



Πανεπιστήμιο
Αιγαίου

Ανοικτά
Ακαδημαϊκά
Μαθήματα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΣΠ

Διευθυντής: καθηγητής Ι. Ν. Χατζόπουλος



Εισαγωγή στην Τοπογραφία & ΓΣΠ

Καθηγητής Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος

ihat@aegean.gr

http://www.env.aegean.gr/labs/Remote_sensing/Remote_sensing.htm



Διάλεξη-09
Άλγεβρα χαρτών

Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Άλγεβρα χαρτών

- **Η θεωρία περιλαμβάνει:**

- Χωρική ανάλυση: Ερωτήσεις και τεκμηρίωση (queries and reasoning), Μετρήσεις, Παρεμβολή, Μετασχηματισμοί, Συνοπτικές περιγραφές (descriptive summaries), Βελτιστοποίηση, Δοκιμή υπόθεσης, ταίριασμα σε επιφάνεια, χωρική επαλληλία, ανάλυση γειτνίασης, μπάφερ (buffer).
- Πράξεις με άλγεβρα χαρτών: χωρικοί τελεστές, πολλαπλασιασμός, πρόσθεση, αφαίρεση, διαίρεση, AND, OR, XOR, μέγιστο, βάρη, αποκοπή (clip), μάσκα, κέντρα βάρους.
- Ένωση και συσχετισμός πινάκων.

- **Το εργαστήριο περιλαμβάνει:**

- Χαρτομετρία (προσδιορισμός συντεταγμένων, αποστάσεων, μηκοτομής, εμβαδών και όγκων από τοπογραφικό χάρτη).

- **Λέξεις κλειδιά:**

- Χωρική ανάλυση, queries, reasoning, Μετρήσεις, Παρεμβολή, Μετασχηματισμοί, Συνοπτικές περιγραφές, Βελτιστοποίηση, Δοκιμή υπόθεσης, επαλληλία, overlay, γειτνίαση, buffer, άλγεβρα χαρτών, χωρικοί τελεστές, AND, OR, XOR, clip, Ένωση πινάκων, συσχετισμός πινάκων.

Χωρική ανάλυση

- Ορίζεται από ένα σύνολο μεθόδων των οποίων τα αποτελέσματα αλλάζουν όταν η γεωγραφική θέση των υπό εξέταση αντικειμένων αλλάζει.
- Περιλαμβάνει όλες τις επεξεργασίες, μεθόδους και μετατροπές του ΓΣΠ που εφαρμόζονται στα γεωγραφικά δεδομένα για να μετατραπούν σε χρήσιμες πληροφορίες.
- Οι μέθοδοι της χωρικής ανάλυσης μπορεί να είναι από πολύ απλές (buffering) μέχρι υπερβολικά πολύπλοκες ώστε να απαιτούνται εξειδικευμένα λογισμικά και προχωρημένες μαθηματικές μέθοδοι.
- Εντοπισμός και ανάλυση σημειακών προτύπων και πως κατανέμονται
- <https://itunes.apple.com/us/itunes-u/geographic-information-systems/id430913514>

Τύποι χωρικής ανάλυσης

- Ερωτήσεις και τεκμηρίωση (queries and reasoning)
- Μετρήσεις
- Μετασχηματισμοί
- Συνοπτικές περιγραφές (descriptive summaries)
- Βελτιστοποίηση
- Δοκιμή υπόθεσης

Ερωτήσεις και τεκμηρίωση

- Είναι οι πιο βασικές λειτουργίες για ανάλυση, όπου το ΓΣΠ χρησιμοποιείται για να δώσει απάντηση σε απλές ερωτήσεις. Buffer, επικάλυψη πολυγώνων
- Δεν απαιτούνται αλλαγές στη βάση δεδομένων, ούτε απαιτούνται νέα δεδομένα.

Μετρήσεις

- Είναι απλές αριθμητικές τιμές που περιγράφουν απόψεις των γεωγραφικών δεδομένων.
- Περιλαμβάνουν μετρήσεις απλών ιδιοτήτων των αντικειμένων, όπως είναι το μήκος, το εμβαδόν, το σχήμα, και οι σχέσεις ανάμεσα σε ζεύγος αντικειμένων, όπως είναι η απόσταση και η κατεύθυνση.

Μετασχηματισμοί

- Απλές μέθοδοι χωρικής ανάλυσης που μετατρέπουν σύνολα δεδομένων συνδυάζοντας τα ή συγκρίνοντας τα για να προκύψουν νέα σύνολα δεδομένων και νέες πληροφορίες.
- Οι μετασχηματισμοί χρησιμοποιούν απλούς γεωμετρικούς, αριθμητικούς, ή λογικούς κανόνες και περιλαμβάνουν λειτουργίες που μετατρέπουν τα πλεγματικά δεδομένα σε διάνυσμα και αντίστροφα.
- Μπορούν επίσης να δημιουργήσουν πεδία από τη συλλογή αντικειμένων ή μπορεί από τη συλλογή αντικειμένων να δημιουργήσουν πεδία.
- Παρεμβολή, Εκτίμηση πυκνότητας, ανάλυση εδάφους

Συνοπτικές περιγραφές

- Η προσπάθεια σκιαγράφησης ολόκληρου του συνόλου δεδομένων με ένα ή δύο αριθμούς.
- Είναι το χωρικό ισοδύναμο των συνοπτικών στατιστικών που χρησιμοποιούνται στη στατιστική ανάλυση, συμπεριλαμβανομένου του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης.

Βελτιστοποίηση

- Τεχνικές που από τη φύση τους είναι κανονιστικές (με κανόνες), σχεδιασμένες για την επιλογή ιδανικές θέσεις για αντικείμενα όταν δίνονται συγκεκριμένα κριτήρια.
- Χρησιμοποιούνται ευρέως στην έρευνα αγοράς, στην διανομή πακέτων, και σε άλλες εφαρμογές.

Δοκιμή υπόθεσης

- Εστιάζεται στην διαδικασία τεκμηρίωσης χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα ενός μικρού δείγματος και να βγάλει συμπεράσματα για τον συνολικό πληθυσμό.
- Μας επιτρέπει, για παράδειγμα, αν ένα πρότυπο από σημεία μπορεί να έχει προκύψει τυχαία με βάση την πληροφορία του δείγματος.
- Η δοκιμή υπόθεσης είναι η βάση της συμπερασματικής στατιστικής και αποτελεί τον πυρήνα της στατιστικής ανάλυσης, όμως η χρήση της με χωρικά δεδομένα μπορεί να είναι προβληματική.

Παρεμβολή (μετασχηματισμός)

- 1. Απλός μέσος όρος (υπερεκτίμηση, υποεκτίμηση)
- 2. Γραμμική
- 3. Μη γραμμική

Ταίριασμα σε επιφάνεια

- 1. επίπεδο γραμμική
- 2. Μη γραμμική
- 3. Επιφάνεια προσαρμογής Trend
 - Κλίση του επιπέδου και

Χωρική επαλληλία (Spatial Overlay)

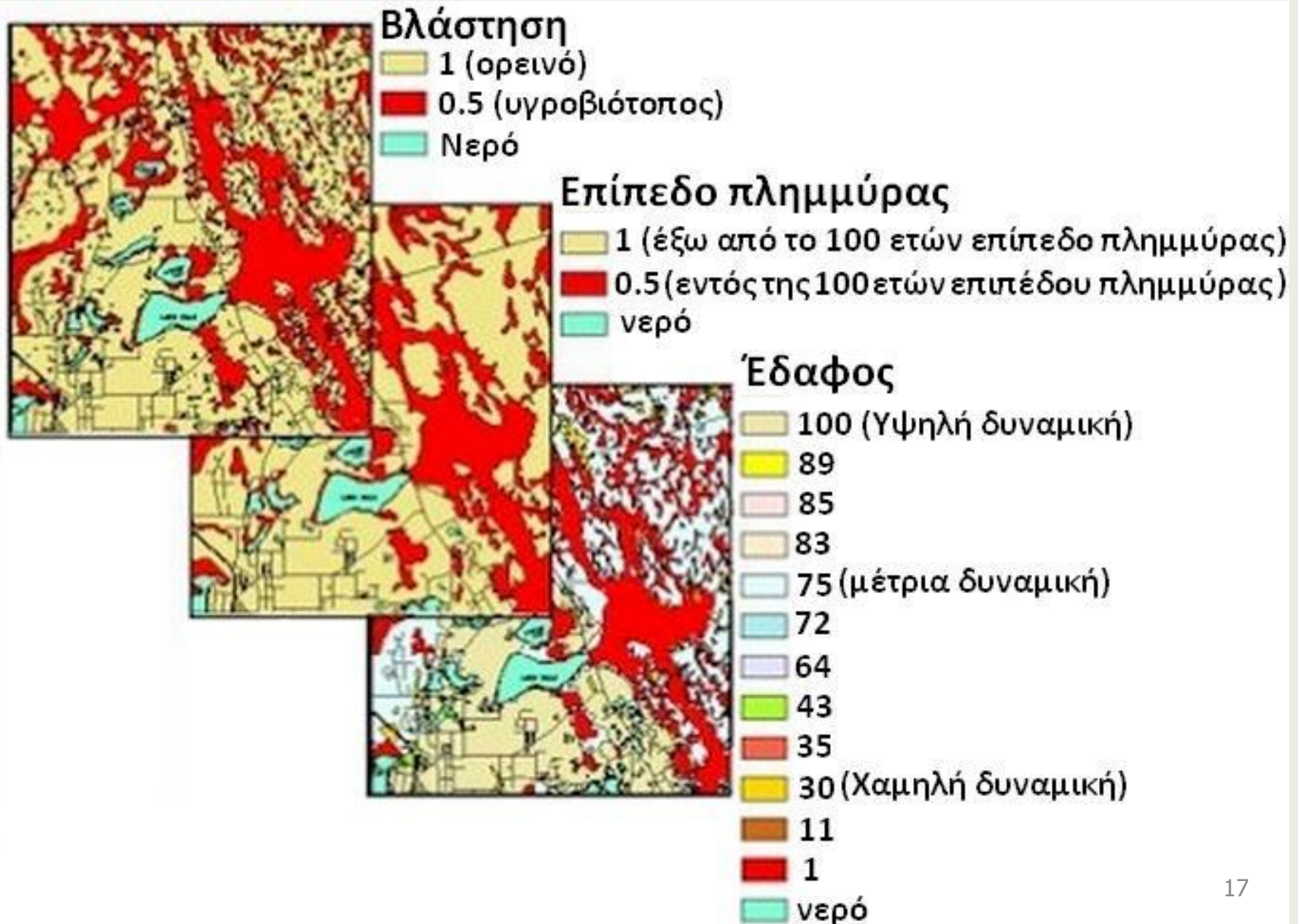
- Βασικός τρόπος δημιουργίας χωρικών σχέσεων
- Ξεχωριστά σετ δεδομένων από την ίδια περιοχή ή μέρους της ίδιας περιοχής συνδυάζονται, παρουσιάζονται και παρατηρούνται όλα μαζί.
- Το αποτέλεσμα του συνδυασμού αυτού είναι ένα νέο σετ δεδομένων το οποίο περιέχει τις χωρικές σχέσεις.
- Όλες οι επικαλύψεις θα πρέπει να είναι στο ίδιο σύστημα αναφοράς.
- <http://qgis.spatialthoughts.com/>

