10 m x 10 m κελί πλέγματος

Όχι σημαντική η διαφοροποίηση τιμών αντίστοιχης ταχύτητας για τις δύο προσομοιώσεις

Εφαρμογή-Αποτελέσματα-MIKE FLOOD

- Βαθμονόμηση μοντέλου $\Rightarrow$ προσέγγιση ιστορικών σημείων πλημμύρας-μαρτυρίες κατοίκων (κόκκινες βούλες)
 - Μοντέλο πλέγματος με κελί 5 m x 5 m (600x600 κελιά)
 - Μοντέλο πλέγματος με κελί 10 m x 10 m (300x300 κελιά)



Εικ. 31. Βαθμονόμηση μοντέλου
διάστασης 5 m x 5 m

Εικ. 32. Βαθμονόμηση μοντέλου-κελί
διάστασης 10 m x 10 m

Ανάλυση αποτελεσμάτων ερωτηματολογίων- παράδειγμα

ο Ελαιόδεντρο-Φεβρουάριος

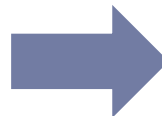
- ο Ταχύτητα κύματος μικρή ($0 \leq v < 0.5$ m/s)
- ο Ύψος κύματος μικρό ($0 \leq h < 0.5$ m)
- ο 95.45% συμμετεχόντων ζημιά d=1
- ο 4.55% συμμετεχόντων ζημιά d=2

Ελαιόδεντρο-Φεβρουάριος					
Μικρή ταχύτητα (< 0.5 m/s)	1	2	3	4	5
Ύψος 0.00-0.5 m	95.45%	4.55%	0% (0)	0% (0)	0% (0)
Ύψος 0.51-1.0 m	77.27% (17)	13.64% (3)	9.09% (2)	0% (0)	0% (0)
Ύψος 1.01-2.0 m	72.73% (16)	4.55% (1)	13.64% (3)	9.09% (2)	0% (0)
Μεσαία ταχύτητα (0.51-1.5 m/s)	1	2	3	4	5
Ύψος 0.00-0.5 m	90.91% (20)	9.09% (2)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
Ύψος 0.51-1.0 m	77.27% (17)	4.55% (1)	18.18% (4)	0% (0)	0% (0)
Ύψος 1.01-2.0 m	68.18% (15)	9.09% (2)	9.09% (2)	13.64% (3)	0% (0)
Μεγάλη ταχύτητα (> 1.51 m/s)	1	2	3	4	5
Ύψος 0.00-0.5 m	81.82% (18)	9.09% (2)	9.09% (2)	0% (0)	0% (0)
Ύψος 0.51-1.0 m	68.18% (15)	18.18% (4)	9.09% (2)	4.55% (1)	0% (0)
Ύψος 1.01-2.0 m	40.91% (9)	40.91% (9)	4.55% (1)	4.55% (1)	9.09% (2)



ο Υπολογισμός βαρών:

- ο 0.95 για ζημιά 1
- ο 0.05 για ζημιά 2
- ο 0 για ζημιά κάθε άλλης κατηγορίας



WMCLR κώδικας παράγει

- ο τυχαία τιμή $v \in [0, 0.5]$
- ο τυχαία τιμή $h \in [0, 0.5]$
- ο τιμή d = 1 (βάρος 0.95) ή τιμή d = 2 (βάρος 0.05)

ο Ομοίως για αστικό τομέα



Συνθετικές λογιστικές επιφάνειες αγροτικής ζημιάς

- WMCLR κώδικας παράγει

- $n=1800$ τριάδες ζημιάς για Ελαιόδεντρα, Πορτοκαλαιόδεντρα και Τοματιές
- $n=3600$ τριάδες ζημιάς για Φυλλώδη λαχανικά

- Κάθε εκτέλεση του WMCLR κώδικα δημιουργεί μια επιφάνεια ύψους-ταχύτητας-ζημιάς για κάθε καλλιέργεια για συγκεκριμένο μήνα εμφάνισης πλημμύρας

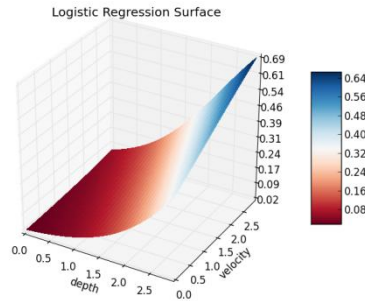
$$DC = \frac{1}{1 + \exp [-(a_0 + a_1 h + a_2 v)]}$$

DC : ζημιά, h : ύψος κύματος, v : ταχύτητα κύματος, a_0, a_1, a_2 εκτιμημένες λογιστικές παράμετροι



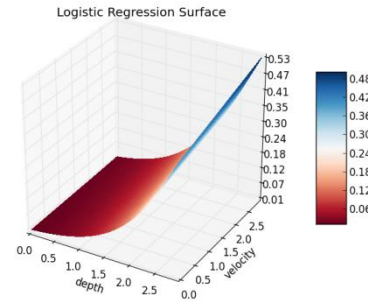
Επιφάνειες ζημιάς-Ελαιόδεντρο

Ιανουάριος



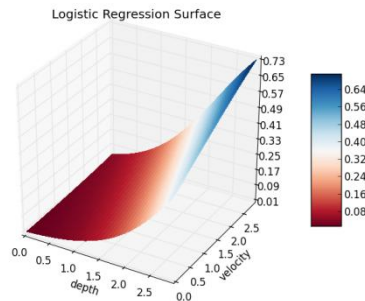
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.05 - 1.22h - 0.45v)}$$

Φεβρουάριος



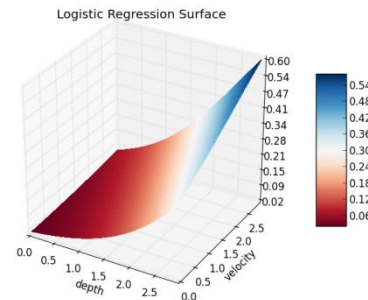
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.56 - 1.45h - 0.16v)}$$

Μάρτιος



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.14 - 1.40h - 0.47v)}$$

Απρίλιος

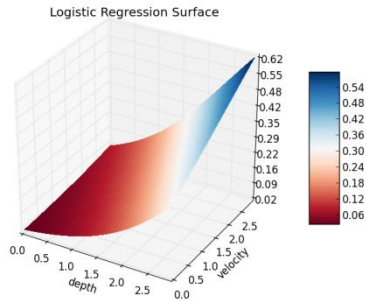


$$DC = \frac{1}{1 + \exp(3.85 - 1.05h - 0.41v)}$$



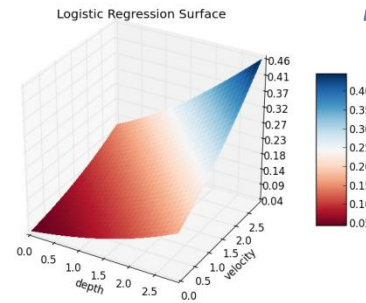
Επιφάνειες ζημιάς-Ελαιόδεντρο

Οκτώβριος



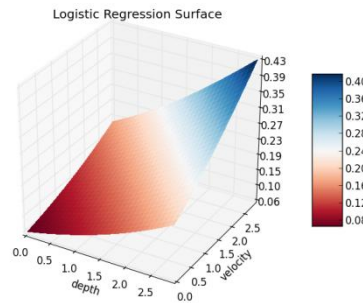
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(3.70 - 1.00h - 0.44v)}$$

