

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

ΜΕΡΟΣ 2

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

▶ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

- ▶ BINARY MODELS

- ▶ INDEX MODELS

- ▶ REGRESSION MODELS

- ▶ PROCESS MODELS

- ▶ Πολλά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε σήμερα είναι περίπλοκα, με πολλά αντικρουόμενα συμφέροντα και λύσεις.
- ▶ Ωστόσο, οι αντικρουόμενες ομάδες πρέπει να είναι σε θέση να συνεργάζονται και να συμβιβάζονται για να βρουν μια λύση που να είναι η πιο εφικτή.
- ▶ Συχνά υπάρχει χωρική ή γεωγραφική φύση σε αυτά τα προβλήματα, και έτσι, με τη χρήση των ΓΣΠ με διαφορετικά πλαίσια ή αναλύσεις, μπορεί να βοηθηθεί η διαδικασία λήψης αποφάσεων.

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

- ▶ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ
- ▶ BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)



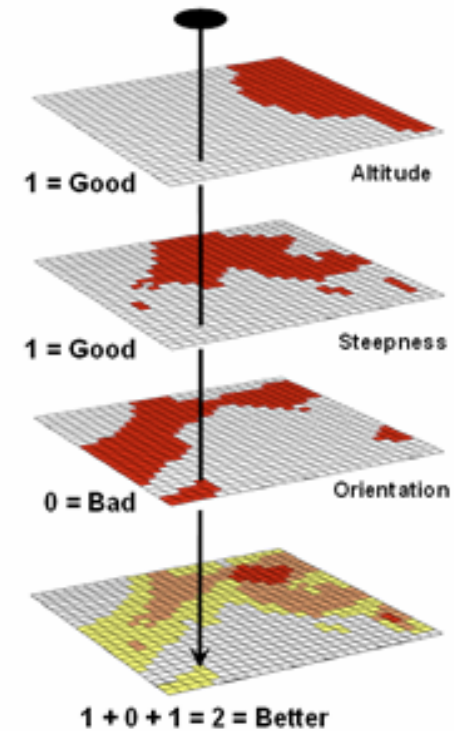
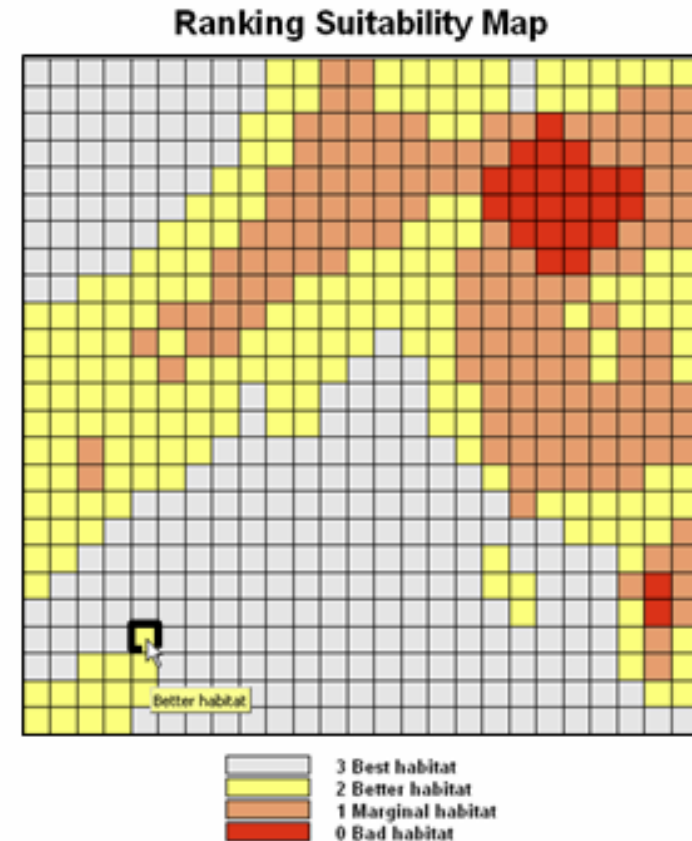
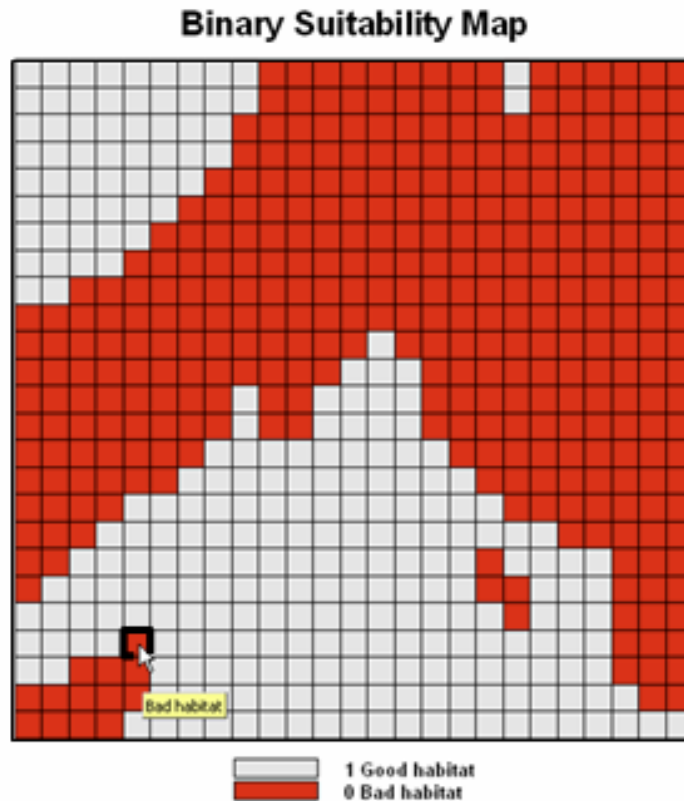
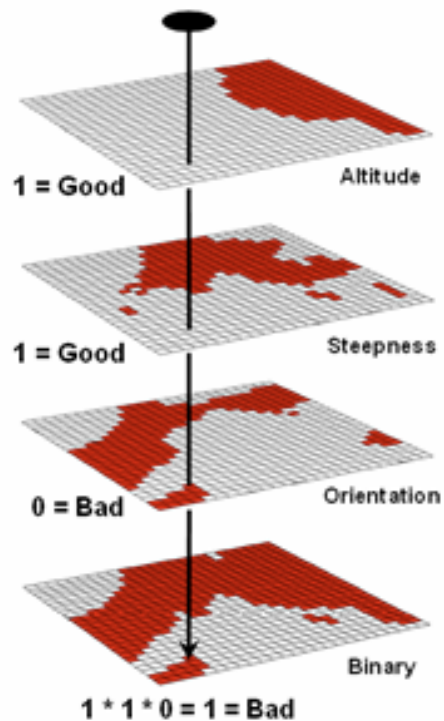
Green – < 20 degrees

Yellow - > 20 degrees

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)

► Τα κριτήρια ταξινομούνται ως καλά (1) ή κακά (0)



ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)

► Μια κοινή εφαρμογή δυαδικών μοντέλων είναι η ανάλυση χωροθέτησης, με κάθε λογική έκφραση αντιστοιχεί σε ένα κριτήριο χωροθέτησης.

► με βάση κριτήρια

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)

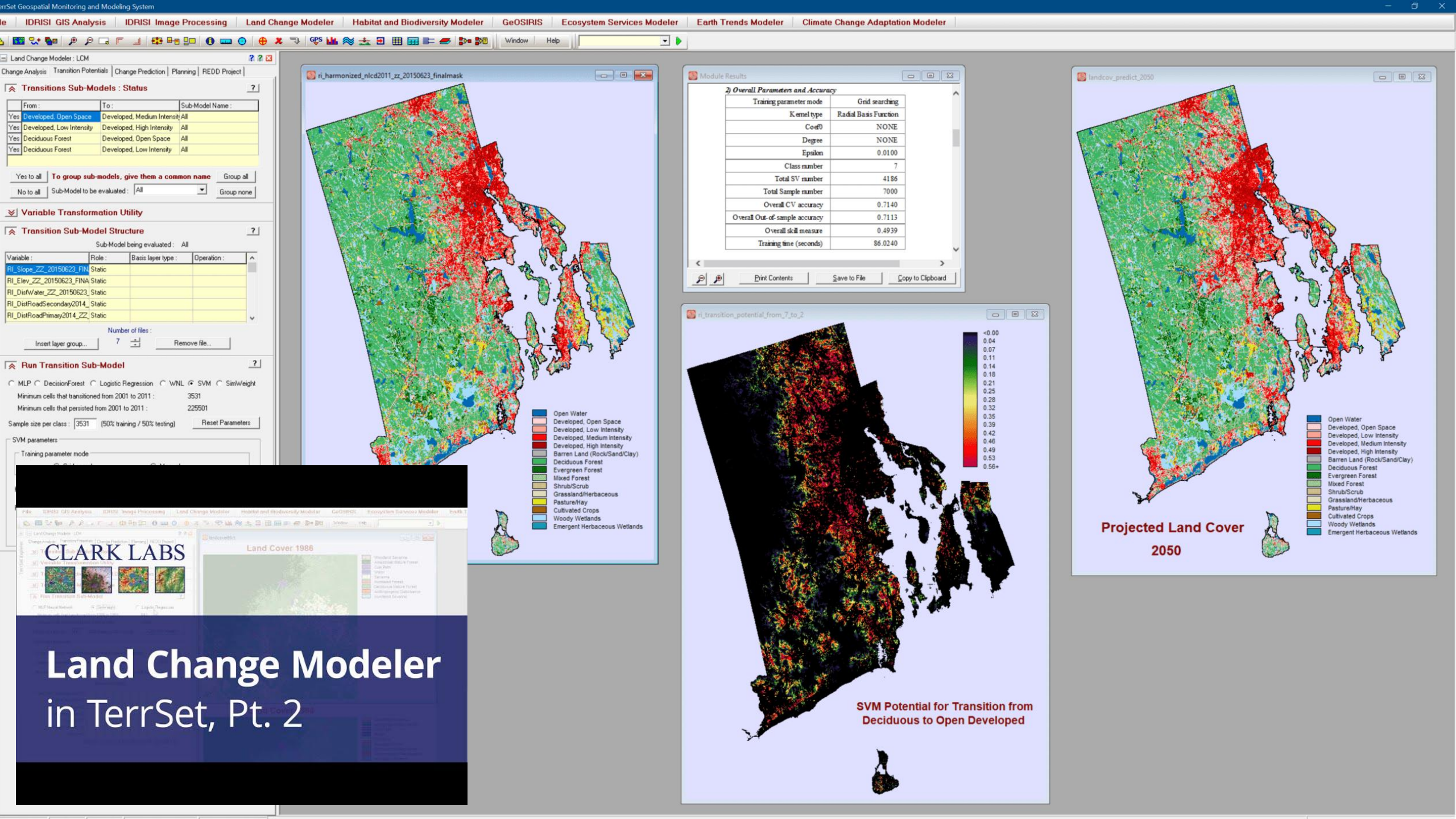
- Τα δυαδικά μοντέλα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση αλλαγών.
- Η πιο κοινή μέθοδος για την ανίχνευση αλλαγών είναι η επικάλυψη χαρτών που αναπαριστούν τη χωρική κατανομή μιας μεταβλητής ενδιαφέροντος σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