Παράδειγμα: Χωρική επαλληλία

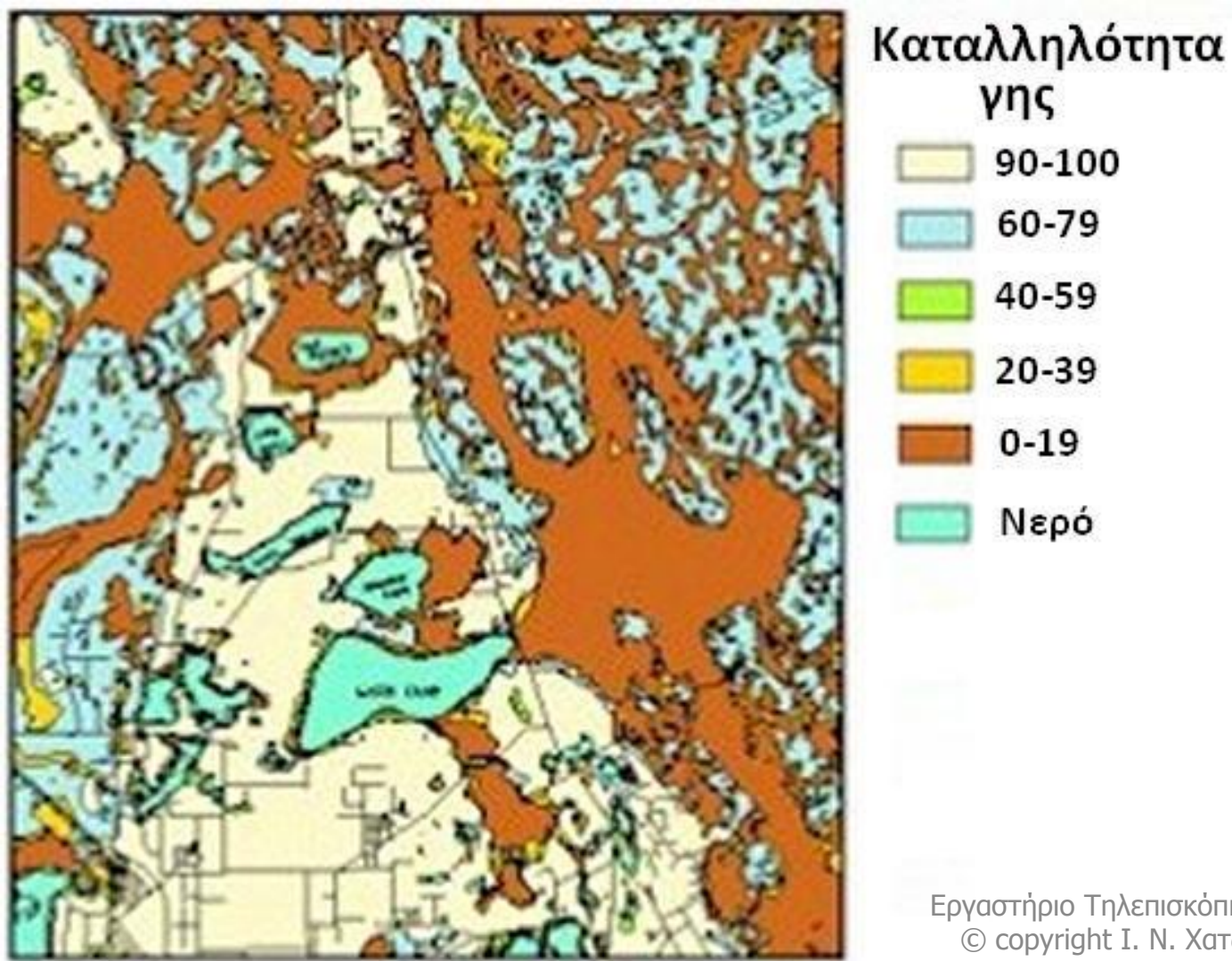
- Εντοπισμός περιοχών κατάλληλων για ανάπτυξη με χρήση τριών επικαλύψεων:
 - (α) Βλάστηση \rightarrow βάρη: 0, 0.5, 1
 - (β) Επίπεδο πλημμύρας \rightarrow βάρη: 0, 0.5, 1
 - (γ) Έδαφος \rightarrow βάρη: 0, 1, 11, 20, ..., 100
- Με άλγεβρα χαρτών δημιουργία μιας νέας επικάλυψης τα εικονοστοιχεία της οποίας P_i προκύπτουν ως κεντροβαρικός μέσος όρος των αντίστοιχων εικονοστοιχείων A_i, B_i, C_i των τριών επικαλύψεων.

$$P_i = (w_j A_i + w_k B_i + w_l C_i) / (w_j + w_k + w_l)$$

Οι τρεις επικαλύψεις



Συνδυασμός των τριών επικαλύψεων (άλγεβρα χαρτών)



Επαναοριοθέτηση

- Η επαναοριοθέτηση έχει να κάνει με τη δημιουργία περιοχών σε αστικά κυρίως κέντρα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.
- Παράδειγμα ο χωρισμός μιας πόλης σε περιοχές οι κάτοικοι των οποίων ψηφίζουν στο ίδιο εκλογικό κέντρο.
- Καθώς μια πόλη επεκτείνεται χρειάζεται επαναοριοθέτηση των περιοχών που καλύπτουν τα εκλογικά κέντρα.
- Τα ΓΣΠ έχουν όλα τα δεδομένα για να δημιουργηθεί η επαναοριοθέτηση ήτοι:
 - Χάρτη με την επέκταση της περιοχής
 - Χάρτη κατανομής πληθυσμού
 - Χάρτη παλαιών και νέων εκλογικών κέντρων
- Κριτήρια οριοθέτησης μπορεί να είναι ανάλογα με την πληθυσμιακή εξυπηρέτηση του κάθε εκλογικού κέντρου να γίνει οριοθέτηση της περιοχής που θα εξυπηρετεί με βάση την ελάχιστη απόσταση από το κέντρο
- Επαναοριοθέτηση μπορεί να γίνει για πολλές άλλες περιπτώσεις εξυπηρέτησης πολιτών όπως: Σχολεία, ΚΕΠ, Ιατρικά κέντρα, νοσοκομεία, αθλητικές εγκαταστάσεις, νεκροταφεία, σχεδιασμός υπηρεσιών όπως είναι τα σούπερ μάρκετ, κλπ.

Ταίριασμα διευθύνσεων κατοικιών και γεωκωδικοποίηση

- Πολλές υπηρεσίες έχουν δεδομένα που περιέχουν τη διεύθυνση κατοικίας αλλά δεν έχουν άλλες πληροφορίες για το που βρίσκεται η κατοικία.
- Το ΓΣΠ που περιέχει το χάρτη της περιοχής και που σε κάθε κατοικία στο χάρτη έχει τη διεύθυνση της κατοικίας μπορεί να ενσωματώσει τα δεδομένα της υπηρεσίας ταιριάζοντας τη διεύθυνση της κατοικίας κάνοντας έτσι γεωκωδικοποίηση.

Ανάλυση γειτνίασης

- Πολλές διεργασίες απαιτούν τη γνώση αποστάσεων ανάμεσα σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος.
- Οι αποστάσεις αυτές μπορεί να μην είναι ευθύγραμμες αλλά να εξαρτώνται από συγκεκριμένες διαδρομές ή βέλτιστες διαδρομές.
- Το ΓΣΠ περιέχει όλα τα δεδομένα για τον εντοπισμό βέλτιστων διαδρομών, π.χ., διαδρομή απορριμματοφόρων.
- Το πρόβλημα της γειτνίασης έχει επίσης να κάνει με τον εντοπισμό περιοχών που να έχουν γειτνίαση με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.
- Η βιολογική επεξεργασία απαιτεί συγκεκριμένη γειτνίαση, το ίδιο επίσης και μια περιοχή ΧΥΤΑ.