Νοέμβριος



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(3.12 - 0.53h - 0.49v)}$$

Δεκέμβριος

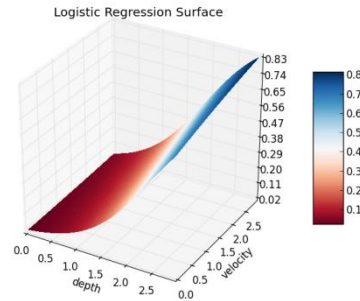


$$DC = \frac{1}{1 + \exp(2.69 - 0.45h - 0.38v)}$$



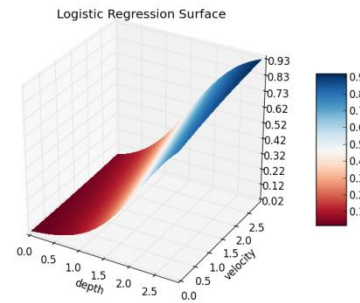
Επιφάνειες ζημιάς-Πορτοκαλαιόδεντρο

Ιανουάριος



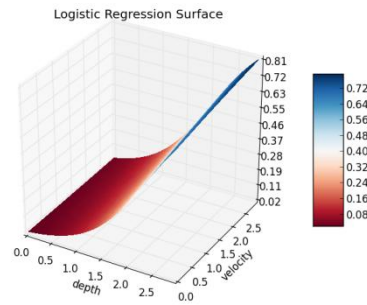
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(3.74 - 1.56h - 0.28v)}$$

Φεβρουάριος



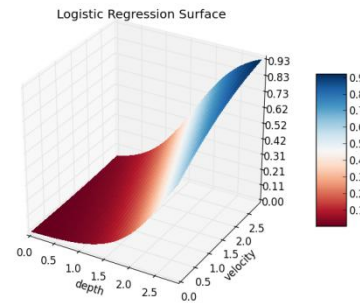
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.06 - 1.88h - 0.40v)}$$

Μάρτιος



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(3.94 - 1.67h - 0.19v)}$$

Απρίλιος

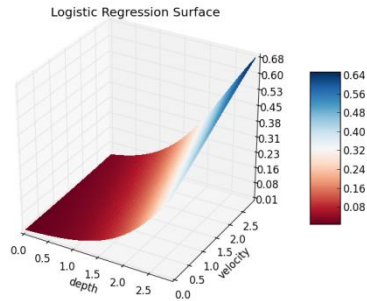


$$DC = \frac{1}{1 + \exp(5.44 - 2.03h - 0.75v)}$$



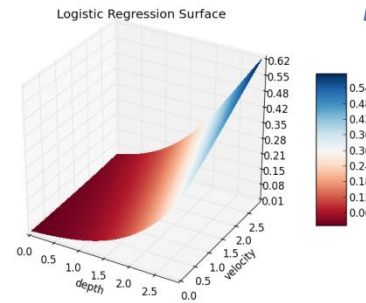
Επιφάνειες ζημιάς-Πορτοκαλαιόδεντρο

Οκτώβριος



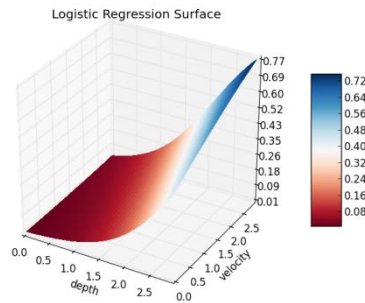
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.84 - 1.49h - 0.43v)}$$

Νοέμβριος



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.49 - 1.29h - 0.43v)}$$

Δεκέμβριος



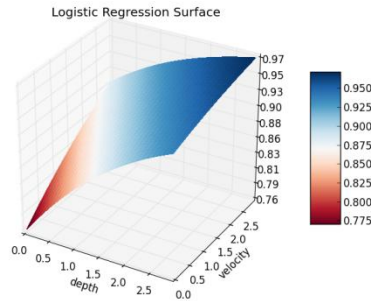
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.72 - 1.56h - 0.49v)}$$

Επιφάνειες δενδροειδών
καλλιεργειών ⇒ κυρτές
επιφάνειες
Αύξηση ύψους και
ταχύτητας κύματος ⇒
ομαλή αύξηση ζημιάς



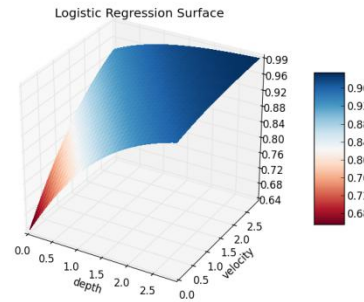
Επιφάνειες ζημιάς-Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας

Ιανουάριος
Φυλλώδες λαχανικό



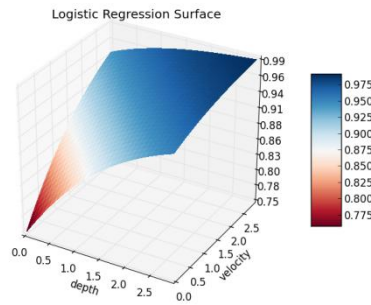
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(-1.18 - 0.53h - 0.29v)}$$

Φεβρουάριος
Φυλλώδες λαχανικό



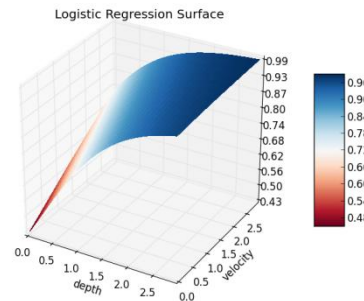
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(-0.58 - 0.92h - 0.68v)}$$

Μάρτιος
Φυλλώδες λαχανικό



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(-1.09 - 0.67h - 0.59v)}$$

Απρίλιος
Τοματιά



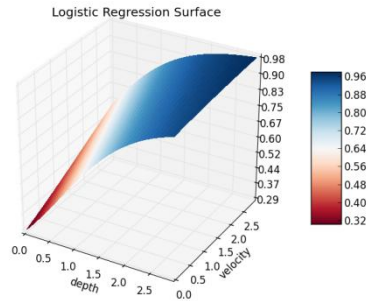
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(0.27 - 1.28h - 0.43v)}$$