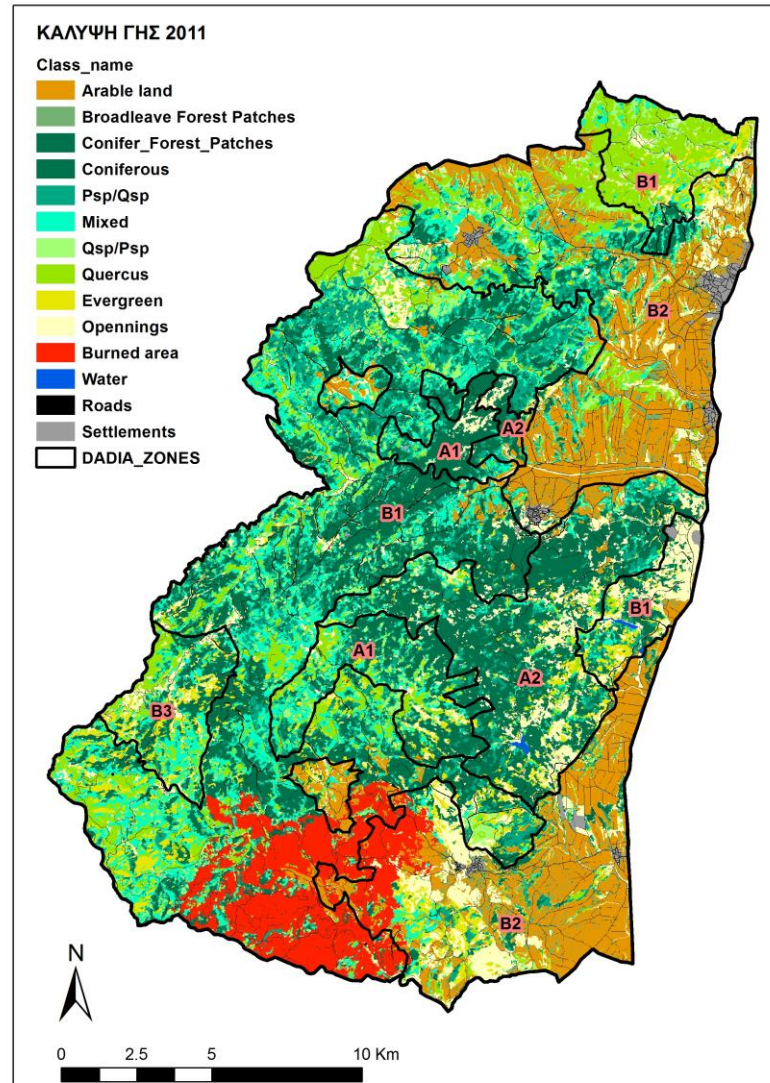
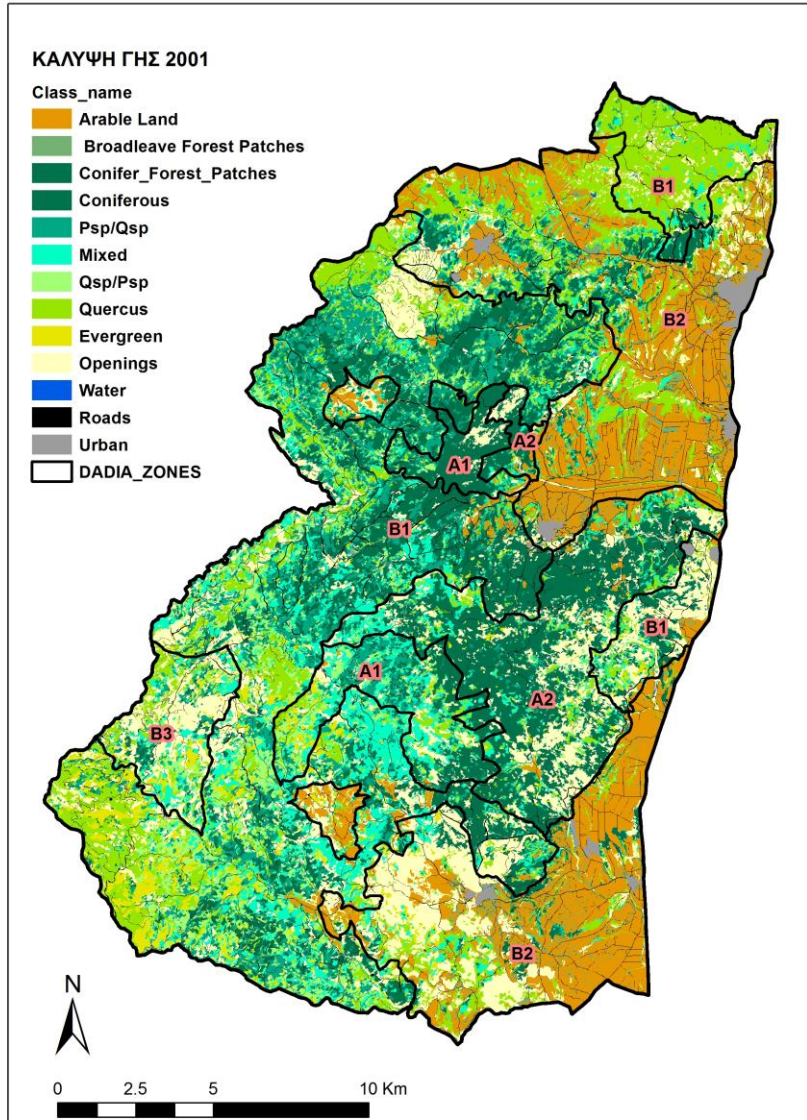
► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)

- Για παράδειγμα, η μεταβολή των καλύψεων βλάστησης σε μια δασική περιοχή από το 1984 έως το 2024. Η εργασία αυτή μπορεί να ξεκινήσει με τη σύνταξη δύο χαρτών κάλυψης βλάστησης, ο ένας για το 1984 και ο άλλος για το 2024.
- Το επόμενο βήμα είναι η επικάλυψη των δύο χαρτών έτσι ώστε τα όρια και τα χαρακτηριστικά των καλύψεων συνδυάζονται για να σχηματίσουν το τελικό αποτέλεσμα.
- Ερωτήσεις των δεδομένων χαρακτηριστικών στον σύνθετο χάρτη μπορούν να αποκαλύψουν ποια πολύγωνα έχουν υποστεί αλλαγές και ποια όχι.



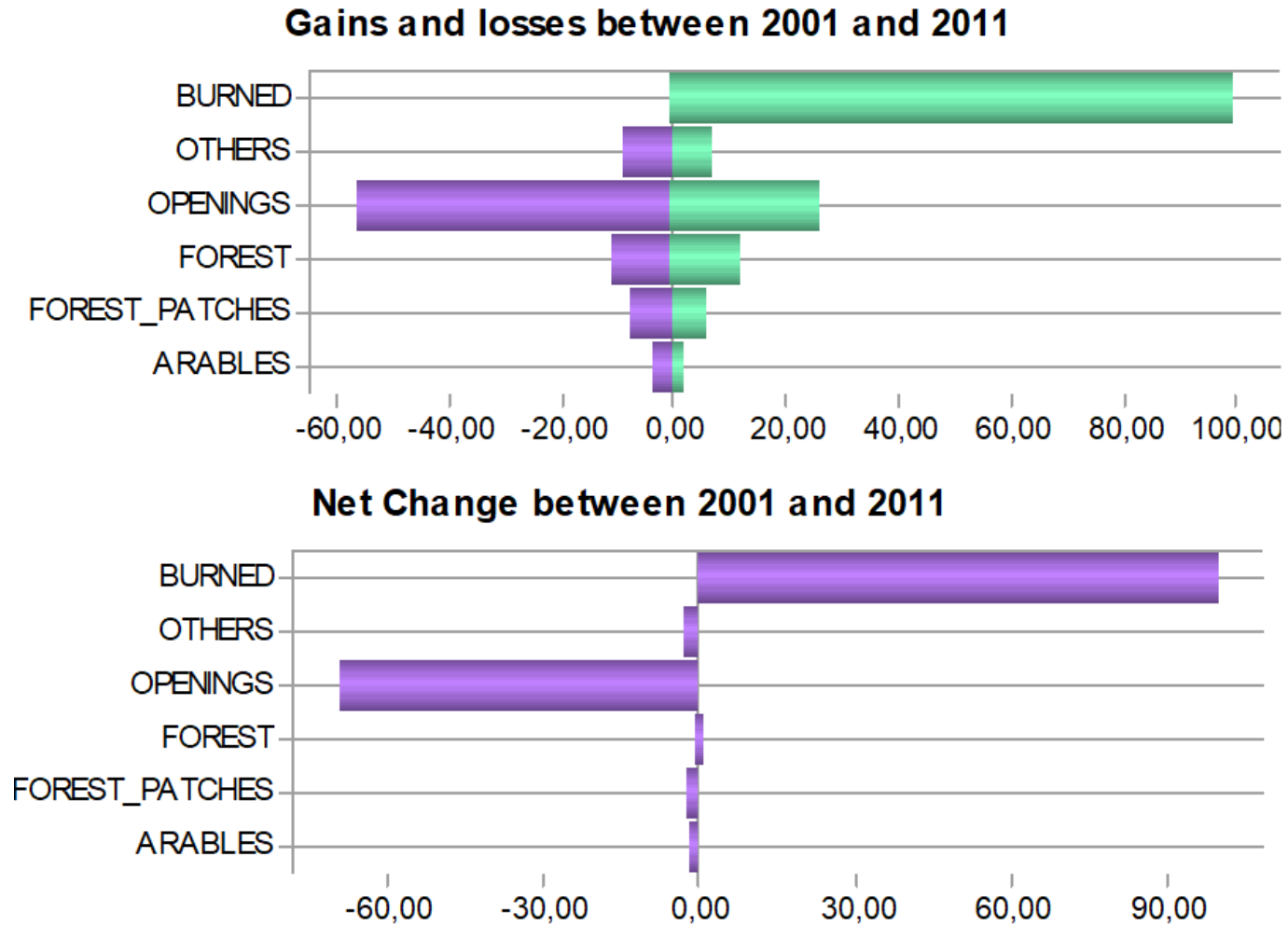
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)