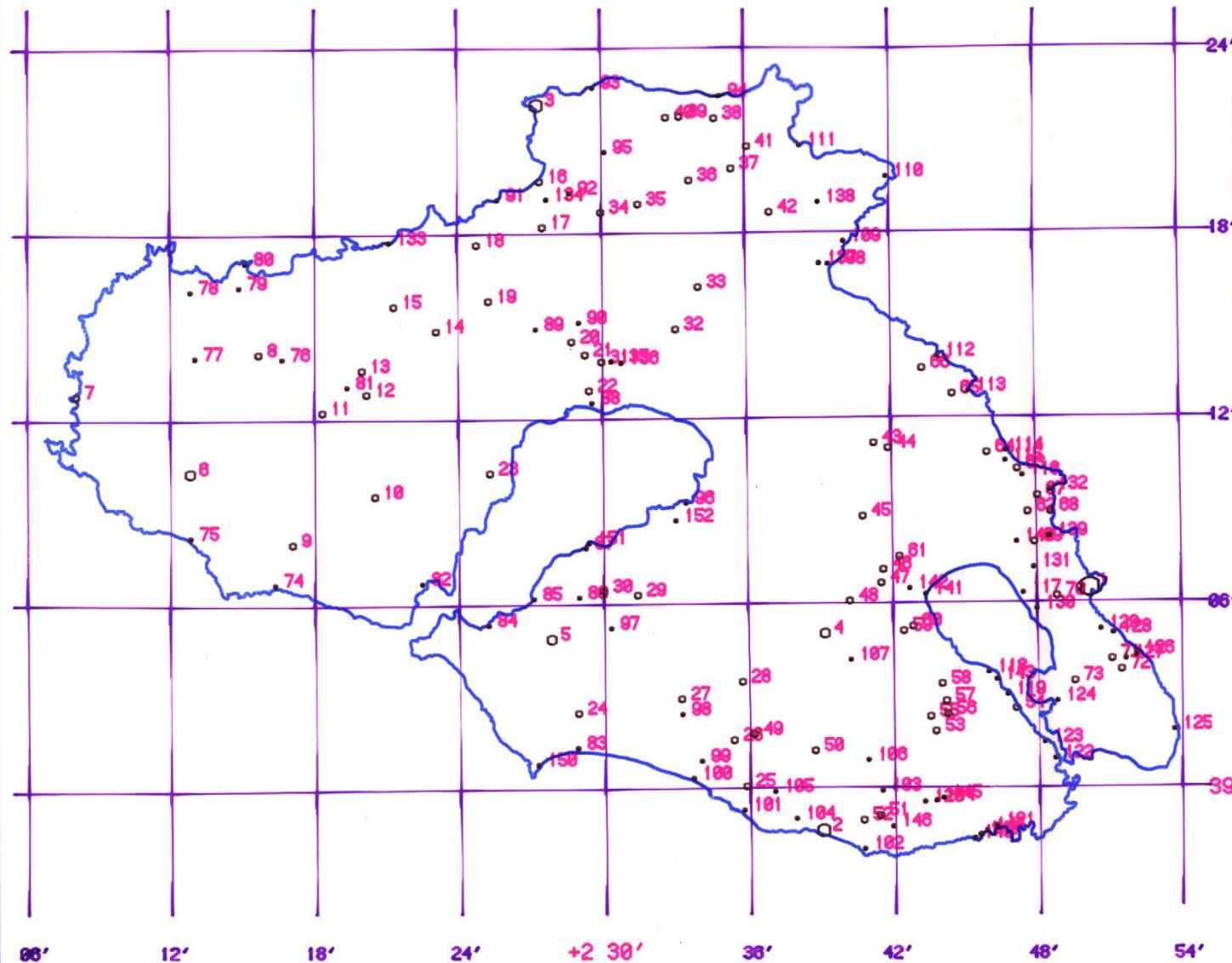
Χωρική ανάλυση με μπάφερ (buffer)

- Το μπάφερ οριοθετεί περιοχές γύρω από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.
- Η μετεγκατάσταση του εργοστασίου της ΔΕΗ στη Μυτιλήνη είχε σαν αρχικό κριτήριο την απόσταση από τους οικισμούς. Η δημιουργία μπάφερς με βάση την απόσταση δημιούργησε πολλές επιλογές όπως φαίνεται στα σχήματα που ακολουθούν

ΟΙΚΙΣΜΟΙ ΝΗΣΟΥ ΔΕΣΦΟΤ

ΤΠΟΜΝΗΜΑ

- Πρωτεύουσα Νομού
- Πρωτεύουσα Επαρχίας
- Έδρα Δήμου
- Έδρα Κοινότητας
- Οικισμοί



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

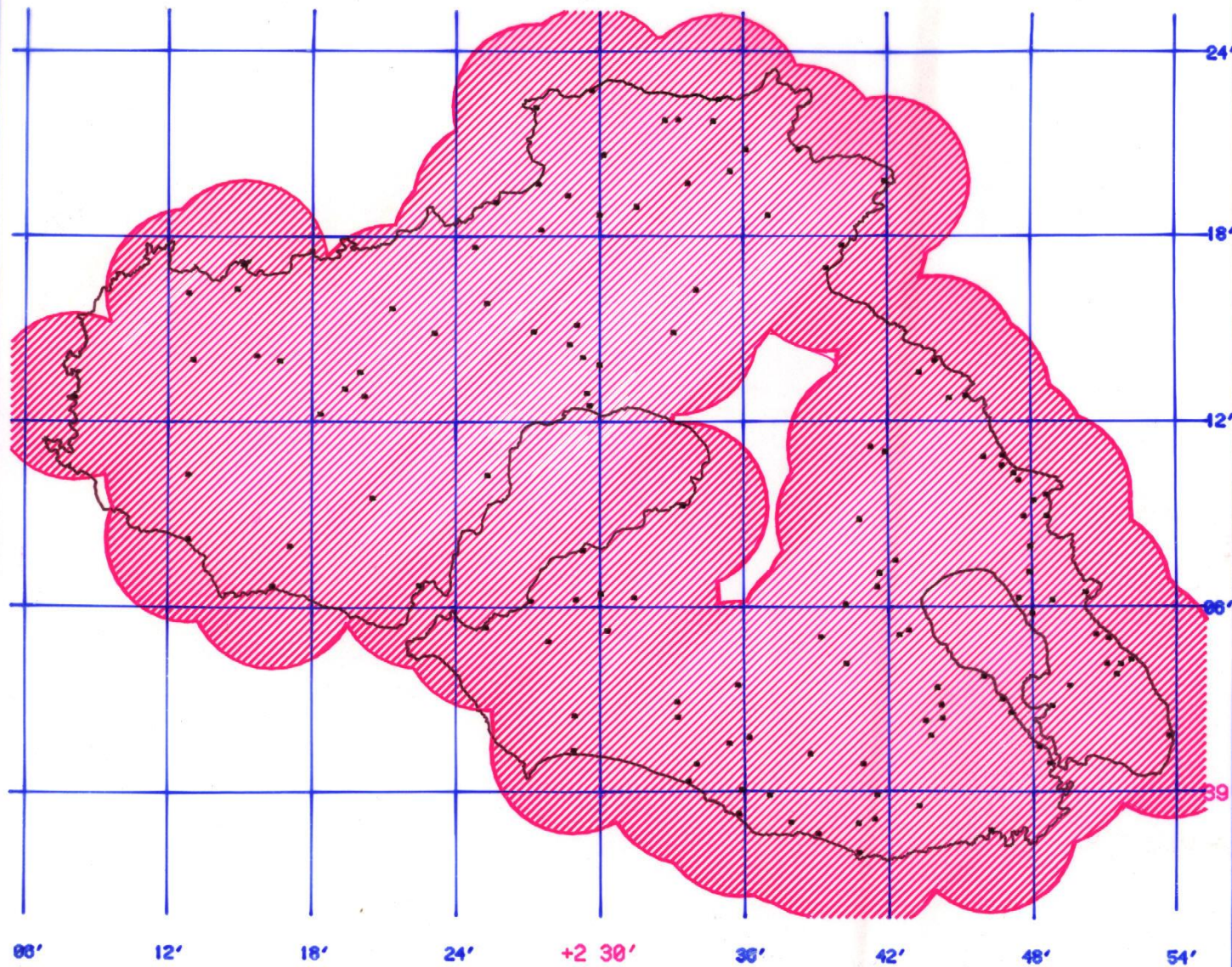
Εργαστήριο Χαρτογραφίας (GIS)
και Τηλεπισκόπησης

ΑΠΟΣΤΑΣΗ 5000 Μ
ΑΠΟ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κατηγορία Περιοχής

- Καταλληλη
- Ακαταλληλη



Κλίμακα
1 : 350000

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

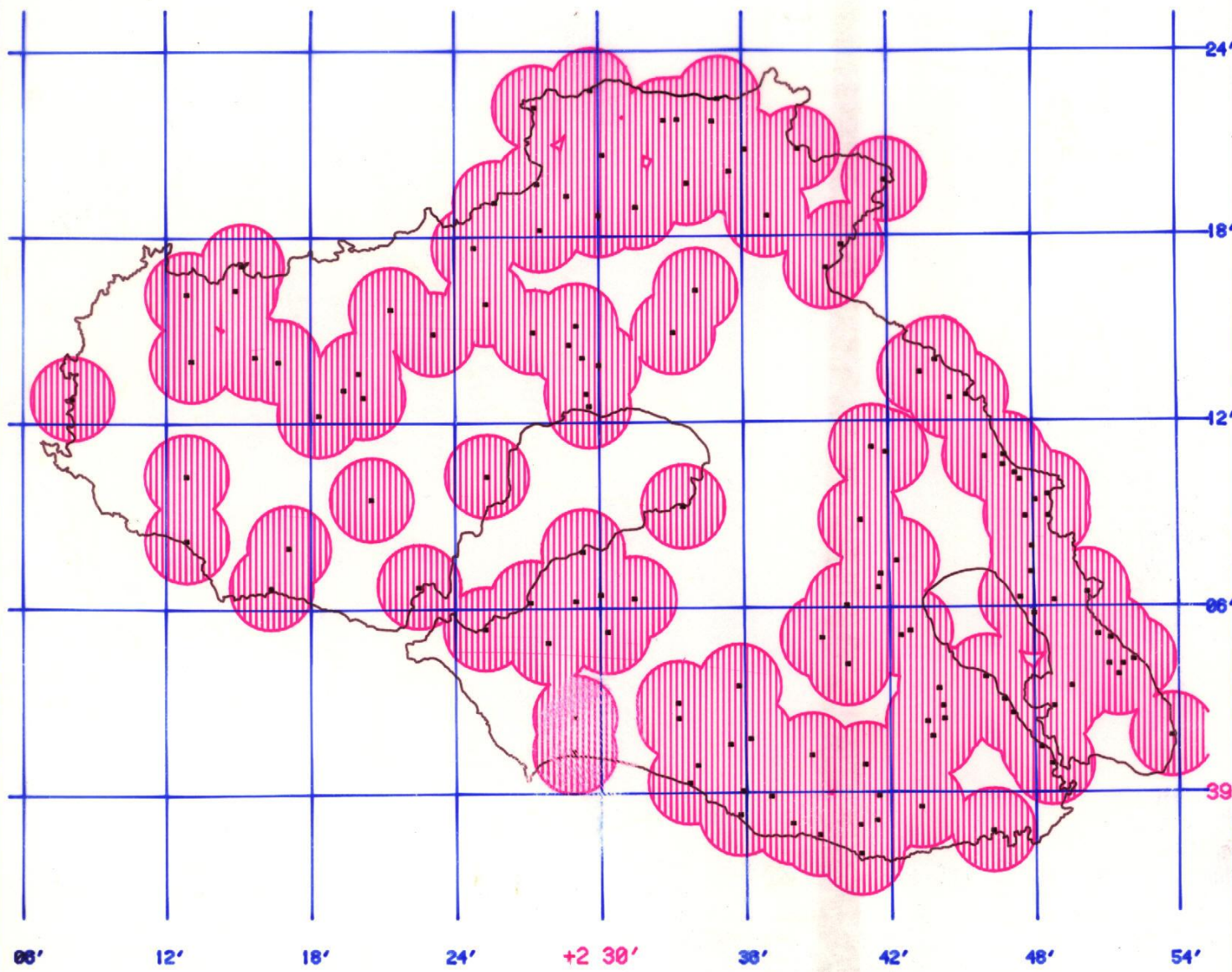
Εργαστήριο Χαρτογραφίας (GIS)
και Τηλεπισκόπησης