Επιφάνειες ζημιάς-Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας

Οκτώβριος

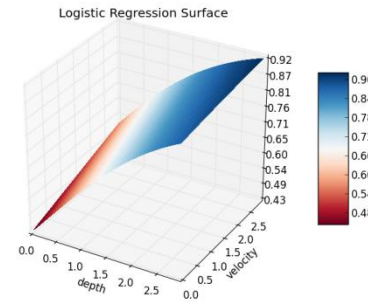
Τοματιά



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(0.89 - 1.27h - 0.40v)}$$

Νοέμβριος

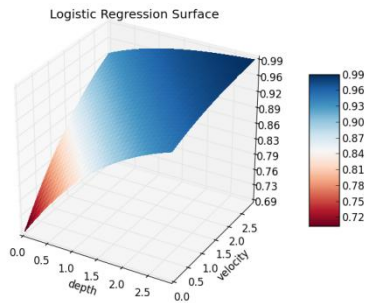
Τοματιά



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(0.26 - 0.77h - 0.18v)}$$

Δεκέμβριος

Φυλλώδες λαχανικό



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(-0.81 - 0.72h - 0.60v)}$$

Αυξημένος κίνδυνος
καταστροφής ακόμα και
για τα σενάρια μέτριας
και μικρής
επικινδυνότητας



Συνθετικές λογιστικές επιφάνειες αστικής ζημιάς

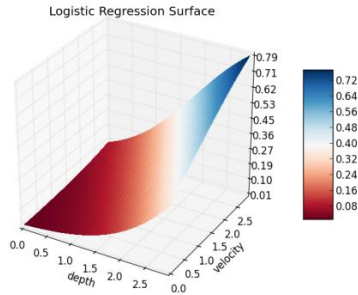
- WMCLR κώδικας παράγει
 - 5400 τριάδες ζημιάς για όλα τα είδη κτίσματος μελέτης
- Κάθε εκτέλεση του WMCLR κώδικα δημιουργεί μια επιφάνεια ύψους-ταχύτητας- ζημιάς για κάθε κτίσμα

$$DC = \frac{1}{1 + \exp [-(a_0 + a_1 h + a_2 v)]}$$

DC : ζημιά, h : ύψος κύματος, v : ταχύτητα κύματος, a_0, a_1, a_2 εκτιμημένες λογιστικές παράμετροι

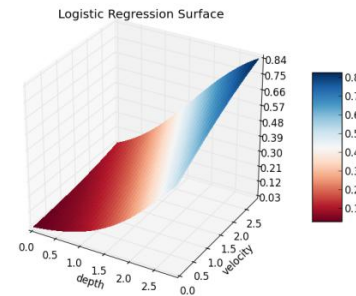
Επιφάνειες ζημιάς-αστικός τομέας

κτίσμα με φέροντα
οργανισμό από
οπλισμένο
σκυρόδεμα και
τοιχοποιία από
τούβλο-βαθιά
θεμελίωση



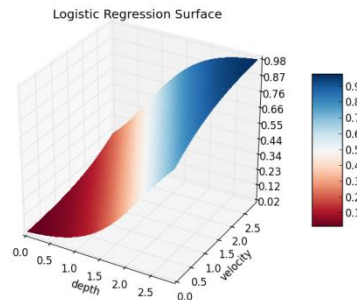
$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.28 - 1.27h - 0.67v)}$$

πέτρινο κτίσμα-
επιφανειακή
θεμελίωση



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(3.56 - 1.27h - 0.53v)}$$

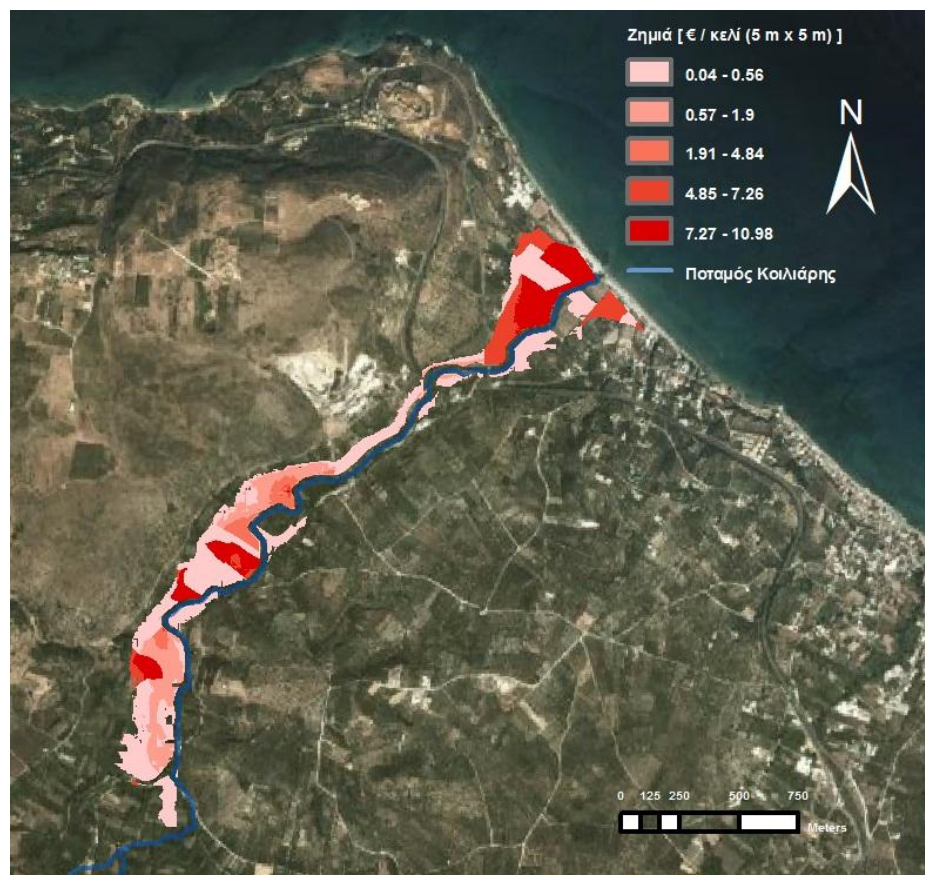
κτίσμα από τούβλο-
τσιμεντότουβλο-
επιφανειακή
θεμελίωση



$$DC = \frac{1}{1 + \exp(4.12 - 1.78h - 0.97v)}$$

Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς-αγροτικός τομέας

- ο Ζημιά σε όλο το πλέγμα μελέτης και για κάθε κατηγορία καλλιέργειας ξεχωριστά. Πλέγμα με κελί 5 m x 5 m