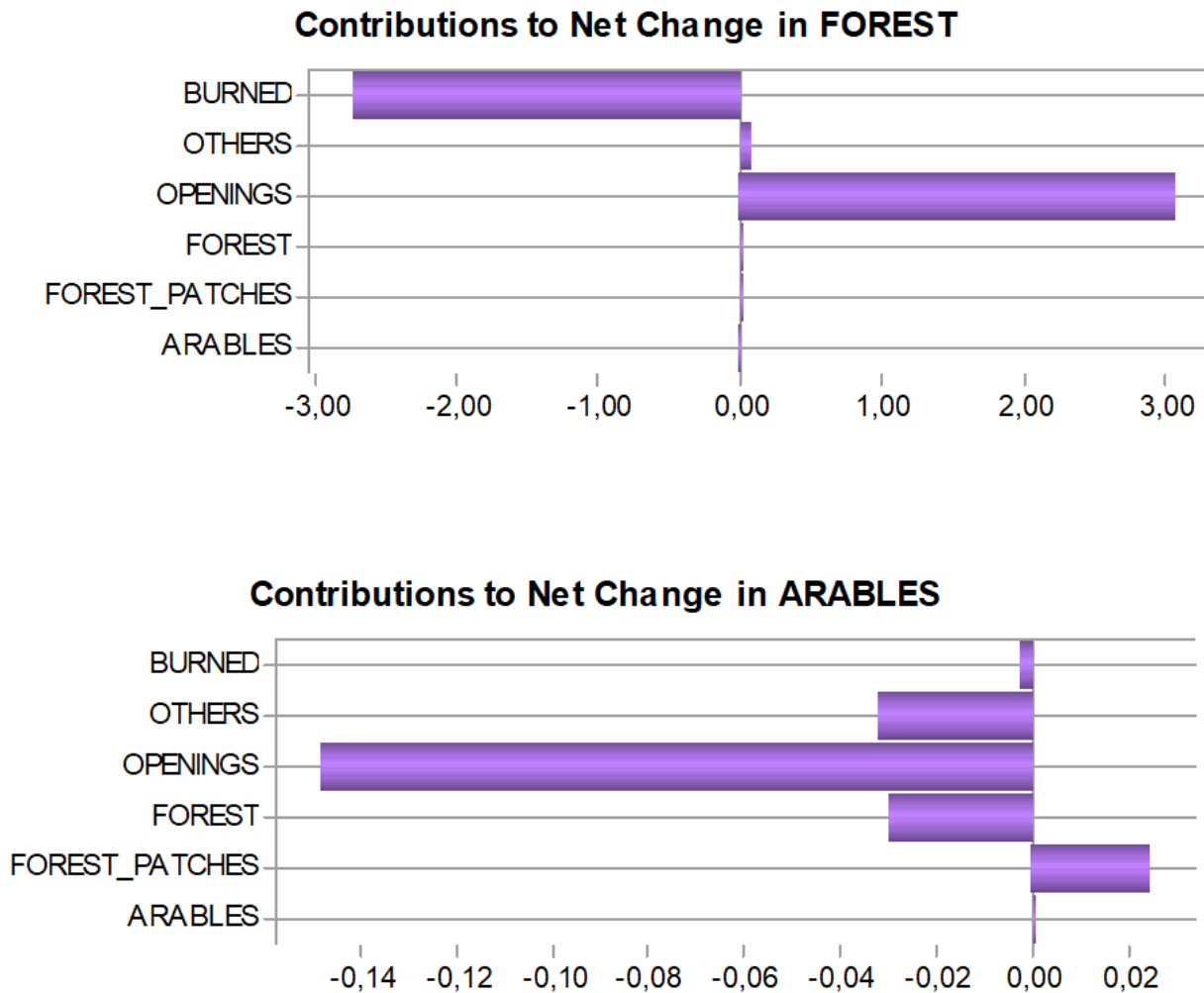
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)



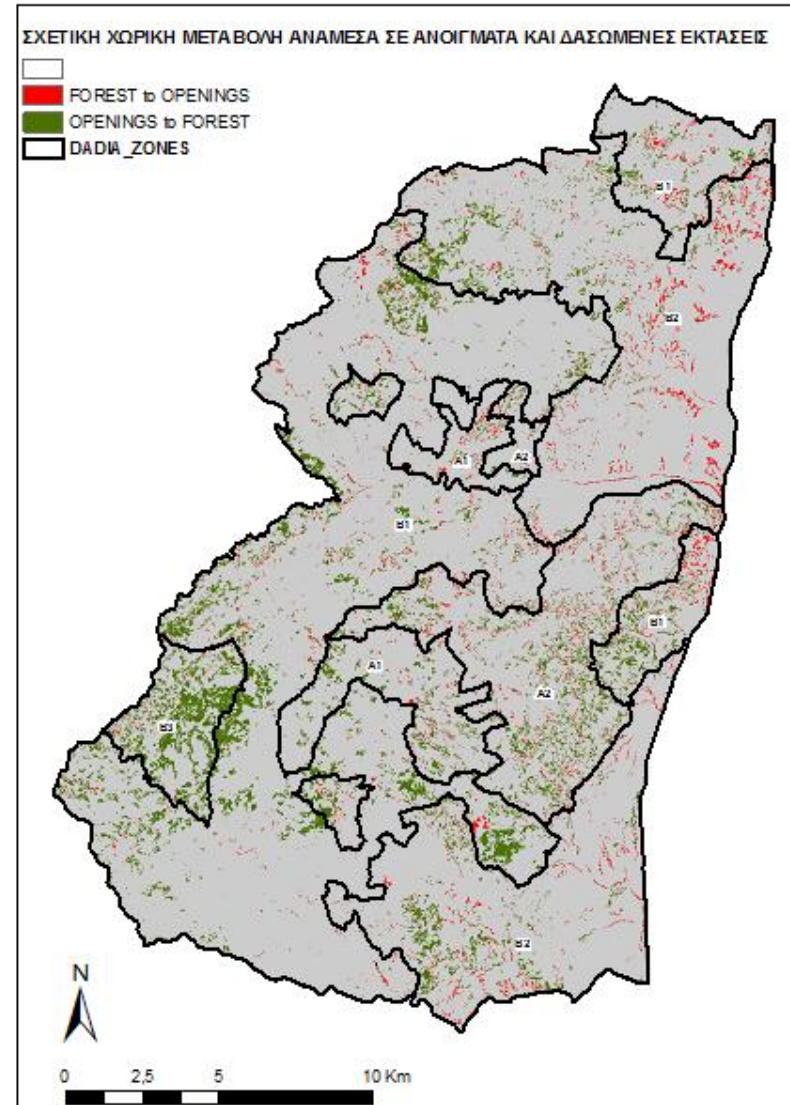
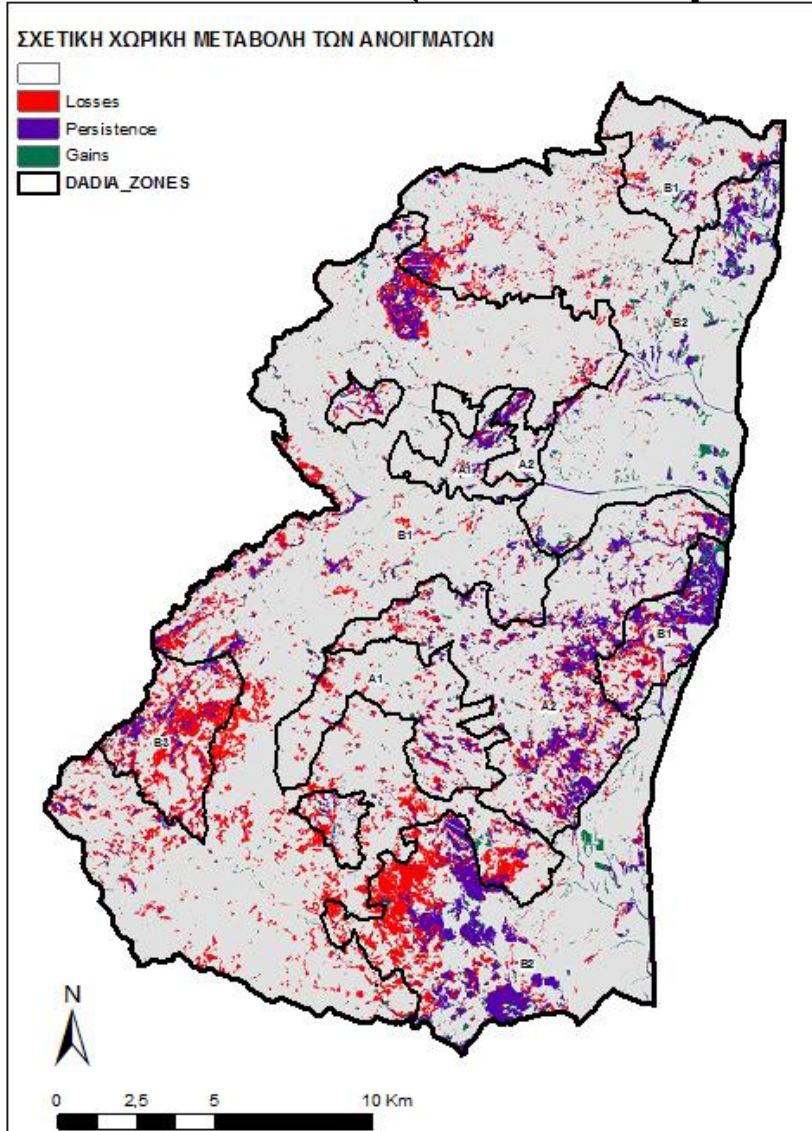
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)



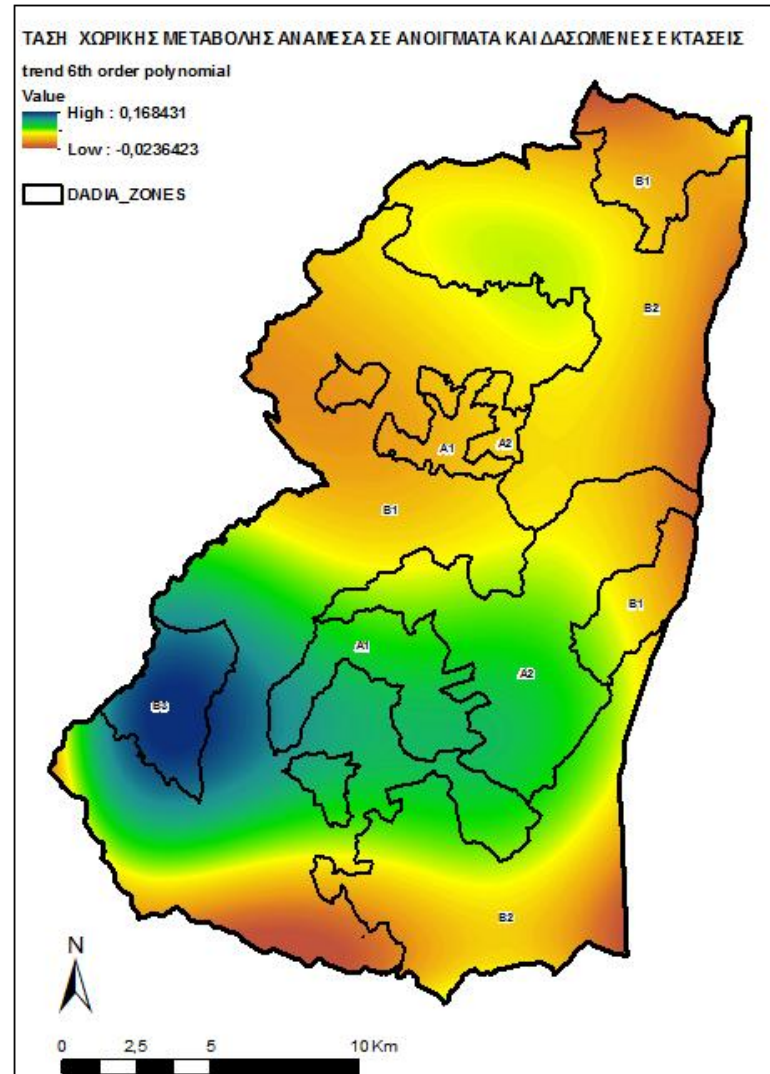
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)



ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► BINARY MODELS (διαειδικό μοντέλο)



ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

▶ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

▶ INDEX MODELS

- ▶ Ένα index model υπολογίζει μια τιμή δείκτη για κάθε ενότητα χώρου και παράγει έναν χάρτη βαθμολόγησης με βάση αυτές τις τιμές
- ▶ Μοιάζει με το Binary model. Πως;
- ▶ Χρήση πολυκριτηριακής αξιολόγησης και χρήση εργαλείων υπέρθεσης.
- ▶ Που διαφέρουν;
- ▶ Βασισμένο στις τιμές δείκτη και όχι σε ένα ναι ή όχι

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► INDEX MODELS

- Ένα μοντέλο index αξιολογεί τα χαρακτηριστικά ενός σύνθετου χάρτη, υπολογίζει τιμές index από τα χαρακτηριστικά, και εξάγει έναν χάρτη κατάταξης με βάση τις τιμές του δείκτη.

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► INDEX MODELS

- Η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών μπορεί να λάβει χώρα σε δύο διαφορετικά επίπεδα.
 1. Το πρώτο είναι η κατάταξη της σχετικής σημασίας κάθε χαρακτηριστικού σε σχέση με άλλα χαρακτηριστικά και αποδίδει ένα βάρος στο χαρακτηριστικό
 2. Η δεύτερη αξιολόγηση γίνεται με τις τιμές κάθε χαρακτηριστικού. Οι τιμές των χαρακτηριστικών συνήθως βαθμολογούνται με κλίμακα από 1 έως 9, από 1 έως 5 κ.λ.π

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► INDEX MODELS

1. Μετά την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών έχει γίνει, ένα μοντέλο δείκτη μπορεί να εκφραστεί ως μια γραμμική εξίσωση, με μια μεταβλητή δείκτη στα αριστερά και τα χαρακτηριστικά και τα βάρη τους στα δεξιά, και η τιμή του δείκτη μπορεί να υπολογιστεί ως εξής
 1. αθροίζοντας τις σταθμισμένες αριθμητικές βαθμολογίες από κάθε χαρακτηριστικό.

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► INDEX MODELS

- Τα μοντέλα δεικτών χρησιμοποιούνται συνήθως στην ανάλυση καταλληλότητας και στην ανάλυση τρωτότητας.

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► *INDEX MODELS* - Πρώτο παράδειγμα

► Μελέτη ιεράρχησης των εκτάσεων για προστασία

□ πέντε παραμέτρους ως δεδομένα για την αξιολόγηση:

1. Περιορισμοί ανάπτυξης λόγω εδαφικών συνθηκών/απότομων κλίσεων/πλημμυρών
2. Δυνατότητα ρύπανσης από μη σημειακές πηγές λόγω γειτνίασης με ύδατα/υγροτόπους
3. Δυνατότητα κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων λόγω της απόστασης από τους υπάρχοντες δρόμους και την ανάπτυξη
4. Ευαίσθητες περιοχές ενδιαιτημάτων άγριας ζωής
5. Αισθητικές επιπτώσεις (ορατότητα από μονοπάτια)

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

- ▶ *INDEX MODELS* Δεύτερο παράδειγμα
- ▶ Μοντέλο δείκτη καταλληλότητας οικοτόπων (HSI).
- ▶ Τα μοντέλα HSI αξιολογούν την ποιότητα των ενδιαιτημάτων χρησιμοποιώντας χαρακτηριστικά που θεωρούνται σημαντικά για τα είδη άγριας ζωής.
- ▶ Η διαδικασία ανάπτυξης ενός HSI μοντέλου περιλαμβάνει την ερμηνεία των μεταβλητών των ενδιαιτημάτων με βάση τις απαιτήσεις ζωής ενός είδους άγριας ζωής και μετατροπή αυτών των μεταβλητών ενδιαιτήματος σε χωρικές μεταβλητές που μπορούν να βαθμολογηθούν και να χρησιμοποιηθούν σε ένα μοντέλο HSI.

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

- ▶ INDEX MODELS *Τρίτο παράδειγμα*
- ▶ Η καταγραφή της πανίδας, δηλαδή της αφθονίας πολλών διαφορετικών taxa σε μια μεγάλη και ετερογενή περιοχή, απαιτεί πολλά χρόνια έρευνας και από πολλούς επιστήμονες.
- ▶ Ένας τρόπος προσέγγισης αυτού του σύνθετου προβλήματος, είναι η χρησιμοποίηση τεχνικών πολυ-κριτηρίων με βάση την υφιστάμενη γνώση.

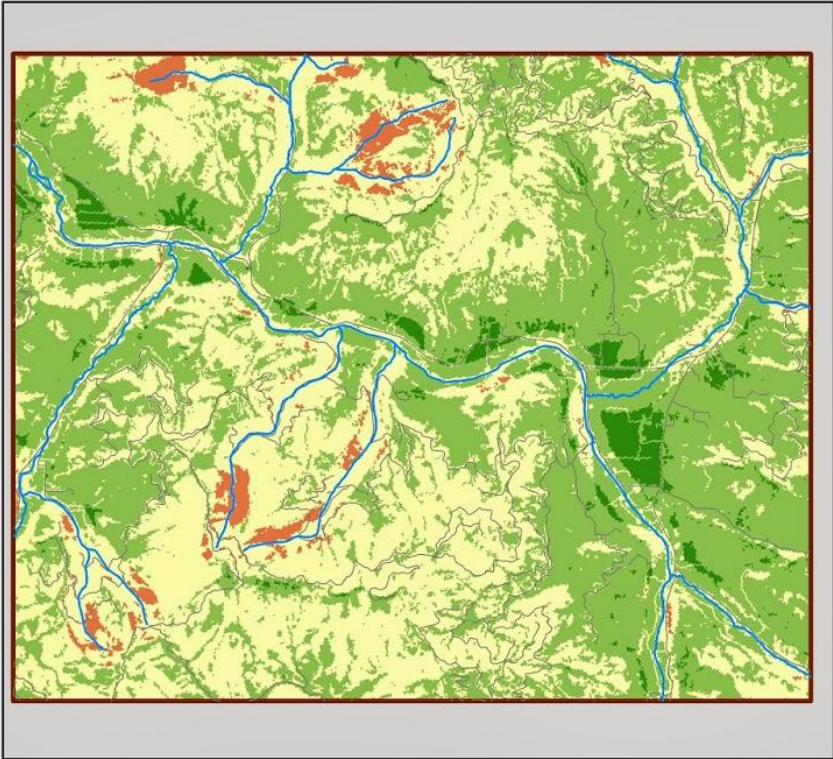
Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

- ▶ Τα κριτήρια δεν είναι ασπρόμαυρα και μπορεί να είναι διαβαθμισμένα.
- ▶ Κάθε είσοδος μπορεί να σταθμιστεί ανάλογα με τη σημασία της ή το ποσοστό επιρροής της.
- ▶ Το βάρος είναι ένα σχετικό ποσοστό και το άθροισμα των βαρών ποσοστιαίας επιρροής πρέπει να ισούται με 100%.

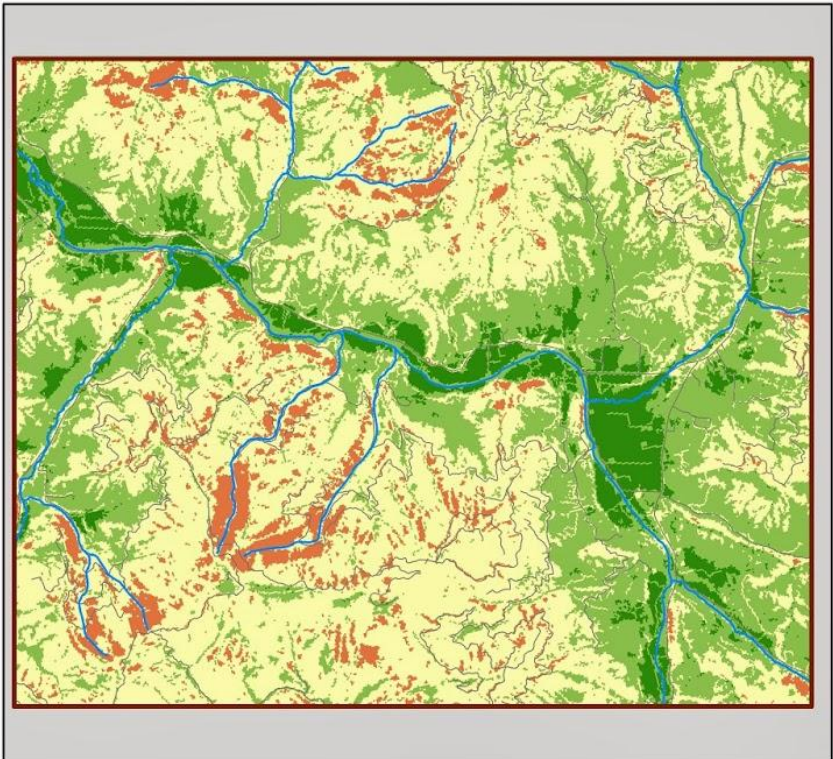
Πολυκριτηριακή ανάλυση
αποφάσεων και GIS
(Multi-Criteria Decision
Analysis and GIS)

Weighted Overlay Land Use Suitability Analysis

Equal Weights Scenario



Alternative Weights Scenario



Equal weights:
all 5 criteria
weighted at 20% each

Relative Suitability

2 (less suitable)
3
4
5 (more suitable)

Suitability Criteria:
land cover
soil type
slope
distance from roads
distance from rivers

Alternative weights:
land cover: 20%
soil type: 20%
slope: 40%
road distance: 10%
river distance: 10%