ΑΠΟΣΤΑΣΗ 2500 Μ
ΑΠΟ ΟΙΚΙΣΜΟΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κατηγορία Περιοχής

- Καταλληλη
- Ακαταλληλη



Κλίμακα
1 : 350000

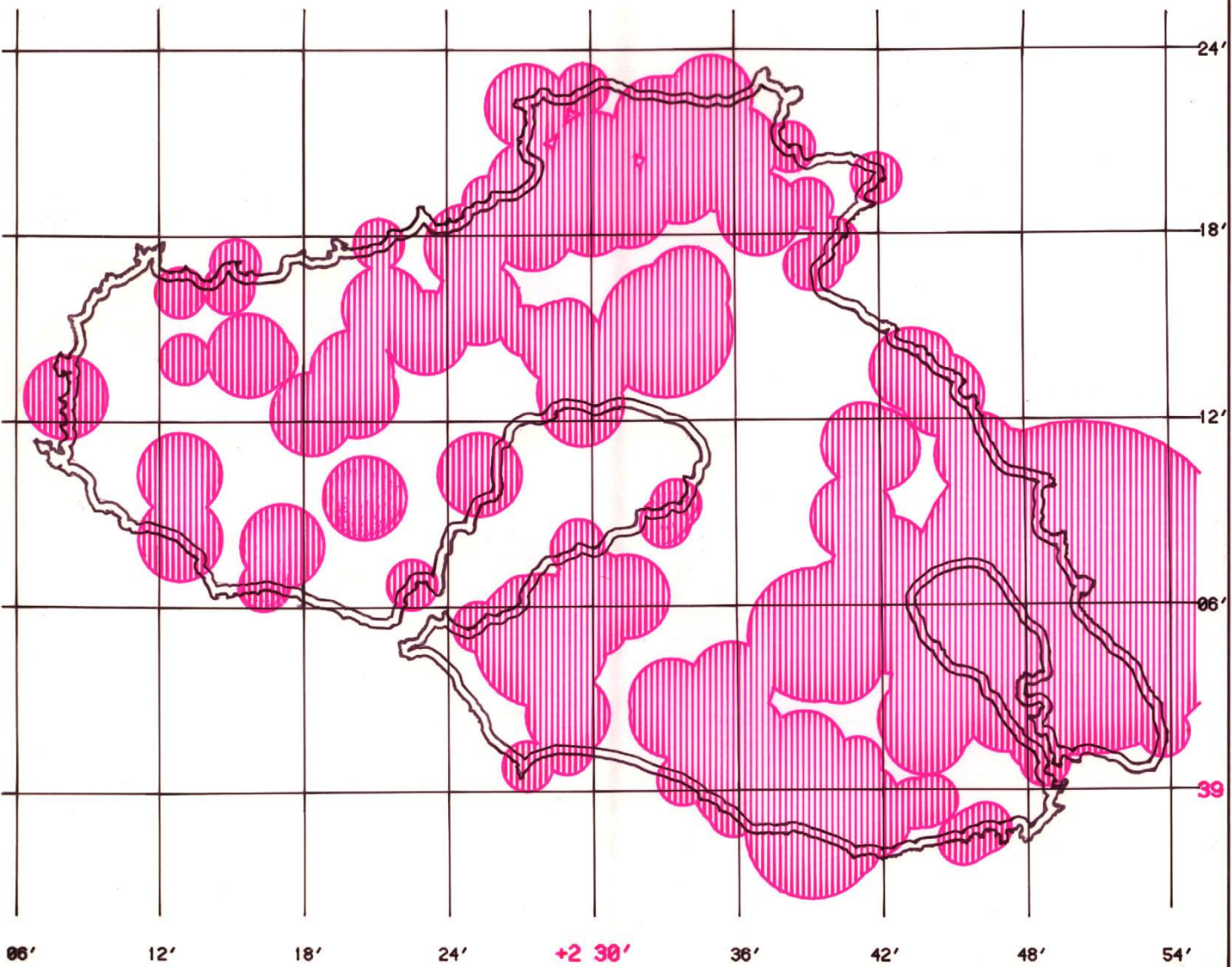
ΝΗΣΟΣ ΛΕΣΒΟΣ

ΣΕΝΑΡΙΟ 1

ΤΠΟΜΝΗΜΑ

Κατηγορία Περιοχής

- Καταλληλη
- Ακαταλληλη

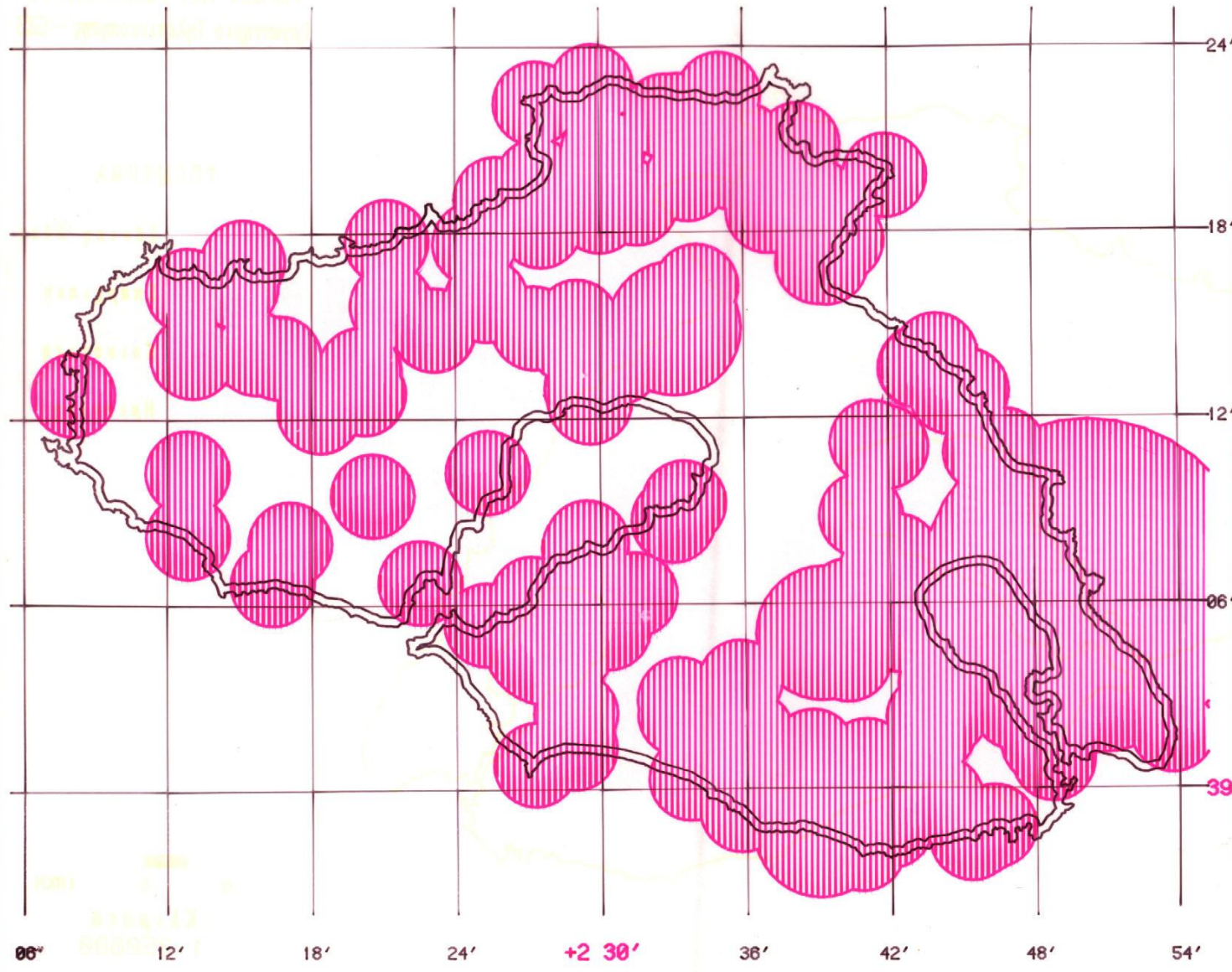


Κλίμακα
1:350000

ΝΗΣΟΣ ΔΕΣΒΟΣ
ΣΕΝΑΡΙΟ 2

ΤΠΟΜΝΗΜΑ

- Κατηγορία Περιοχής
- Καταλληλη
 - Ακαταλληλη



ΝΗΣΟΣ ΔΕΣΒΟΣ

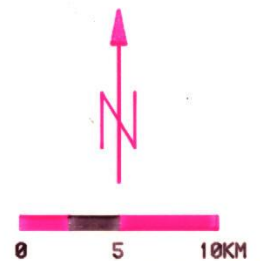
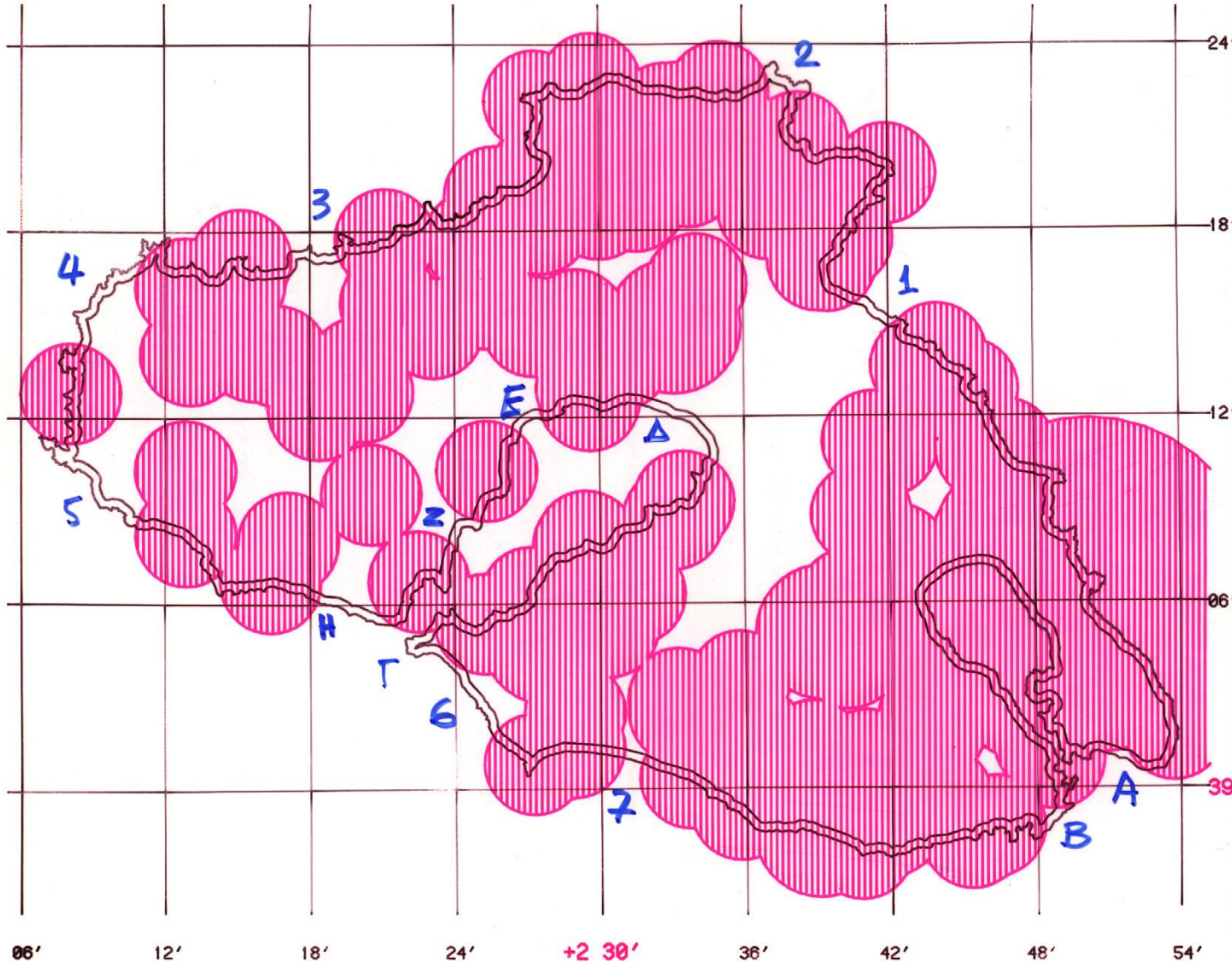
ΣΧΕΜΑΤΙΣΜΟΣ 3

ΤΠΟΜΝΗΜΑ

Κατηγορία Περιοχής