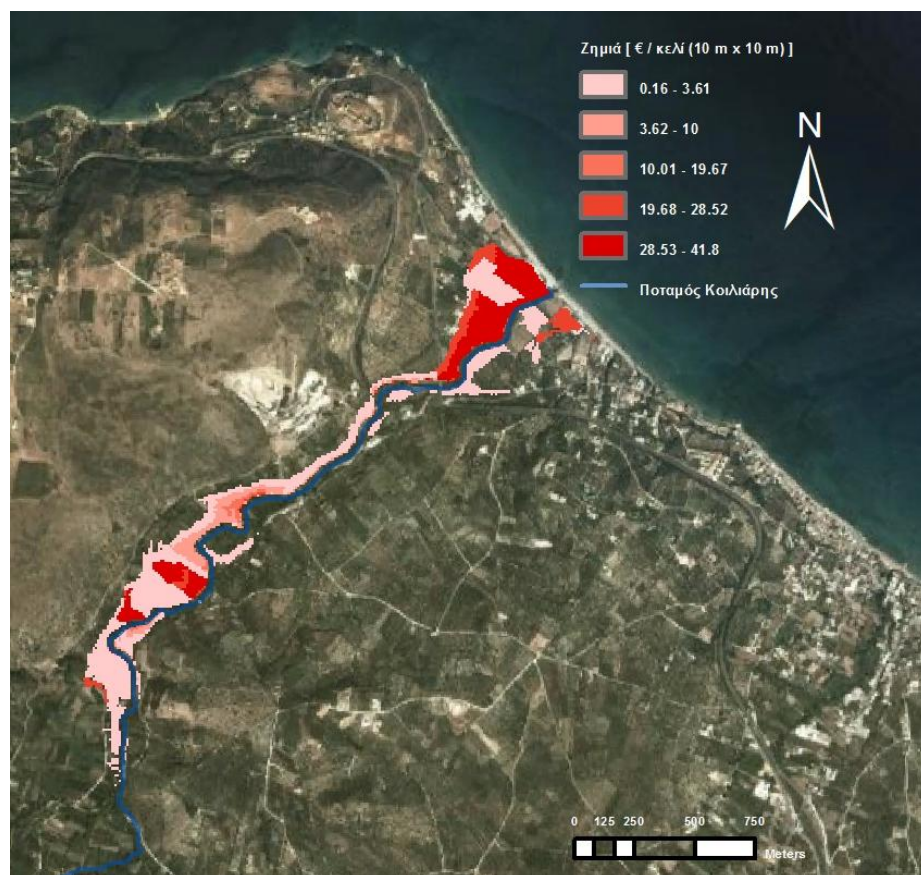
Πίν. 5. Αγροτική ζημιά (5 m x 5 m)

Χρήση γης	Ζημιά (€)	Επιφάνεια πλημμύρας (ha)
Ελαιόδεντρο	1,196.6	15.6 (32.0%)
Πορτοκαλιά	7,340.8	19.7 (40.0%)
Σύνθετα Συστήματα Καλλιέργειας	40,823.4	13.8 (28.0%)
Συνολική ζημιά	49,360.8	49.1 (100%)

Εικ. 33. Χωρική κατανομή εκτιμώμενης αγροτικής ζημιάς ανά κελί

Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς-αγροτικός τομέας

- ο Ζημιά σε όλο το πλέγμα μελέτης και για κάθε κατηγορία καλλιέργειας ξεχωριστά. Πλέγμα με κελί 10 m x 10 m



Πίν. 6. Αγροτική ζημιά (10 m x 10 m)

Χρήση γης	Ζημιά (€)	Επιφάνεια πλημμύρας (ha)
Ελαιόδεντρο	1,072.1	14.5 (39.0%)
Πορτοκαλιά	4,959.9	10.7 (28.0%)
Σύνθετα Συστήματα Καλλιέργειας	36,277.2	12.3 (33.0%)
Συνολική ζημιά	42,309.2	37.5 (100%)

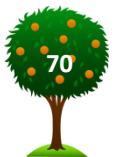
Εικ. 34. Χωρική κατανομή εκτιμώμενης αγροτικής ζημιάς ανά κελί

Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς-αγροτικός τομέας

Όσο πιο μικρή είναι η διάσταση του κελιού, τόσο πιο λεπτομερείς είναι οι εκτιμήσεις ζημιάς τεχνοοικονομικού μοντέλου

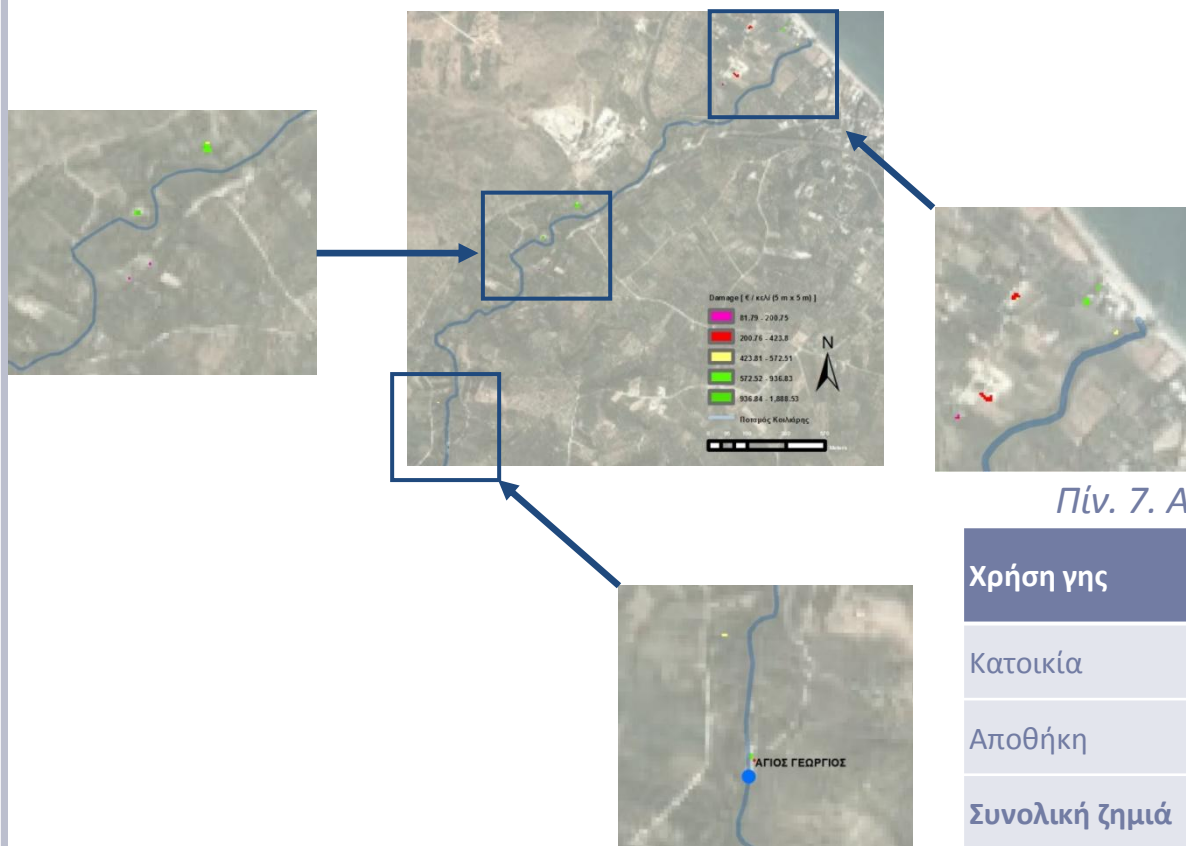
Μοντέλο κελιού 5 m x 5 m $\Rightarrow$ ορθότερη ανάγνωση κατακλυσμένων επιφανειών και χρήσεων γης ανά κελί $\Rightarrow$ ορθότερη χρήση επιφανειών ζημιάς

Μικρή διαφοροποίηση στις εκτιμήσεις για Ελαιόδεντρα
Πιο σημαντική διαφοροποίηση για Πορτοκαλαιόδεντρα, Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας



Μοντέλο εκτίμησης ζημιάς-αστικός τομέας

- Ζημιά σε όλο το πλέγμα μελέτης και για κάθε κατηγορία καλλιέργειας ξεχωριστά. Πλέγμα με κελί 5 m x 5 m



Πίν. 7. Αστική ζημιά (5 m x 5 m)

Χρήση γης	Ζημιά (€)	Επιφάνεια πλημμύρας (m ²)
Κατοικία	37,701.1	1475
Αποθήκη	4,112.7	225
Συνολική ζημιά	41,813.8	1700

Εικ. 35. Χωρική κατανομή εκτιμώμενης αστικής ζημιάς ανά κελί

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

Επαλήθευση μοντέλου

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

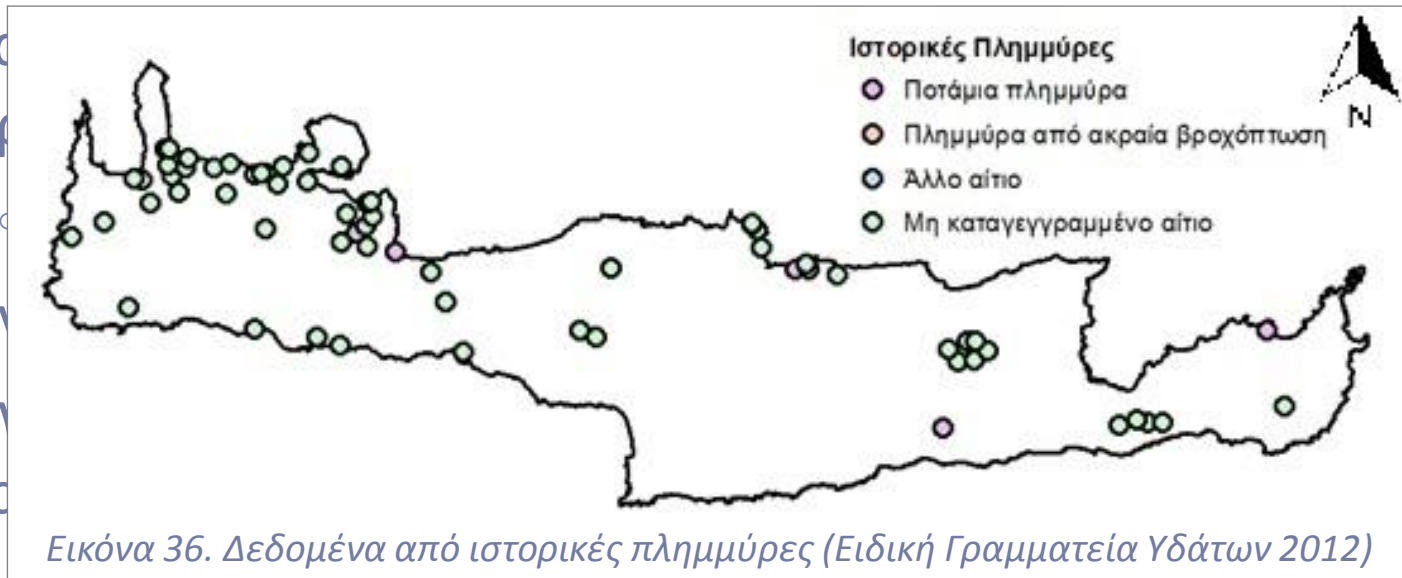
Δημοσιεύσεις

Επαλήθευση μοντέλου εκτίμησης ζημιάς

- Δύσκολη διαδικασία επαλήθευσης μοντέλων ζημιάς ⇒ σπάνια η συγκέντρωση ιστορικών δεδομένων

○ Τα

πρ



ημιάς

Εικόνα 36. Δεδομένα από ιστορικές πλημμύρες (Ειδική Γραμματεία Υδάτων 2012)

- Αστικός τομέας ⇒ καμία επίσημη καταγραφή για την πλημμύρα μελέτης

Επαλήθευση μοντέλου εκτίμησης αγροτικής ζημιάς

- Διαθέσιμα δεδομένα ΕΛΓΑ $\Rightarrow$ Φεβρουάριος 2003, Νομός Χανίων

Πίν. 8. Καταγεγραμμένες ζημιές, Φλεβάρης 2003, Νομός Χανίων (ΕΛΓΑ)

Φεβρουάριος 2003	Περιγραφή	Ποικιλία	Αποζημίωση (€)	Επιφάνεια (ha)
	Βολβώδη λαχανικά	Σκόρδα	227.0	0.05
	Καρποφόρα λαχανικά	Αγγούρια	5,092.6	0.2
		Τομάτες	3,788.4	0.15
	Κονδυλώδη	Καρότα	717.0	0.3
	Total		9,825.0	0.7

- Αδύνατη επαλήθευση μοντέλου από δεδομένα ΕΛΓΑ $\Rightarrow$ Υπερεκτίμηση ζημιάς
- Το μοντέλο εκτίμησης αγροτικής ζημιάς
 - Πιο συντηρητικές εκτιμήσεις
 - Χωρική εκτίμηση ζημιάς με μεγάλη λεπτομέρεια για την ακριβή τοποθεσία ζημιάς



Έλεγχος συνέπειας μοντέλου εκτίμησης ζημιάς

- Εναλλακτική προσπάθεια πιστοποίησης $\Rightarrow$ στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων μοντέλου
- Εφαρμογή νέας Monte Carlo διαδικασίας (σε Python)
 - 100 διαδοχικές εκτελέσεις κώδικα εκτίμησης ζημιάς για κάθε τομέα μελέτης
 - Στατιστική ανάλυση διαδοχικών αποτελεσμάτων
 - Μελέτη και κατοχύρωση συνέπειας
- Χρήση στατιστικών τεστ για έλεγχο κανονικότητας δείγματος (H_0 : δείγμα ακολουθεί κανονική κατανομή)
 - D'Agostino-Pearson
 - Lilliefors-παραλλαγή του Kolmogorov-Smirnov
- 5^ο και 95^ο εκατοστημόριο δείγματος
 - p-εκατοστημόριο $\Rightarrow$ τιμή υπό την οποία βρίσκεται το p% παρατηρήσεων δείγματος

Έλεγχος συνέπειας-αγροτικός τομέας 5 m x 5 m

ο Lilliefors-παραλλαγή K-S στατιστικό τεστ

Πίν. 9. Αποτελέσματα Lilliefors-παραλλαγή K-S

	Ελαιόδεντρα	Πορτοκαλαιό-δεντρα	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Συνολική αγροτική ζημιά
D	0.065828	0.068485	0.050572	0.060011
κρίσιμη τιμή D_c	0.1031	0.1031	0.1031	0.1031
Μηδενική υπόθεση H_0	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται



Έλεγχος συνέπειας-αγροτικός τομέας 5 m x 5 m

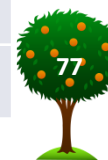
ο Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Πίν. 10. Υπολογισμός παραμέτρων και χαρακτηριστικών κανονικής κατανομής