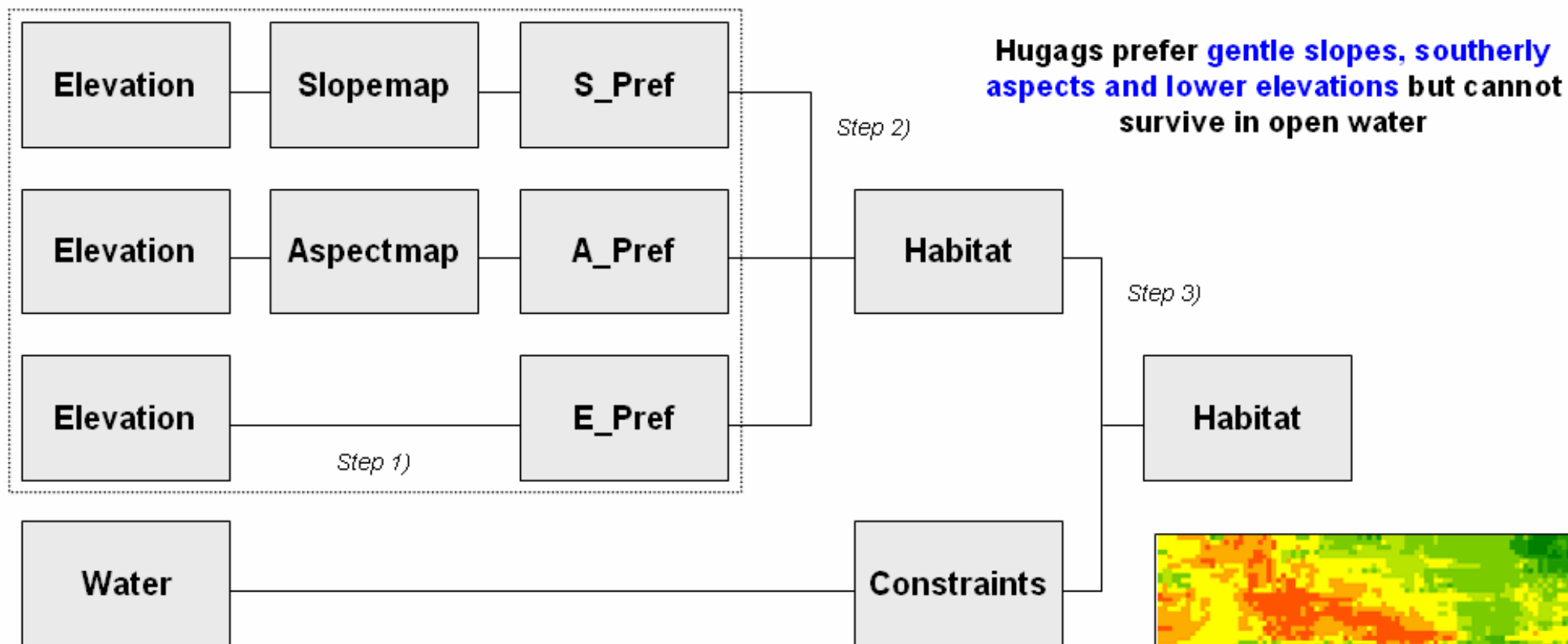
study area
rivers
roads



0 1.25 2.5 5 Miles

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS

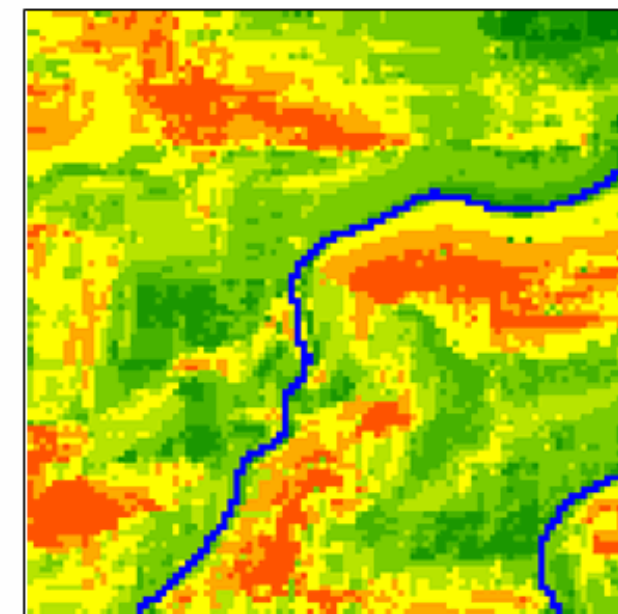
(Multi-Criteria
Decision Analysis
and GIS)



Step 1) **Calibrate Criteria Maps.** Each of the criteria map categories are assigned a rating from 1= Very Bad to 9= Very Good.

Step 2) **Combine Calibrated Maps.** The calibrated maps are averaged to derive an overall suitability map of habitat.

Step 3) **Apply Constraints.** Excluded areas are eliminated by assigning them a rating of 0 and masking.



Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (MCDA)

- ▶ Η λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια είναι μια προσέγγιση που χρησιμοποιείται για τη διευκόλυνση της εξέτασης πολλαπλών κριτηρίων από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.
- ▶ Η MCDA χρησιμοποιείται για τη λογική αξιολόγηση και σύγκριση πολλαπλών κριτηρίων / σεναρίων που συχνά είναι αντικρουόμενα για τη λήψη της καλύτερης δυνατής απόφασης.
- ▶ Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν έχουμε ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων με αντικρουόμενα συμφέροντα, αξίες και στόχους.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (MCDA)

- ▶ Μια MCDA μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε πεδίο για να εξετάσει ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων όπου μπορεί να υπάρχουν πολλαπλές ευνοϊκές λύσεις.
- ▶ Αυτό έχει χρησιμοποιηθεί για την
 - ❖ ιεράρχηση προτεραιοτήτων,
 - ❖ οι τουριστικές δραστηριότητες,
 - ❖ οι επιλογές επεξεργασίας,
 - ❖ η εκτίμηση κινδύνου,
 - ❖ η χρήση γης και η επιλογή χώρου
 - ❖ ...

USE



OBJECTIVE:

FIND BANANA, WHICH GIVES BEST VALUE FOR MONEY

What?
How?



VERY NICE BUT ...
PRICE TOO HIGH

LONG SHELF LIFE
WHICH ORIGIN?

SMELLS DELICIOUS
SHORT SHELF LIFE

TOO SMALL!

BAD PRICE / KG!!

TOO OLD, MOLDY

BAD QUALITY!

PRICE

SMELL

ORIGIN

SHELF LIFE

COST / WEIGHT

QUALITY

WEIGHT
(IMPORTANCE)

10%

15%

5%

20%

15%

35%



0
(HIGH)

0
(HIGH)

1
(MEDIUM)

2
(LOW)

2
(LOW)

2
(GOOD)

1
(NONE)

2
(GOOD)

1
(NONE)

0
(BAD)

2
(LOCAL)

0
(FAR)

2
(LOCAL)

1
(??)

2
(LOCAL)

1
(MED.)

2
(LONG)

0.5
(SHORT)

1
(MED.)

0
(NONE)

1
(MEDIUM)

1
(MEDIUM)

1.5
(GOOD)

0
(HIGH)

2
(LOW)

2
(HIGH)

2
(HIGH)

1
(MED.)

2
(HIGH)

0
(LOW)

KEY STEPS OF MCDA

1. DEFINE OBJECTIVE

2. DEFINE CRITERIA

MEASURES FOR SUCCESS

3. WEIGHT OF CRITERIA

4. LIST THE OPTIONS

5. RATE OPTIONS

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS

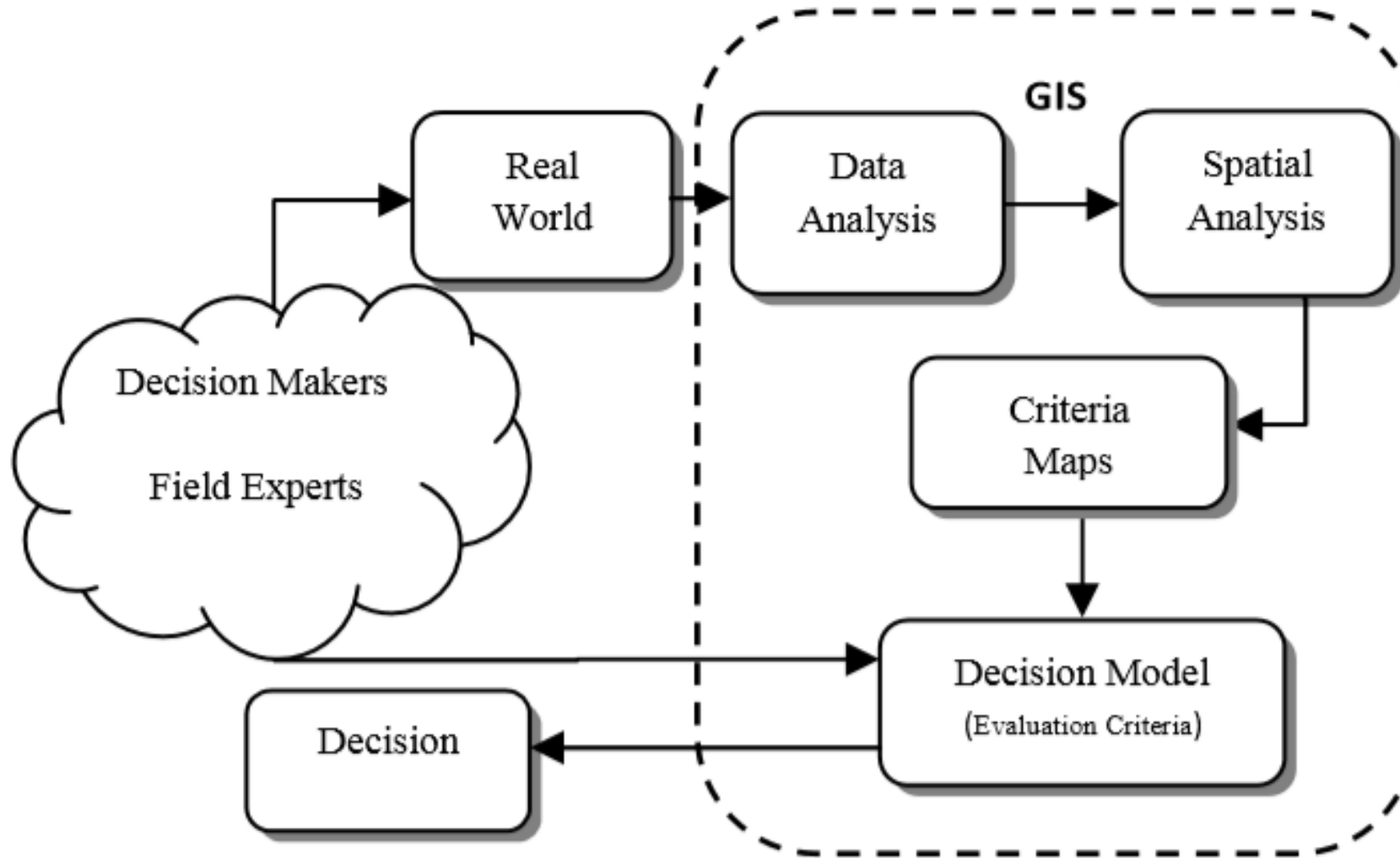


Figure 1. Integrated GIS/ MCDA approach

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS - Βήματα GIS-MCDA

- ▶ 1. Καθορισμός του προβλήματος, την στόχευση ή τον στόχο.