Καταλληλη

Ακαταλληλη



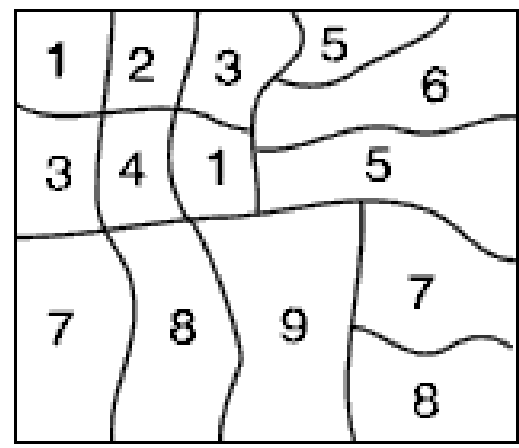
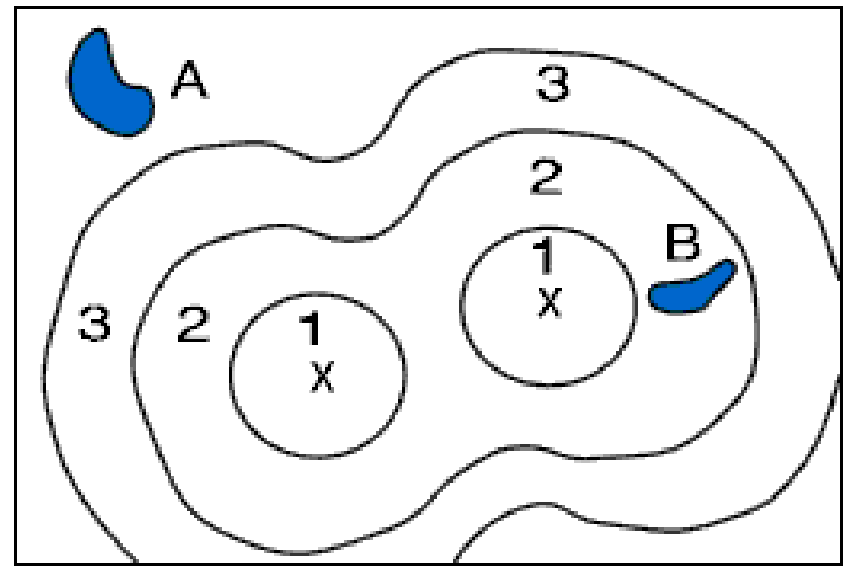
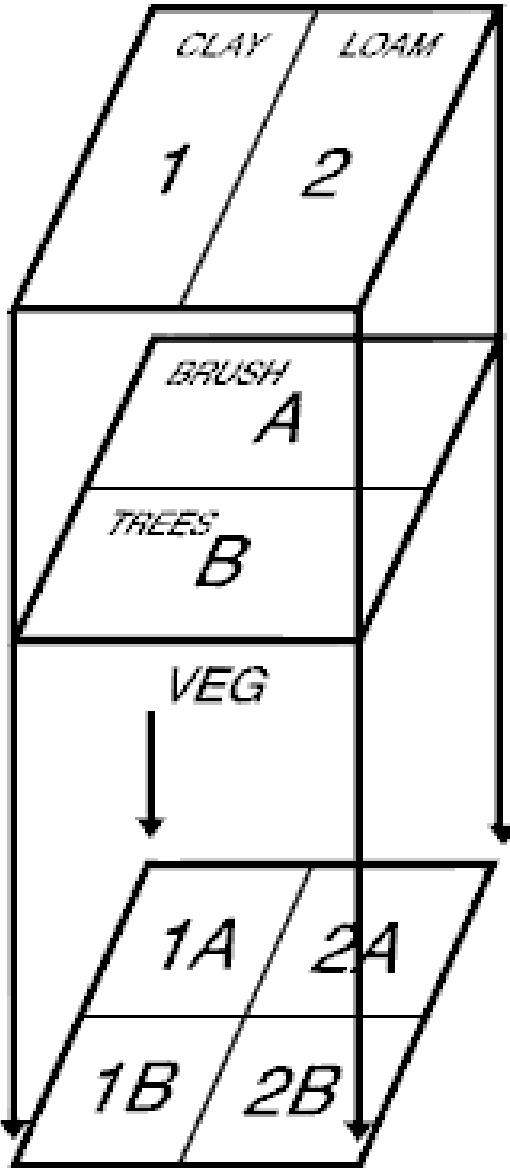
Κλίμακα
1 : 350000

BASIC ANALYSIS

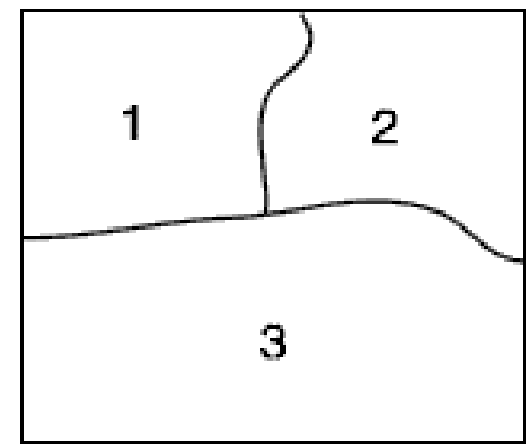
- **OVERLAY**
- **GRAPHIC MANIPULATIONS**
 - **BUFFER ZONES**

INPUT COVER A INPUT COVER B INPUT COVER C

SOILS



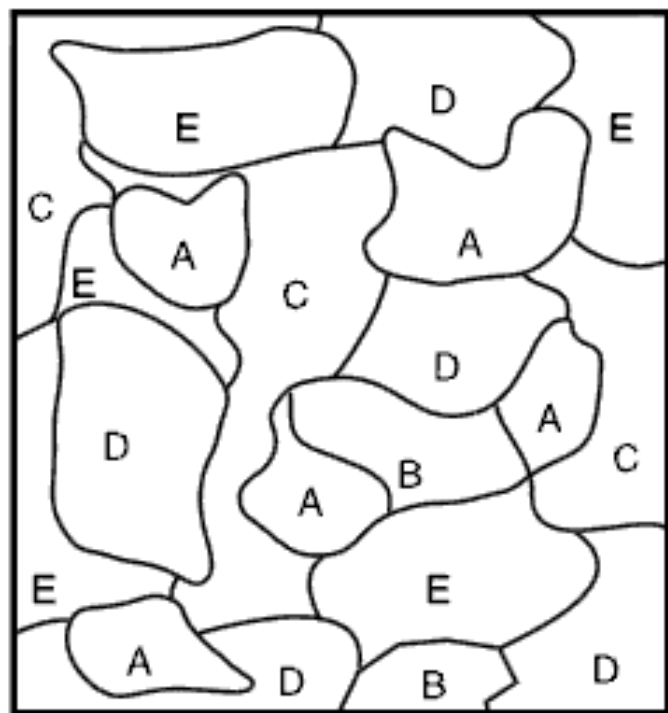
ORIGINAL SOIL COVERAGE



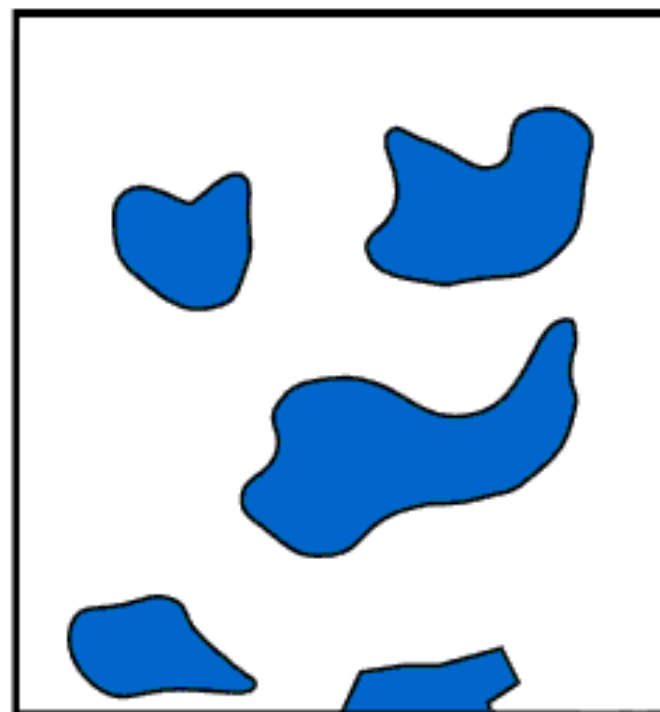
RECODED SOILS

RECODE APPLICATION

AGRICULTURAL SOILS



SOILS



AGRICULTURAL SOILS

RECODE:

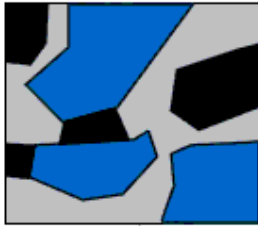
A - B = AGRICULTURAL

C - E = NON-AGRICULTURAL

**Εφαρμογές
επανακωδικοποίησης**

COVERAGE RECODE

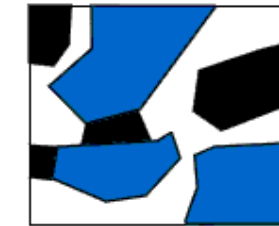
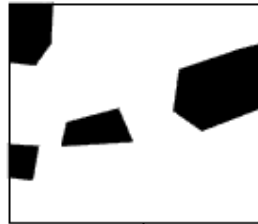
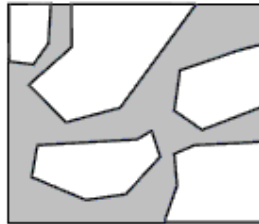
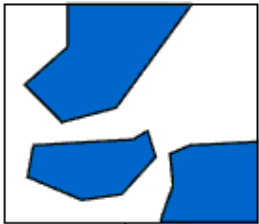
LAND COVER



FOREST

OPEN

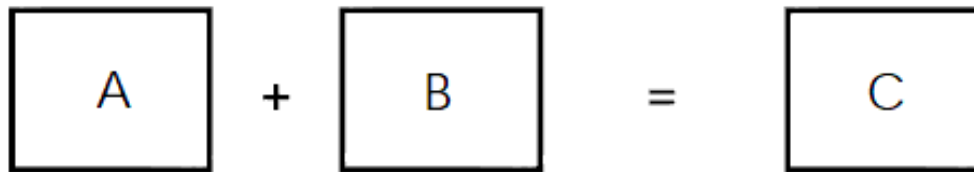
BRUSH



VEGETATION

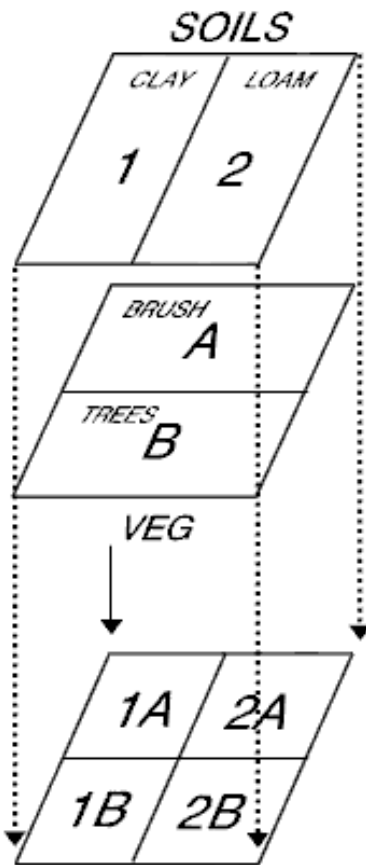
Επανακωδικοποίηση επικάλυψης

OVERLAY



Επαλληλία

INPUT COVER A
INPUT COVER B
INPUT COVER C
OUTPUT COVER C



INPUT DATA FILE 1
+
INPUT DATA FILE 2
↓
OUTPUT DATA FILE

SOILS

POLYGON	NAME	SIZE (Ha)
1	CLAY	2
2	LOAM	2

VEG

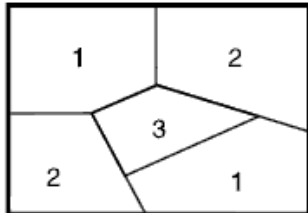
POLYGON	NAME	SIZE (Ha)
A	BRUSH	2
B	TREES	2

OUTPUT DATA FILE

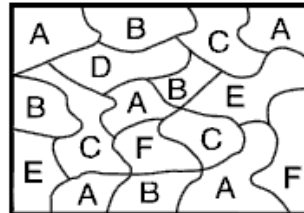
POLYGON	SOIL	VEG	SIZE (Ha)
1A	CLAY	BRUSH	1
1B	CLAY	TREES	1
2A	LOAM	BRUSH	1
2B	LOAM	TREES	1

OVERLAY APPLICATION

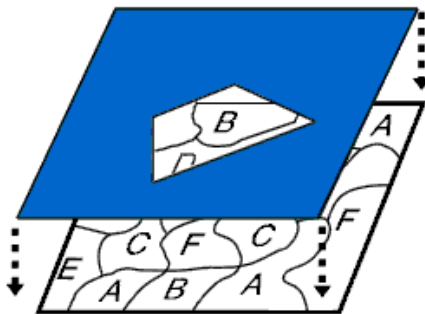
CROPS



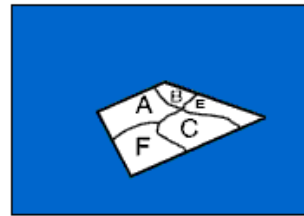
SOILS



WHICH SOILS OCCUR WITH CROP 3?

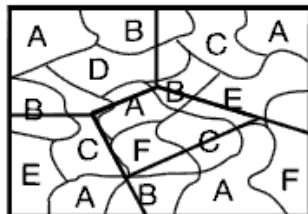


=



COINCIDENCE VIEW

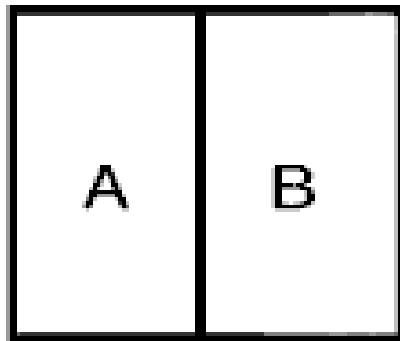
OVERLAY



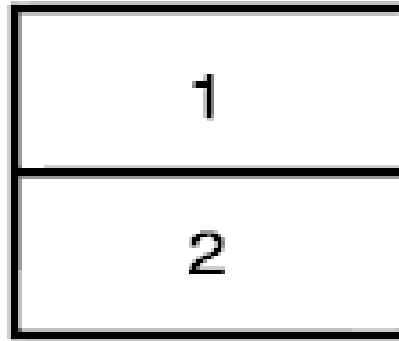
ALL CROPS AND SOILS

Εφαρμογή Επαλληλίας

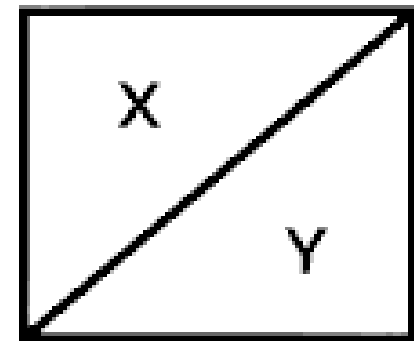
OVERLAY APPLICATION



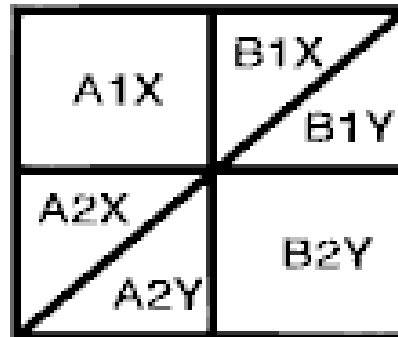
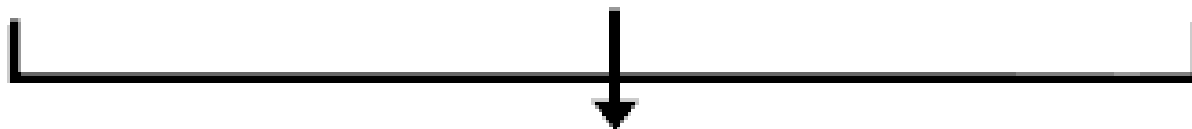
SOIL TYPE