	Μέση τιμή (€)	Τυπική απόκλιση (€)	95% Διάστημα εμπιστοσύνης (€)	Συντελεστής μεταβλητότητας (%)
Ελαιόδεντρα	1,047.52	155.31	(736.91, 1,358.14)	14.83
Πορτοκαλαιόδεντρα	6,826.17	568.71	(5,688.69, 7,963.53)	8.33
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	42,939.49	607.31	(41,724.87, 44,154.11)	1.41
Συνολική αγροτική ζημιά	50,813.12	879.44	(49,054.24, 52,572.00)	1.73

Πίν. 11. Υπολογισμός 5^{ου} και 95^{ου} εκατοστημορίων

	Ελαιόδεντρα	Πορτοκαλαιόδεντρα	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Συνολική αγροτική ζημιά
5 ^ο εκατ.	812.48	6,041.36	41,903.49	49,430.96
95 ^ο εκατ.	1,282.91	7,836.20	43,824.35	52,502.57
90% Δ.Ε.	(812.48, 1,282.91)	(6,041.36, 7,836.20)	(41,903.49, 43,824.35)	(49,430.96, 52,502.57)



Έλεγχος συνέπειας-αγροτικός τομέας 10 m x 10 m

ο Lilliefors-παραλλαγή K-S στατιστικό τεστ

Πίν. 12. Αποτελέσματα Lilliefors-παραλλαγή K-S

	Ελαιόδεντρα	Πορτοκαλαιό-δεντρα	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Συνολική αγροτική ζημιά
D	0.055788	0.087928	0.05631	0.058561
κρίσιμη τιμή D_c	0.1031	0.1031	0.1031	0.1031
Μηδενική υπόθεση H_0	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται



Έλεγχος συνέπειας-αγροτικός τομέας 10 m x 10 m

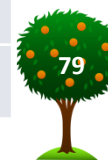
ο Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Πίν. 13. Υπολογισμός παραμέτρων και χαρακτηριστικών κανονικής κατανομής

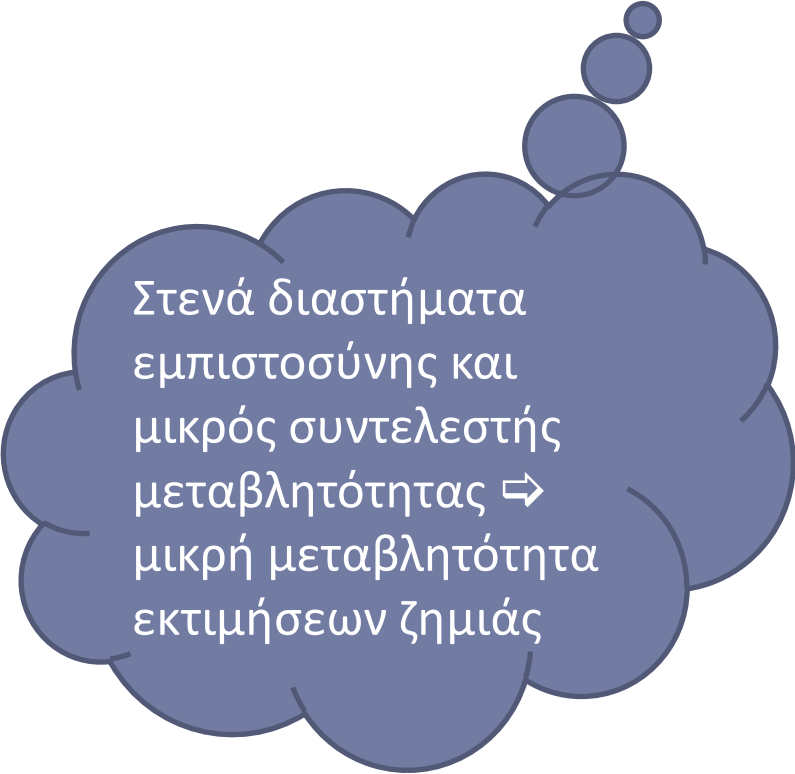
	Μέση τιμή (€)	Τυπική απόκλιση (€)	95% Διάστημα εμπιστοσύνης (€)	Συντελεστής μεταβλητότητας (%)
Ελαιόδεντρα	980.42	131.69	(717.04, 1,243.80)	13.43
Πορτοκαλαιόδεντρα	4,601.68	429.50	(3,742.68, 5,460.68)	9.33
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	38,006.02	611.22	(36,783.57, 39,228.46)	1.61
Συνολική αγροτική ζημιά	43,588.12	716.91	(42,154.3, 45,021.93)	1.64

Πίν. 14. Υπολογισμός 5^{ου} και 95^{ου} εκατοστημορίων

	Ελαιόδεντρα	Πορτοκαλαιόδεντρα	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Συνολική αγροτική ζημιά
5 ^ο εκατ.	768.91	3,894.78	36,998.61	42,455.34
95 ^ο εκατ.	1,215.50	5,365.04	38,888.37	44,625.70
90% Δ.Ε.	(768.91, 1,215.50)	(3,894.78, 5,365.04)	(36,998.61, 38,888.37)	(42,455.34, 44,625.70)



Έλεγχος συνέπειας μέσω στατιστικής ανάλυσης- αγροτικός τομέας



Στενά διαστήματα
εμπιστοσύνης και
μικρός συντελεστής
μεταβλητότητας $\Rightarrow$
μικρή μεταβλητότητα
εκτιμήσεων ζημιάς

Έλεγχος συνέπειας-αστικός τομέας 5 m x 5 m

ο Lilliefors-παραλλαγή K-S στατιστικό τεστ

Πίν. 15. Αποτελέσματα Lilliefors-παραλλαγή K-S

	Κατοικίες	Αποθήκες	Συνολική αστική ζημιά
D	0.041668	0.065827	0.050637
κρίσιμη τιμή D_c	0.1031	0.1031	0.1031
Μηδενική υπόθεση H_0	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται	Δεν απορρίπτεται