Προσπαθούμε να κατανοήσουμε και να ορίσουμε το πρόβλημα όσο το δυνατόν πληρέστερα.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS - Βήματα GIS-MCDA

► 2. Καθορισμός των κριτηρίων και των περιορισμών.

Χρησιμοποίηση συνδυασμό απόψεων εμπειρογνωμόνων και πληροφοριών από διάφορες πηγές.

Αυτό θα μπορούσε να αποκτηθεί από συζητήσεις με εμπειρογνώμονες των σχετικών τομέων, έρευνα της βιβλιογραφίας και ανάλυση ιστορικών δεδομένων.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS - Βήματα GIS-MCDA

► 3. Μετατροπή των τιμών σε σχετική κλίμακα.

Αυτό επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ κάθε κριτηρίου και μας επιτρέπει να αναπαραστήσουμε τις κρίσεις και τη γνώση των εμπειρογνωμόνων με αριθμούς που έχουν νόημα.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS - Βήματα GIS-MCDA

- ▶ 4. Στάθμιση της σημασίας κάθε κριτηρίου σε σχέση με τον στόχο και μεταξύ τους.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS - Βήματα GIS-MCDA

- ▶ 5. Συνδυασμός, σύνθεση και συγκέντρωση των επίπεδων/κριτήριων μαζί.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS - Βήματα GIS-MCDA

- ▶ 6. Αναλύση και στη συνέχεια επικύρωση των αποτελεμάτων

Διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης (AHP) - Analytical Hierarchy Process (AHP)

► ΤΟ ΠΙΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ

Διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης (AHP) - Analytical Hierarchy Process (AHP)

- ▶ Δημιουργήθηκε από τον Thomas Saaty το 1980,
- ▶ η AHP είναι μια μέθοδος σύγκρισης ανά ζεύγη που χρησιμοποιείται στα κριτήρια σε σχέση με τον στόχο.
- ▶ Αυτές οι συγκρίσεις κατά ζεύγη πραγματοποιούνται για όλους τους σχετικούς παράγοντες στο πλαίσιο μιας ανάλυσης - συνήθως όχι περισσότερους από 7.

Διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης (AHP) - Analytical Hierarchy Process (AHP)

Relative importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two activities contribute equally to objective
3	Weak importance	Experience and judgment slightly favour one activity over another
5	Strong importance	Experience and judgment strongly favour one activity over another
7	Demonstrated importance	One activity is strongly favoured and demonstrated in practice
9	Extreme importance	The evidence favouring one activity over another is of highest possible order of affirmation
2, 4, 6, 8	Intermediate values	When compromise is needed between two adjacent judgments

Διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης (AHP) - Analytical Hierarchy Process (AHP)

- ▶ Αφού τα κριτήρια ενοποιηθούν και ταξινομηθούν στο πλαίσιο της MCDA,
- ▶ η AHP χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των σχετικών βαρών, της σημασίας ή της αξίας κάθε παράγοντα, που είναι σχετικοί με το εν λόγω πρόβλημα.
- ▶ Στη συνέχεια βρίσκεται ένας λόγος συνέπειας (CR), προκειμένου να μετρηθεί πόσο συνεπείς ήταν οι κρίσεις σε σχέση με μεγάλα δείγματα καθαρά τυχαίων κρίσεων.

Εάν το CR είναι πάνω από 0,1, τότε οι κρίσεις θα πρέπει να θεωρούνται αναξιόπιστες.

Analytic Hierarchy Process

Step 1: Define Objective



Step 2: Structure elements in criteria, sub-criteria, alternatives etc.



Step 3: Make a pair wise comparison of elements in each group



Step 4: Calculate weighting and consistency ratio



Step 5: Evaluate alternatives according weighting



Get ranking

Analytic Hierarchy Process – Example

Objective:

Buy a gadget (smart phone, MP3 player...)

Criteria:

Color

Pink, blue, green, black, red

Memory

8 MB, 16 MB, 32 MB, 64 MB

Delivery

Immediate, 5 days, 4 weeks

Models:

(Alternatives)

1

Pink, 32 MB, immediate, 120\$

2

Blue, 16 MB, immediate, 120\$

3

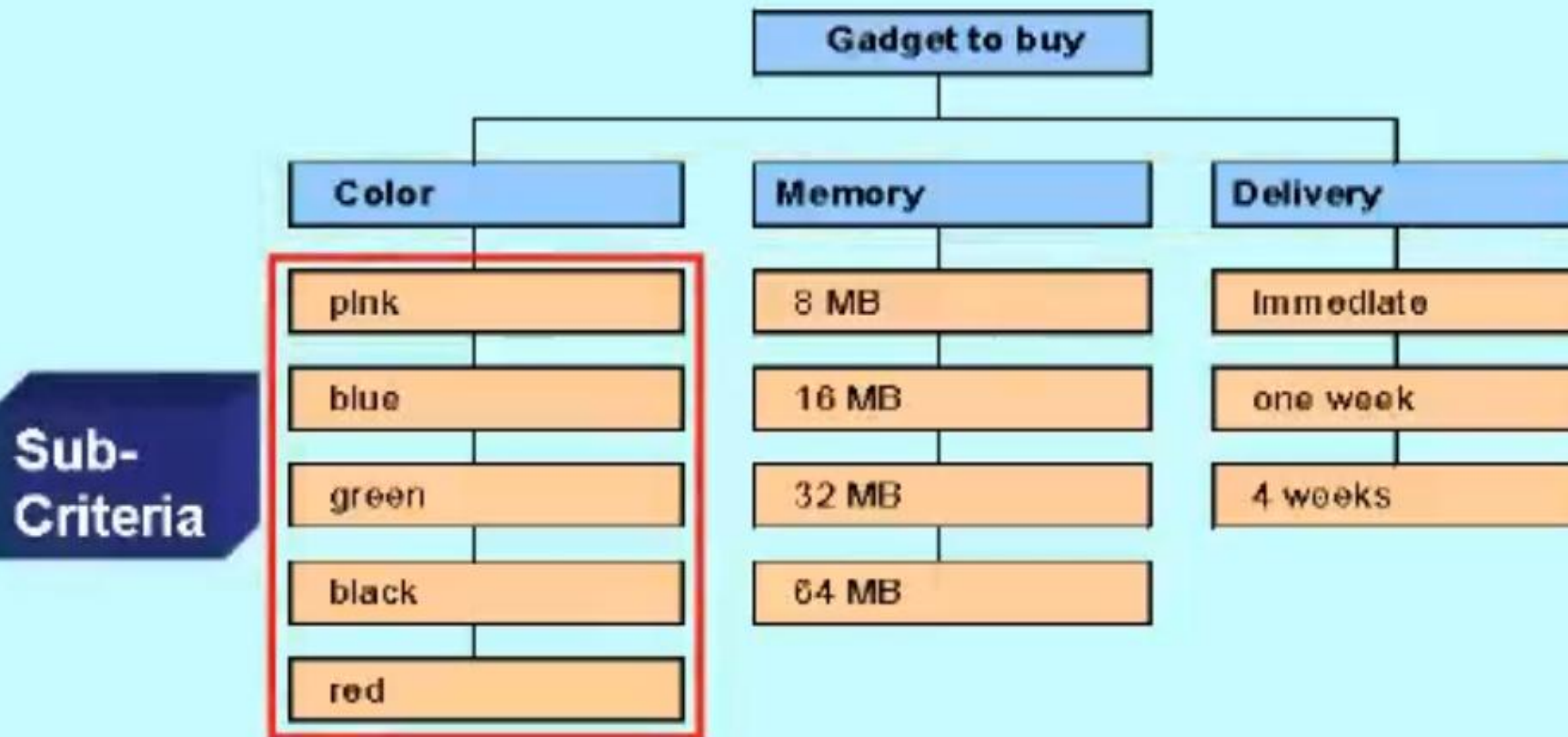
Black, 32 MB, 1 week, 150\$

4

Red, 64 MB, 4 weeks, 150\$

AHP

Structure elements in criteria, sub-criteria, alternatives etc.

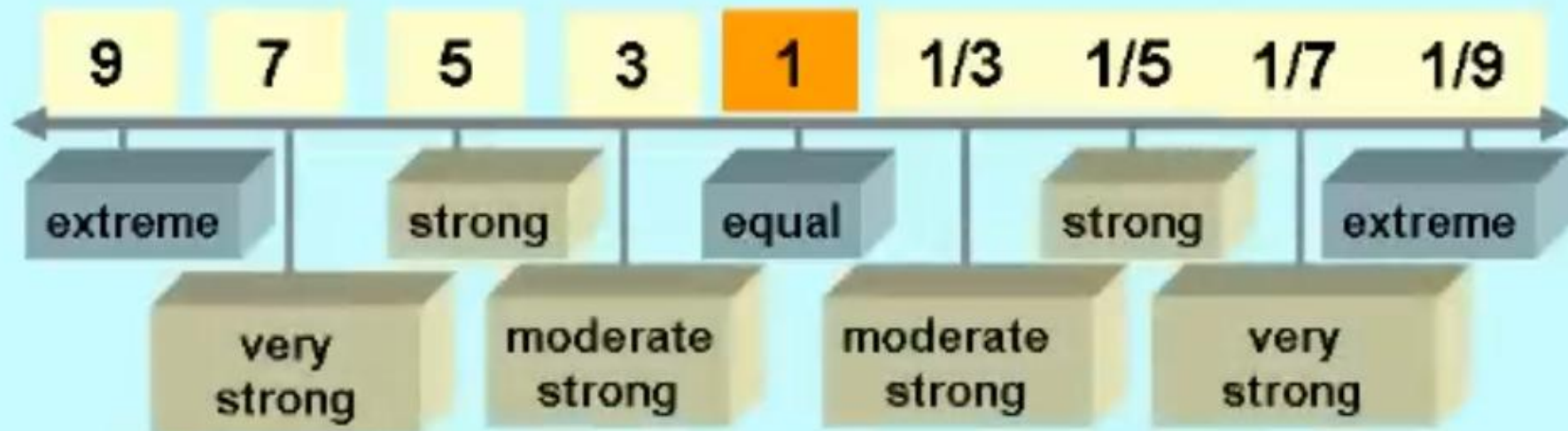


AHP

Compare all elements **pair wise** with respect to the objective



Scale:



AHP

Compare all elements **pair wise** with respect to the objective



$$\frac{n^2 - n}{2}$$

$n = 3$ results in 3 comparisons

AHP

Arrange the result in a matrix

	Color	Memory	Delivery
Color	1	3^{-1}	$\frac{1}{2}$
Memory	3	1	1
Delivery	2	1	1

and compute the normalized principal Eigen vector of the matrix

AHP

	1	2	3	4
Attribute Or Criteria	Price or Cost	Storage Space	Camera	Looks

Pair-wise comparison matrix is created with the help of scale of relative importance

1	Equal importance
3	Moderate importance
5	Strong importance
7	Very strong importance
9	Extreme importance
2, 4, 6, 8	Intermediate values
$1/3, 1/5, 1/7, 1/9$	Values for inverse comparison

AHP

- Determine the relative importance or weight of the criteria
 - which one is the most important and which one is the least important one
- Accomplished the same way we ranked the locations within each criterion, using pairwise comparison

Criteria	Market	Income	infrastructure	Transportation
Market	1	1/5	3	4
Income	5	1	9	7
infrastructure	1/3	1/9	1	2
Transportation	1/4	1/7	1/2	1

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Βήμα 1: Καθορισμός προβλήματος

Σενάριο: Έχουμε 3 κριτήρια προς αξιολόγηση: Κόστος, Ποιότητα και Παράδοση.