CROP TYPE



FARM PRACTICE



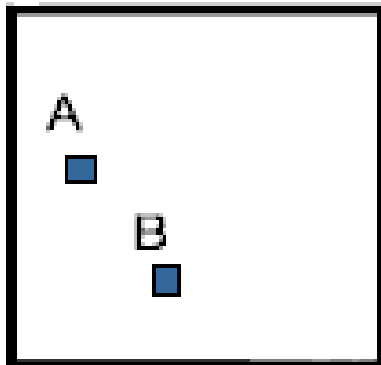
YIELD POTENTIAL

OVERLAY

IDENTIFICATION OF FEATURES WITHIN POLYGONS

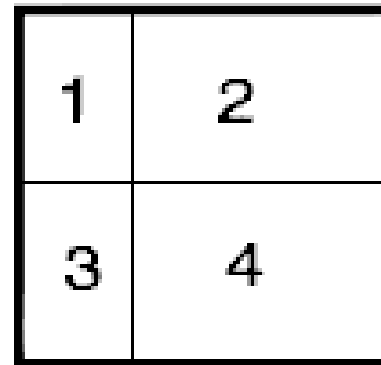
POINTS

HISTORICAL SITES



OVERLAY
+

PARK DISTRICTS

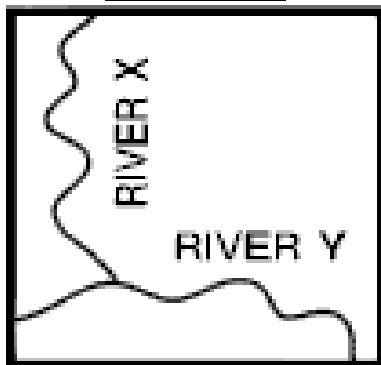


=

POINT A = DISTRICT 1
POINT B = DISTRICT 4

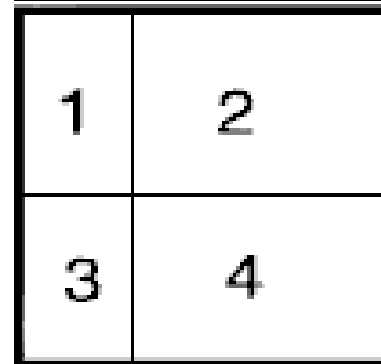
LINES

RIVERS



OVERLAY
+

PARK DISTRICTS



=

RIVER X = DISTRICTS 1,3
RIVER Y = DISTRICTS 3,4

MAP ALGEBRA MULTIPLICATION

Άλγεβρα χαρτών
πολλαπλασιασμός

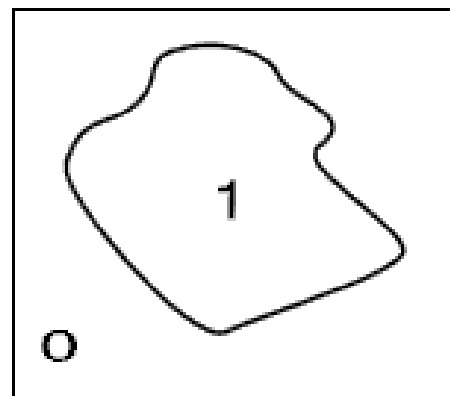
OVERLAY
USING
MULTIPLY

DISTRICTS

1	2
3	4
5	6

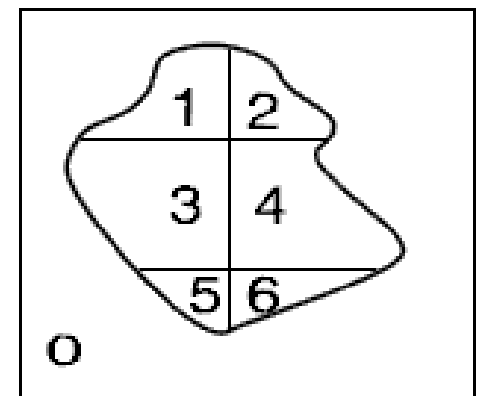
X

CROP LAND



=

COINCIDENCE



MAP ALGEBRA

Άλγεβρα χαρτών
με χρήση του
μέγιστου

OVERLAY USING MAXIMUM

INPUT COVERAGE A

¹ 3	² 3	³ 4
⁴ 0	⁵ 1	⁶ 0
⁷ 2	⁸ 4	⁹ 6

RAINFALL: 1980

INPUT COVERAGE B

¹ 4	² 2	³ 2
⁴ 5	⁵ 5	⁶ 5
⁷ 4	⁸ 1	⁹ 1

RAINFALL: 1981

+

=

OUTPUT COVERAGE C

4	3	4
5	5	5
4	4	6

MAXIMUM RAINFALL

1980-1981

OVERLAY USING WEIGHTS

ELEV.

3	3	1
2	1	1
1	2	1

WEIGHT

X 1 =

3	3	1
2	1	1
1	2	1

SOILS

3	3	3
2	2	2
1	1	1

X 2 =

6	6	6
4	4	4
2	2	2

SLOPE

2	2	2
1	1	1
3	1	1

X 1 =

2	2	2
1	1	1
3	1	1

OVERLAY USING ADD

Επαλληλία
με χρήση
βαρών

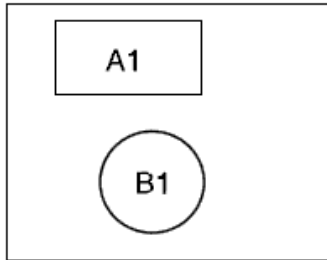
11	11	9
7	6	6
6	5	4

HIGHEST
VALUES
HAVE
HIGHEST
RATING

- 1 = POOR
- 2 = MODERATE
- 3 = BEST

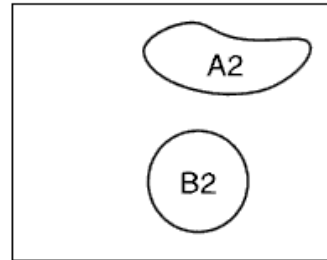
VECTOR OVERLAY

INPUT COVER 1

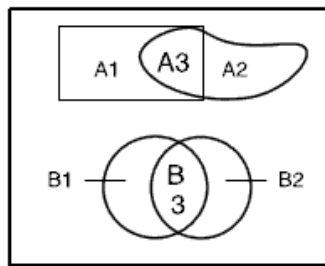


+

INPUT COVER 2



OUTPUT COVER



DATABASE RESULTS

INPUT COVER 1

ID	AREA
A1	10
B1	8

+

INPUT COVER 2

ID	AREA
A2	8
B2	8



OUTPUT COVER

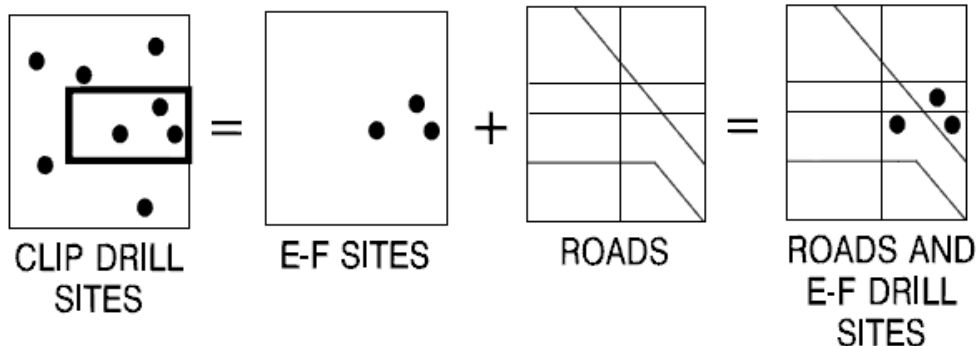
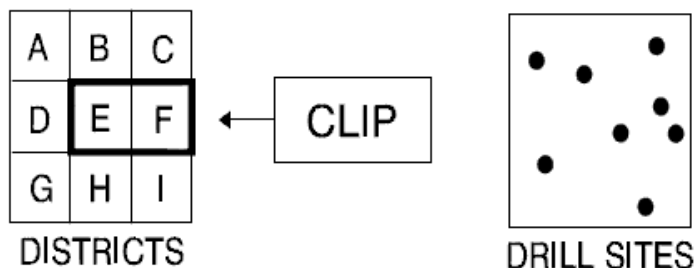
ID	AREA
A1	6
A2	4
A3	4
B1	5
B2	5
B3	4