Έλεγχος συνέπειας-αστικός τομέας 5 m x 5 m

ο Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

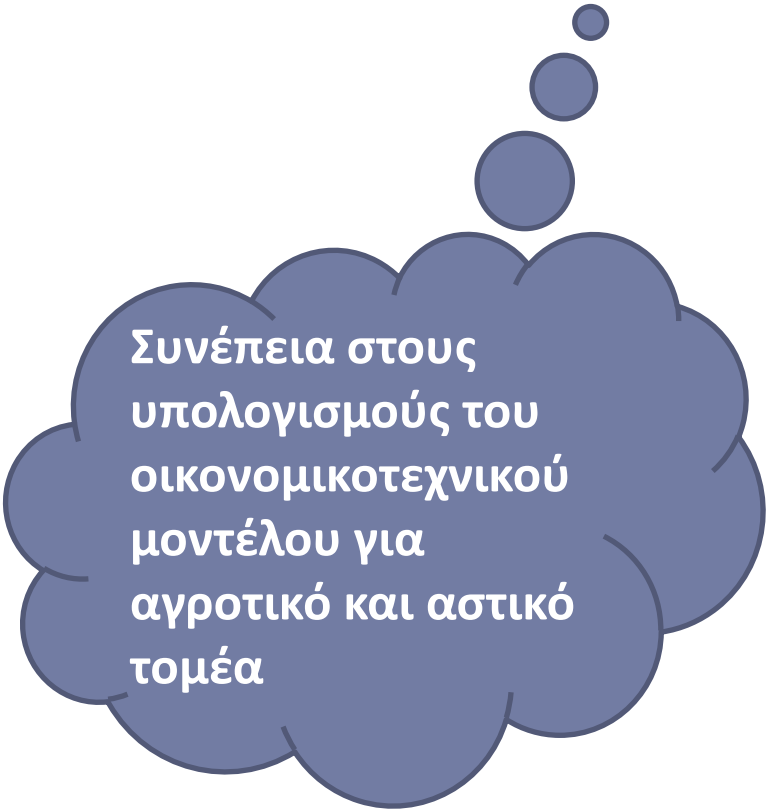
Πίν. 16. Υπολογισμός παραμέτρων και χαρακτηριστικών κανονικής κατανομής

	Μέση τιμή (€)	Τυπική απόκλιση (€)	95% Διάστημα εμπιστοσύνης (€)	Συντελεστής μεταβλητότητας (%)
Κατοικίες	36397.57	2907.95	(30,581.67, 42,213.47)	7.99
Αποθήκες	4425.365	302.7221	(3,819.92, 5,030.81)	6.84
Συνολική αστική ζημιά	40822.93	2917.961	(34,987.01, 46,658.85)	7.15

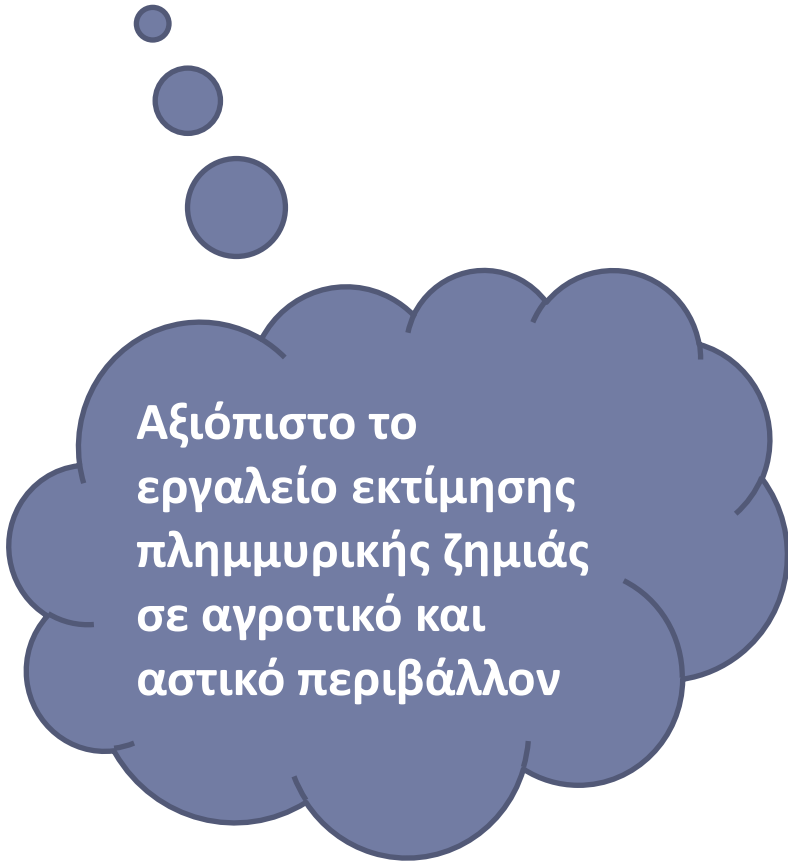
Πίν. 17. Υπολογισμός 5^{ου} και 95^{ου} εκατοστημορίων

	Κατοικίες	Αποθήκες	Συνολική αστική ζημιά
5 ^ο εκατ.	31,753.87	3,968.68	36,489.55
95 ^ο εκατ.	41,166.67	4,913.44	45,734.13
90% Δ.Ε.	(31,753.87, 41,166.67)	(3,968.68, 4,913.44)	(36,489.55, 45,734.13)

Έλεγχος συνέπειας μέσω στατιστικής ανάλυσης



Συνέπεια στους
υπολογισμούς του
οικονομικοτεχνικού
μοντέλου για
αγροτικό και αστικό
τομέα



Αξιόπιστο το
εργαλείο εκτίμησης
πλημμυρικής ζημιάς
σε αγροτικό και
αστικό περιβάλλον

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

Επαλήθευση μοντέλου

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

Δημοσιεύσεις

Συμπεράσματα

- Συνδυασμός ανεξάρτητων μοντέλων και εργαλείων σε ένα ολοκληρωμένο εργαλείο εκτίμησης της επικινδυνότητας και των επιπτώσεων πλημμύρας
- Δημιουργία πλημμυρικών χαρτών και χαρτών πλημμυρικής ζημιάς ⇒ υπόδειξη περιοχών υψηλού και χαμηλού κινδύνου πλημμύρας και πλημμυρικής ζημιάς, αντίστοιχα, με μεγάλη χωρική ακρίβεια
- Υιοθέτηση μαθηματικών μεθόδων για τη δημιουργία συνθετικών επιφανειών ζημιάς ⇒ διαμόρφωση μεθοδολογίας για περιοχές με περιορισμένη ή ανύπαρκτη πληροφορία ζημιάς
- Δημιουργία μοντέλου εκτίμησης ζημιάς παρέχει χωρικές εκτιμήσεις ζημιάς ⇒ απεικόνιση περιοχών επιρρεπών σε ζημιές σε περιβάλλον GIS
- Σημαντικός ο προσδιορισμός ζημιάς σε επίπεδο κελιού μικρής κλίμακας ⇒ εκτιμήσεις υψηλής λεπτομέρειας

Συμπεράσματα

○ Σε αγροτικό επίπεδο

- Πολύ σημαντικό εργαλείο ειδικά για την πλημμυρική κοίτη ποταμού ⇒ γόνιμο έδαφος, έλκει αγροτικές δραστηριότητες
- Χρήση εργαλείου από αγρότες ⇒ συνετός σχεδιασμός πρακτικών καλλιέργειας στο χωράφι ⇒ αποφυγή τυχόν απωλειών στην παραγωγή
- Μεγαλύτερες ζημιές στα Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας ⇒ αποφυγή καλλιέργειας αυτής κατά μήκος ποταμού

○ Σε αστικό επίπεδο

- Μεγαλύτερη αστική ανάπτυξη στην κατάντη περιοχή και μεγαλύτερος ο κίνδυνος πλημμύρας ⇒ μεγαλύτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό πρακτικών διαχείρισης πλημμυρικού κινδύνου

○ Χρήση μοντέλου

- Σχεδιασμός χρήσεων γης για μετριασμό πλημμυρικής ζημιάς
- Εργαλείο υπολογισμού αποζημιώσεων σε ιδιοκτήτες που έχουν πληγεί από πλημμύρα