► Βήμα 2: Δημιουργία του πίνακα συγκρίσεων κατά ζεύγη προβλήματος

	A	B	C	D	E
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery	
2	Cost	1	0,333333	0,2	
3	Quality	3	1	0,5	
4	Delivery	5	2	1	
5					

Εισάγουμε αμοιβαίες τιμές (π.χ., για το Κόστος σε σχέση με την Ποιότητα, εισάγουμε 1/3 και για την Ποιότητα σε σχέση με το Κόστος, εισάγετε 3).

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

- Βήμα 2: Δημιουργία του πίνακα συγκρίσεων κατά ζεύγη προβλήματος

1	Pair-wise Comparison Matrix											
2	Factors	Elevation	Slope	Flow accumulation	Rainfall	Distance to rivers	Drainage density	TWI	LULC	Soil type	NDVI	Curvature
3	Elevation	1	2	2	2	2	3	3	2	3	4	4
4	Slope	1/2	1	1	3	2	3	3	1	4	5	5
5	Flow accumulation	1/2	1	1	2	2	3	3	2	4	4	6
6	Rainfall	1/2	1/3	1/2	1	2	2	3	2	3	4	5
7	Distance to rivers	1/2	1/2	1/2	1/2	1	2	3	3	4	4	4
8	Drainage density	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	4	5
9	TWI	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1	2	3	4
10	LULC	1/2	1	1/2	1/2	1/3	1/2	1	1	2	3	4
11	Soil type	1/3	1/4	1/4	1/3	1/4	1/3	1/2	1/2	1	2	3
12	NDVI	1/4	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	1	2
13	Curvature	1/4	1/5	1/6	1/5	1/4	1/5	1/4	1/4	1/3	1/2	1
14	Sum	5.00	7.15	6.83	10.62	10.92	15.78	20.08	15.08	26.83	34.50	43.00

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Βήμα 3: Κανονικοποίηση του πίνακα

► Για να κανονικοποιήσουμε τον πίνακα:

1. Αθροίζουμε κάθε στήλη.
2. Διαιρούμε κάθε καταχώρηση στον πίνακα με το αντίστοιχο άθροισμα στήλης.

Παράδειγμα τύπων:

Κόστος" στο κελί E2: =SUM(B2:B4)

Κανονικοποιημένη τιμή για το B2: =B2/\$B\$5.

	A	B	C	D	E
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery	
2	Cost	1	3	5	
3	Quality	0,333333	1	2	
4	Delivery	0,2	0,5	1	
5	Sum	1,533333	4,5	8	
6	NCost	=B2/B\$5			
7	NQuality				
8	NDelivery				
9					

	A	B	C	D	
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery	
2	Cost	1	3	5	
3	Quality	0,333333	1	2	
4	Delivery	0,2	0,5	1	
5	Sum	1,533333	4,5	8	
6	NCost	0,652174	0,666667	0,625	
7	NQuality	0,217391	0,222222	0,25	
8	NDelivery	0,130435	0,111111	0,125	
9					

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Βήμα 4: Υπολογισμός των βαρών προτεραιότητας

Υπολογίζουμε το βάρος προτεραιότητας για κάθε γραμμή υπολογίζοντας τον μέσο όρο των κανονικοποιημένων τιμών:

	A	B	C	D
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery
2	Cost	1	3	5
3	Quality	0,333333	1	2
4	Delivery	0,2	0,5	1
5	Sum	1,533333	4,5	8
6	NCost	0,652174	0,666667	0,625
7	NQuality	0,217391	0,222222	0,25
8	NDelivery	0,130435	0,111111	0,125

	A	B	C	D	E	F
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery		
2	Cost	1	3	5		
3	Quality	0,333333	1	2		
4	Delivery	0,2	0,5	1		
5	Sum	1,533333	4,5	8		
6	NCost	0,652174	0,666667	0,625	=AVERAGE(B6:D6)	
7	NQuality	0,217391	0,222222	0,25		
8	NDelivery	0,130435	0,111111	0,125		



Cost:	=AVERAGE(0.652, 0.667, 0.625) → 0.648
Quality:	=AVERAGE(0.217, 0.222, 0.250) → 0.230
Delivery:	=AVERAGE(0.131, 0.111, 0.125) → 0.122

	A	B	C	D	E
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery	
2	Cost	1	3	5	
3	Quality	0,333333	1	2	
4	Delivery	0,2	0,5	1	
5	Sum	1,533333	4,5	8	
6	NCost	0,652174	0,666667	0,625	0,647947
7	NQuality	0,217391	0,222222	0,25	0,229871
8	NDelivery	0,130435	0,111111	0,125	0,122182

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Βήμα 5: Έλεγχος συνέπειας

Πολλαπλασιάζουμε τον πίνακα συγκρίσεων ανά ζεύγη με την τιμή προτεραιότητας (σχετικό βάρος) για να βρούμε το λ (την ιδιοτιμή).

Υπολογίζουμε το μέσο όρο του παραπάνω αποτελέσματος για να βρούμε το $\lambda_{\max}$.

Υπολογισμός CI:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

n = παράγοντες

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

G2 $\times$ $\checkmark$ f_x $= (B2 * E\$6) + (C2 * E\$7) + (D2 * E\$8)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery					
2	Cost	1	3	5		CI	$= (B2 * E\$6) + (C2 * E\$7) + (D2 * E\$8)$		
3	Quality	0,33333	1	2					
4	Delivery	0,2	0,5	1					
5	Sum	1,53333	4,5	8					
6	NCost	0,65217	0,66667	0,625	0,64795				
7	NQuality	0,21739	0,22222	0,25	0,22987				
8	NDelivery	0,13043	0,11111	0,125	0,12218				
9									
10									

Criteria	Cost	Quality	Delivery		
Cost	1	3	5	λ	1,94847
Quality	0,33333	1	2		0,69022
Delivery	0,2	0,5	1		0,36671
Sum	1,53333	4,5	8		
NCost	0,65217	0,66667	0,625	0,64795	
NQuality	0,21739	0,22222	0,25	0,22987	
NDelivery	0,13043	0,11111	0,125	0,12218	

G2 : $\times$ $\checkmark$ fx $= (B2 * E\$6) + (C2 * E\$7) + (D2 * E\$8)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Criteria	Cost	Quality	Delivery					
2	Cost	1	3	5	CI		$= (B2 * E\$6) + (C2 * E\$7) + (D2 * E\$8)$		
3	Quality	0,33333	1	2					
4	Delivery	0,2	0,5	1					
5	Sum	1,53333	4,5	8					
6	NCost	0,65217	0,66667	0,625	0,64795				
7	NQuality	0,21739	0,22222	0,25	0,22987				
8	NDelivery	0,13043	0,11111	0,125	0,12218				
9									
10									

1

Criteria	Cost	Quality	Delivery		
Cost	1	3	5	λ	1,94847
Quality	0,33333	1	2		0,69022
Delivery	0,2	0,5	1		0,36671
Sum	1,53333	4,5	8		
NCost	0,65217	0,66667	0,625	0,64795	
NQuality	0,21739	0,22222	0,25	0,22987	
NDelivery	0,13043	0,11111	0,125	0,12218	

2

CI	1,94847
	0,69022
	0,36671
	$= \text{AVERAGE}(G2:G4)$
	$\text{AVERAGE}(\alpha\rho\iota\theta\mu\acute{o}\varsigma 1; [\alpha\rho\iota\theta\mu\acute{o}\varsigma 2]; \dots)$

3

CI	1,94847
	0,69022
	0,36671
	1,0018

Υπολογισμός CI:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

4

	1,94847
	0,69022
	0,36671
	1,0018
CI	$= (H5 - 3) / (3 - 1)$

5

CI	-0,9991
----	---------

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

- ▶ Βήμα 5: Έλεγχος συνέπειας
- ▶ Λόγος συνέπειας - Consistency Ratio (CR):
 - ▶ Χρησιμοποιούμε τον τυχαίο δείκτη (RI) για τον αριθμό των κριτηρίων (n)

$$CR = CI / RI$$

CR	=H8/0,52
----	----------

CI	-0,9991
CR	-1,92135

Ο Saaty (2012) έδειξε ότι ένας λόγος συνέπειας (CR) 0,10 ή λιγότερο είναι αποδεκτός για τη συνέχιση της ανάλυσης AHP.

Επίσης αν $CR \leq 0,1$, οι συγκρίσεις είναι συνεπείς.

Size of Matrix (n)	Random Consistency Index (RI)
1	0
2	0
3	0.52
4	0.89
5	1.11
6	1.25
7	1.35
8	1.40
9	1.45
10	1.49

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Βήμα 6: Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

- Τα βάρη προτεραιότητας υποδεικνύουν τη σχετική σημασία κάθε κριτηρίου.
- Εάν ο λόγος συνέπειας είναι αποδεκτός ($\leq 0,1$), τα αποτελέσματα είναι έγκυρα.

Analytic Hierarchy Process

Step 1: Define Objective



Step 2: Structure elements in criteria, sub-criteria, alternatives etc.



Step 3: Make a pair wise comparison of elements in each group



Step 4: Calculate weighting and consistency ratio



Step 5: Evaluate alternatives according weighting



Get ranking

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Οφέλη και πλεονεκτήματα της χρήσης της AHP

- Μια πιο δομημένη προσέγγιση για τη μέτρηση της καταλληλότητας με την ανάλυση του προβλήματος σε ιεραρχικά κριτήρια.
- Μια πιο συστηματική και σε βάθος ανάλυση των παραγόντων
- Η AHP επιτρέπει τη συμμετοχή τόσο των εμπειρογνομόνων όσο και των ενδιαφερόμενων μερών στην παροχή εισροών. Το εν λόγω πλαίσιο επιτρέπει την ενσωμάτωση και την προσαρμογή τόσο ποιοτικών όσο και ποσοτικών κριτηρίων και τη συμβολή της γνώσης των εμπειρογνομόνων.

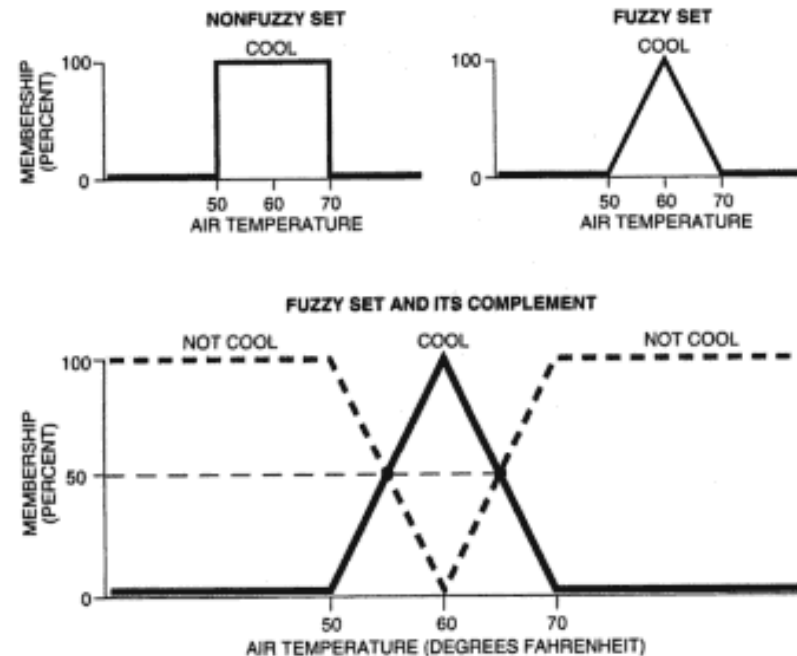
Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Ασαφής λογική -Fuzzy Logic

- Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων αντιμετωπίζουν πολυάριθμες και ολοένα και πιο πολύπλοκες καταστάσεις
και συχνά είναι αβέβαιοι όταν πρόκειται να αποδώσουν βαθμολογίες αξιολόγησης ως μια συγκεκριμένη αξία.
- Ως εκ τούτου, ο σχεδιασμός μιας MCDA που ενσωματώνει τη θεωρία ασαφών συνόλων μπορεί να επιτρέψει αυτή την αβεβαιότητα.
- Μια ασαφής AHP (FAHP) είναι η ενσωμάτωση ασαφούς λογικής στην αξιολόγηση των κριτηρίων AHP.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

- ▶ Ασαφής λογική -Fuzzy Logic
- ▶ Υπάρχουν διάφοροι τύποι ασαφών αριθμών και η ονοματολογία για τον καθένα σχετίζεται με τη μορφή του: ημιτονοειδείς αριθμοί, σχήματος καμπάνας, πολυγωνικοί, τριγωνικοί, τραπεζοειδείς κ.λπ.



Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS (Multi-Criteria Decision Analysis and GIS)

► Ασαφής λογική -Fuzzy Logic

- Είμαστε σε θέση να ασαφοποιήσουμε δύο μέρη της διαδικασίας GIS-MCDA:
- Μπορούμε να μετατρέψουμε τις τιμές κάθε κριτηρίου.
- Να κάνουμε τις σταθμίσεις ή τη σχετική σημασία των κριτηρίων ασαφείς.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS

► Γεωπεξεργασία και ασαφής λογική

- Το εργαλείο Fuzzy Membership μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο ArcGIS για την εφαρμογή ασαφών σταθμίσεων στα επιλεγμένα κριτήρια.
- Ορισμένες ρυθμίσεις για τους τύπους Membership χρησιμοποιούν διάφορες παραμέτρους για να καθορίσουν πόσο γρήγορα οι τιμές ασαφούς συμμετοχής μειώνονται από το 1 στο 0.
- Οι προεπιλεγμένες τιμές αλλάζουν ανάλογα με τη συμμετοχή που επιλέγουμε.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS

► Μέθοδοι GIS

- Για να μπορέσουμε να εκτελέσουμε ένα GIS-MCDA στο ArcGIS Pro πρέπει να ακολουθήσουμε ορισμένα βήματα.
- Αφού ορίζουμε το στόχο μας και καθορίζουμε τα κριτήρια και τους περιορισμούς μας,
- Στη συνέχεια πραγματοποιούμε την ανάλυση.

Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και GIS

► Μέθοδοι GIS

- 1) Αποφασίζουμε για τη μέθοδο που θα ακολουθήσουμε:
 - Διανυσματική ή ραστερ.
 - Μετατρέπουμε όλα τα επίπεδα στην κατάλληλη μορφή.
- 2) Αναταξινόμηση στα κριτήριά μας έτσι ώστε να είναι όλα στην ίδια κλίμακα, όπως από το 1 έως το 10. Κάθε περιορισμός/ αποκλεισμός θα πρέπει να έχει βαθμολογία 0.
- 3) Με τη μέθοδο ράστερ: χρησιμοποιείται ένας υπολογιστής ράστερ για την εφαρμογή των σταθμίσεων του πίνακα AHP και την άθροιση των επιπέδων.
- 4) Ανάλυση ευαισθησίας: μεταβάλλουμε ορισμένες από τις σταθμίσεις ή τα κριτήρια για να ελέγξουμε πώς διαφέρουν τα αποτελέσματα για να κρίνουμε πόσο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματά μας.

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

▶ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

▶ REGRESSION MODELS

- ▶ Ένα regression model σχετίζεται με μια εξαρτημένη μεταβλητή σε σχέση με ανεξάρτητες μεταβλητές με μια εξίσωση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πρόβλεψη ή εκτίμηση.

▶ Linear

- ▶ Logistic (η εξαρτημένη είναι κατηγορία π.χ. παρουσία ή απουσία)

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

► REGRESSION MODELS

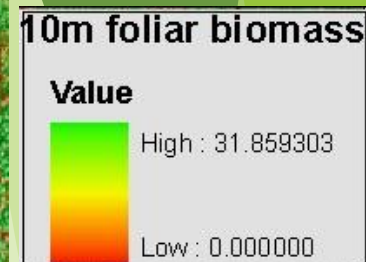
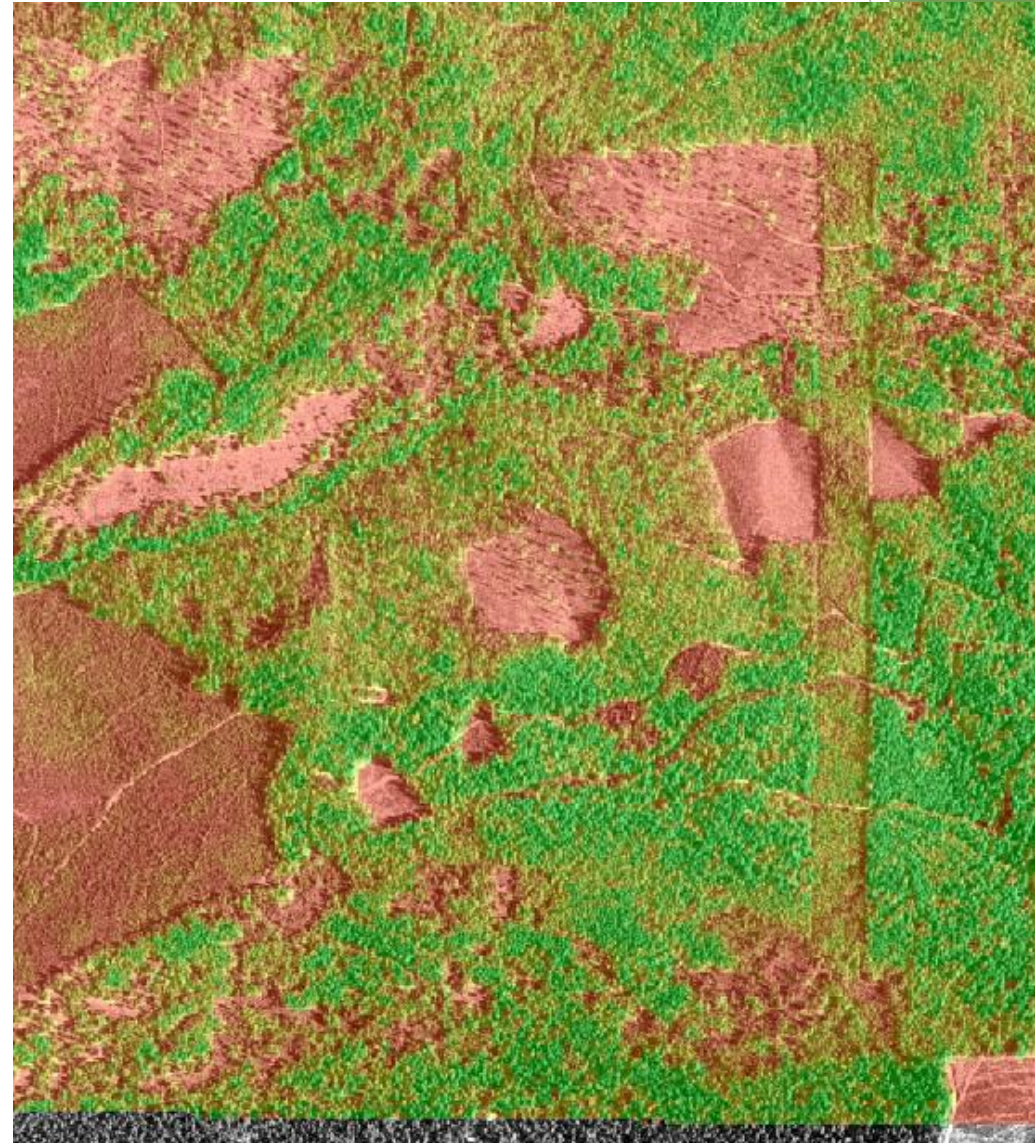
Πρόκειται για ένα μοντέλο παλινδρόμησης με βάση την εκτίμηση του φυλλώματος βιομάζας (Kg / ha) από δεδομένα lidar ύψος κόμης

Εξίσωση:

$$FB = 0.05 * TB$$

$$TB = 5.5 + 0.0385 * (CH)^2$$

όπου: CH είναι το ύψος κόμης και TB είναι η συνολική βιομάζα



ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

► ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

► PROCESS MODELS

- Ένα process model συσχετίζει υπάρχουσα γνώση σχετικά με τις περιβαλλοντικές διεργασίες στον πραγματικό κόσμο σε μια ομάδα σχέσεων και εξισώσεων για να ποσοτικοποιήσει τις διαδικασίες.
- Π.χ. μοντέλο εδαφικής διάβρωσης = συμμετοχή του κλίματος, ιδιοτήτων εδάφους, τοπογραφίας, συνθήκες εδάφους και ανθρώπινων δραστηριοτήτων