Καινοτόμα στοιχεία διατριβής

- Εισαγωγή της **ταχύτητας** ως παράμετρος επίπτωσης στην εκτίμηση πλημμυρικής ζημιάς
- Ανάπτυξη συνθετικής μεθόδου για τη δημιουργία **συνθετικών επιφανειών ζημιάς** $\Rightarrow$ εφαρμογή σε περιοχές με ελάχιστα ή και καθόλου δεδομένα ζημιάς
- Συνθετικές **τριδιάστατες επιφάνειες** ύψους-ταχύτητας-ζημιάς
- Δημιουργία επιφανειών ζημιάς για **δενδροειδείς καλλιέργειες** (Ελαιόδεντρα και Πορτοκαλαιόδεντρα)
- Ανάπτυξη τεχνοοικονομικού μοντέλου σε πλέγμα με **κελί διάστασης 5 m x 5 m** $\Rightarrow$ λεπτομερής εκτίμηση ζημιάς

Μελλοντικές προτάσεις

- Λεπτομερέστερη χωρική αποτύπωση γεωμετρίας ποταμού μελέτης σε περισσότερα σημεία για τις ανάγκες του υδρολογικού μοντέλου
- Εξέλιξη μεθοδολογίας για τη μελέτη πλημμυρών με συγκεκριμένες περιόδους επαναφοράς και πρόβλεψης πιθανών ζημιών τους ⇒ διαμόρφωση δυνητικών σχεδίων δράσης σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης
- Δημιουργία αξιόπιστης βάσης δεδομένων πλημμύρας και πλημμυρικής ζημιάς ⇒ σύστημα λεπτομερούς καταγραφής πλημμυρικών γεγονότων και προκαλούμενης ζημιάς
- Δημιουργία ενός εύχρηστου γραφικού περιβάλλοντος χρήστη (Graphical User Interface-GUI) για το μοντέλο εκτίμησης ζημιάς
- Διαμόρφωση μεθόδου που οι εκτιμήσεις γίνονται ανά κτίσμα/αγροτεμάχιο (και όχι σε όλο το πλέγμα) ⇒ χρήση εργαλείου από ασφαλιστικές εταιρίες ⇒ λήψη απόφασης από ιδιοκτήτη για ασφάλιση στην ιδιοκτησία του

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μεθοδολογία

Περιγραφή περιοχής μελέτης

Προετοιμασία δεδομένων

Εφαρμογή-Αποτελέσματα Μεθοδολογίας

Επαλήθευση μοντέλου

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Προτάσεις

Δημοσιεύσεις

Δημοσιεύσεις

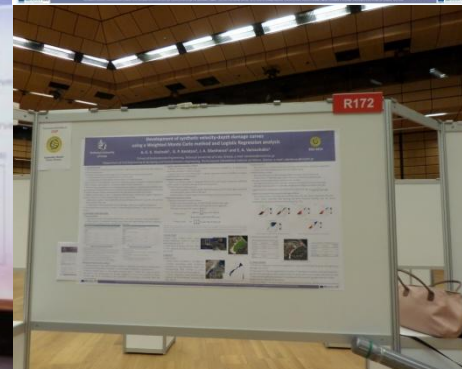
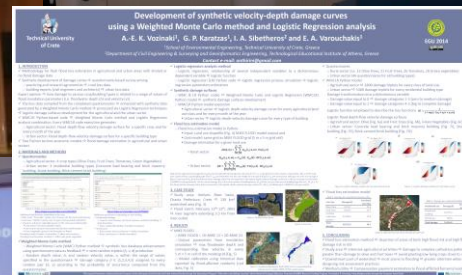
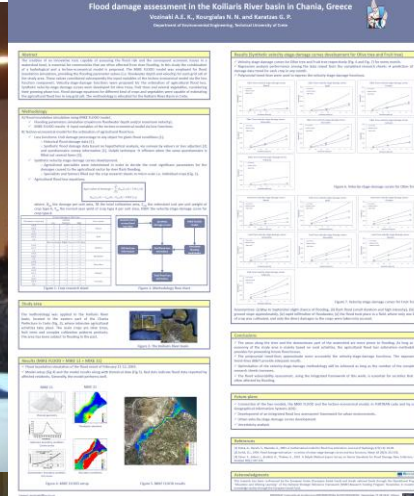
Δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά

- A.-E. K. Vozinaki, G. P. Karatzas, I. A. Sibetheros, and E. A Varouchakis (2014). An agricultural flood loss estimation model using synthetic logistic damage surfaces. Natural Hazards, in review
- A.-E. K. Vozinaki, N. N. Kourgialas, and G. P. Karatzas (2012), Estimation of agricultural flood loss in the Koiliaris river basin in Crete, Greece. European Water 39: 53-63
- A.-E. K. Vozinaki, N. N. Kourgialas, and G. P. Karatzas (2012), Estimating flood inundation and the consequent economic losses in the Koiliaris River basin in Crete, Greece. Global NEST Journal 14(3): 284-293

Δημοσιεύσεις

Δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια

- A.-E. K. Vozinaki, G. P. Karatzas, I. A. Sibetheros, E. A. Varouchakis (2014). Development of synthetic velocity-depth-damage curves using a Weighted Monte Carlo method and Logistic Regression analysis. EGU General Assembly, Vienna, 27 April-02 May
- A.-E. K. Vozinaki, N. N. Kourgialas, G. P. Karatzas, I. A. Sibetheros (2013). Flood Simulation and Estimation of Agricultural Flood Loss in ArcGIS Environment using PYTHON. Proceedings of the 8th International Conference of EWRA, 'Water Resources Management in an Interdisciplinary and Changing Context, Porto, 26-29 June
- A.-E. Vozinaki, N. N. Kourgialas, G. P. Karatzas (2012). Flood Damage Assessment in the Koiliaris River Basin in Chania, Greece. Proceedings of the SMARTeST International Conference-IMPLEMENTING FLOOD RESILIENCE, Athens, 27-28 September
- A.-E. K. Vozinaki, N. N. Kourgialas, G. P. Karatzas (2012). An Integrated Approach to Estimate Flood Damages-A Field Application in the Koiliaris River Basin in Chania, Greece. Proceedings of the Protection and Restoration of the Environment XI Conference, Thessaloniki, 3-6 July
- A.-E. K. Vozinaki, N. N. Kourgialas, G. P. Karatzas (2011). An Integrated Surface and Groundwater Modeling System for Flood Loss Estimation. A Field Application in the Koiliaris River Basin in Crete-Greece. Proceedings of the 12th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST2011), Rhodes, 8-10 September





Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος



Παρουσίαση Διδακτορικής Διατριβής με τίτλο **Ένα Ολοκληρωμένο Σύστημα Εκτίμησης της Επικινδυνότητας και των Επιπτώσεων Πλημμυρικών Φαινομένων**

Υπ. Διδάκτωρ Βοζινάκη Ανθή-Ειρήνη

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος II. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.

Σας ευχαριστώ πολύ!