Επαλληλία
διανυσματικών
επικαλύψεων

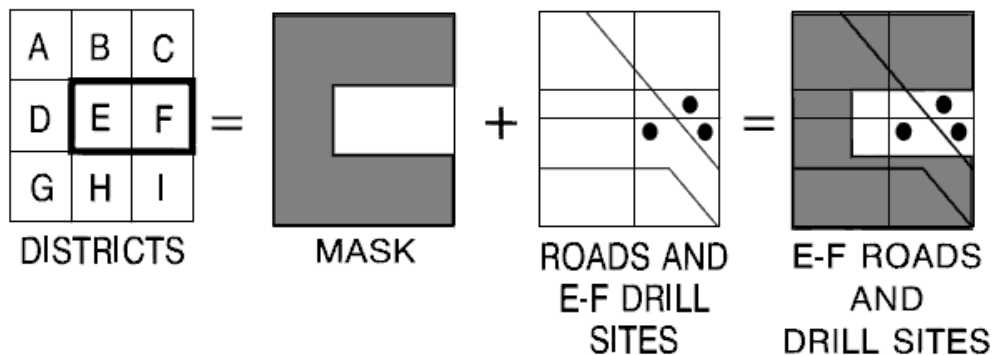
Το αποτέλεσμα
στη βάση
δεδομένων

CLIP and MASK

CLIP



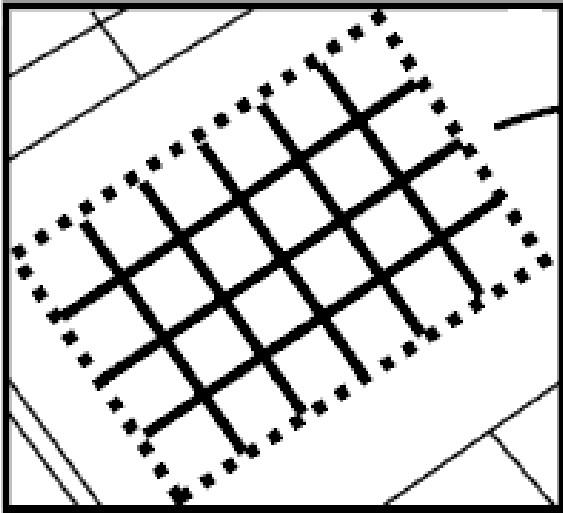
MASK



Αποκοπή -
Κλιπ

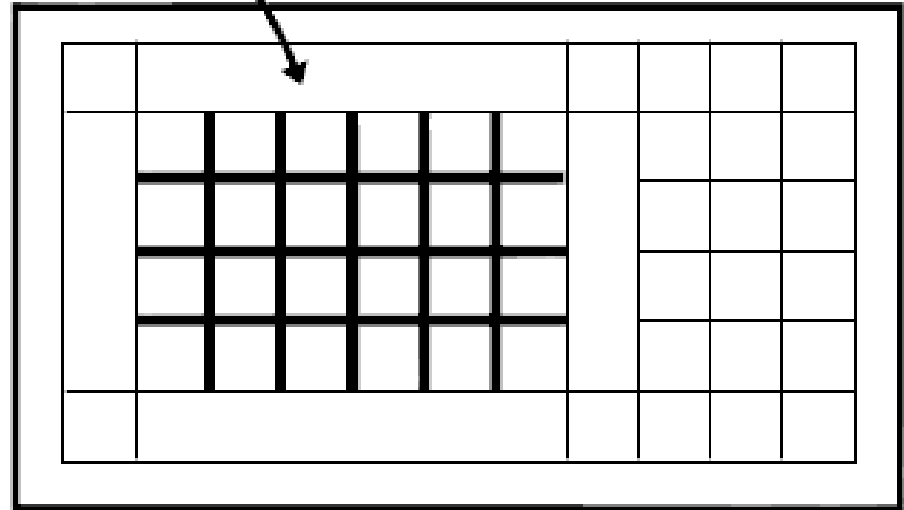
Μάσκα

MOSAIC WITH ROTATE



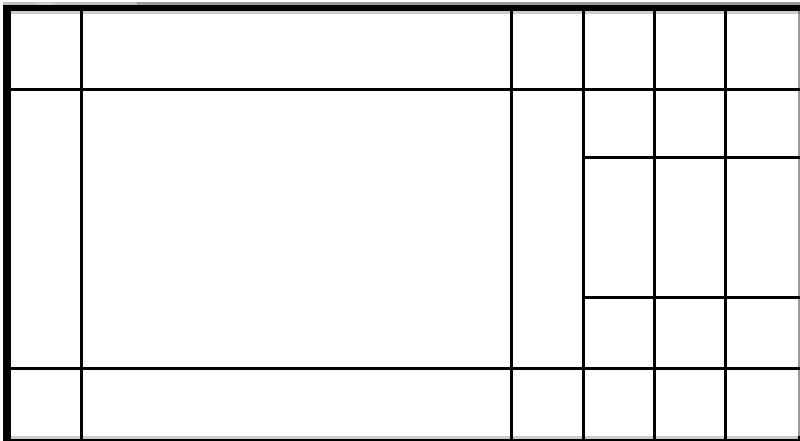
MAP A

ROTATE



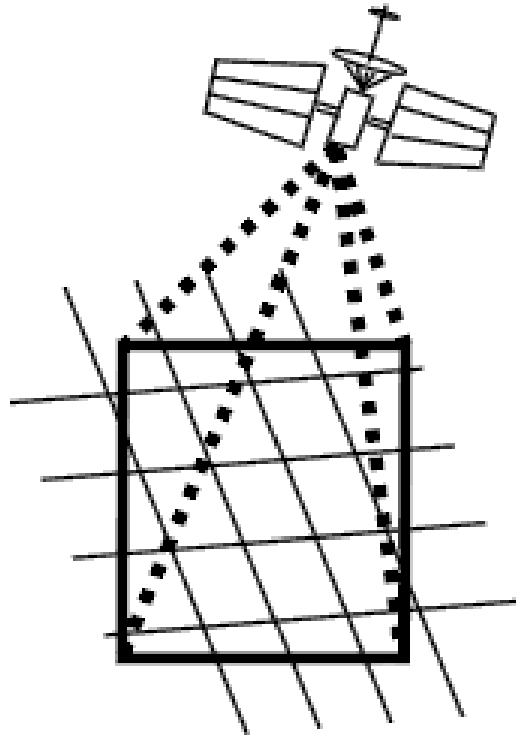
MAP A + B

MAP B

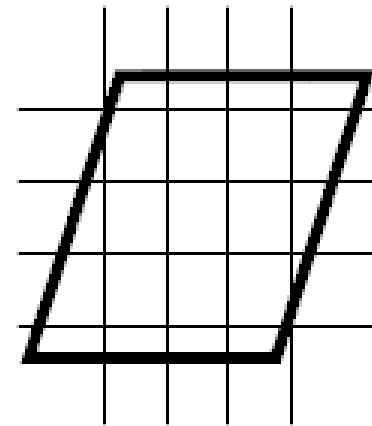


Δορυφορική Τηλεπισκόπηση

SATELLITE REMOTE SENSING



SATELLITE IMAGING



RECTIFIED IMAGE

ANALYSIS METHOD

BY DATABASE (GRAPHICS OPTIONAL)

A	B
C	D

DISTRICT
POP

A	B
C	D

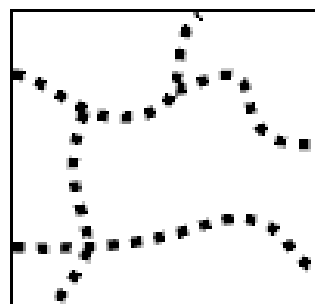
DISTRICT
INCOME

A	B
C	D

DISTRICT
SALES

DISTRICT	POP	INCOME	SALES	MKT POTEN
A	2.2	11.2	22	7
B	1.0	9.8	51	9
C	1.7	10.1	41	5
D	2.1	11.1	50	5

BY OVERLAY (DATABASE WILL ITEMIZE RESULTS)



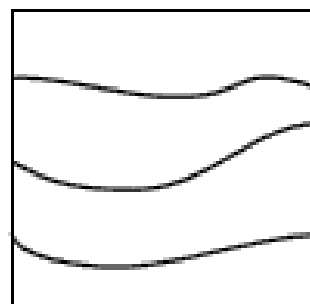
SOILS

+



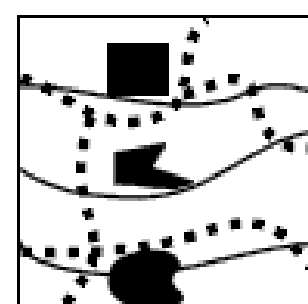
PARKS

+



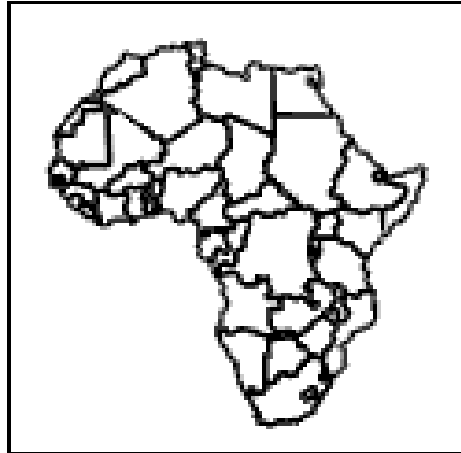
VEGETATION

=

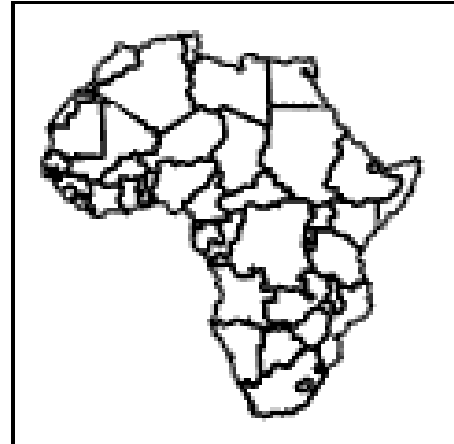


PARK ENVIRON

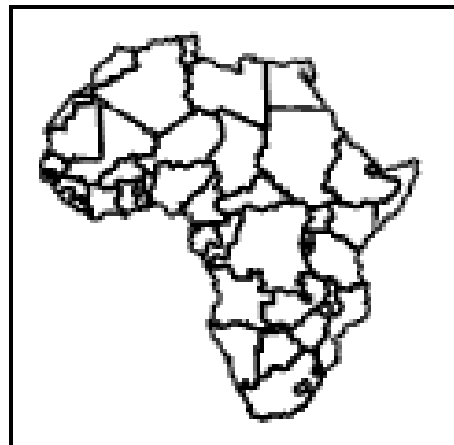
POLITICAL



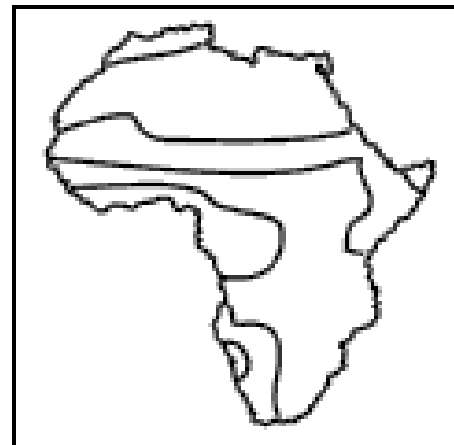
POPULATION



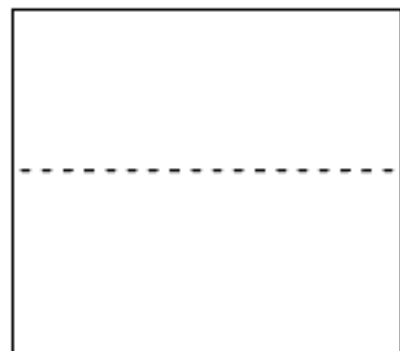
AVE. INCOME



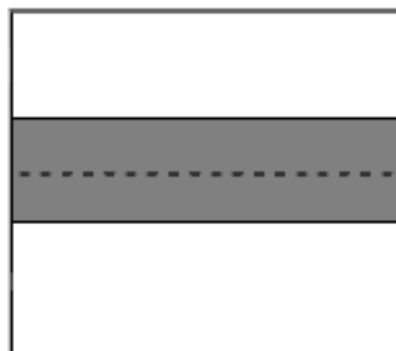
ECOLOGICAL



BUFFER APPLICATION LANDUSE AROUND RAILROAD



RAILROAD



CREATE
10-KM BUFFER



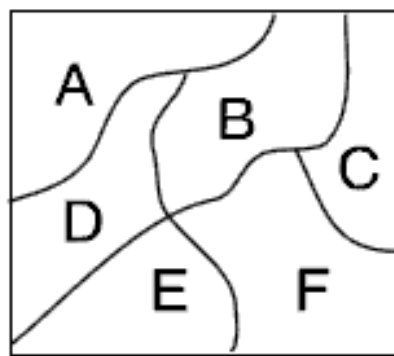
RECODE
BUFFER = 0
OUTSIDE = 8

OVERLAY



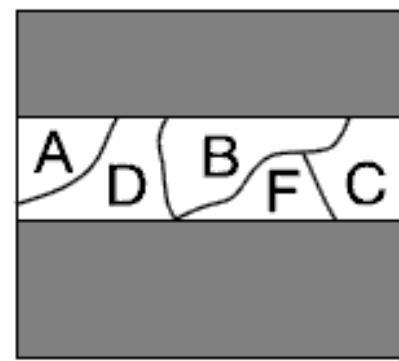
RAILROAD
BUFFER

+



LANDUSE

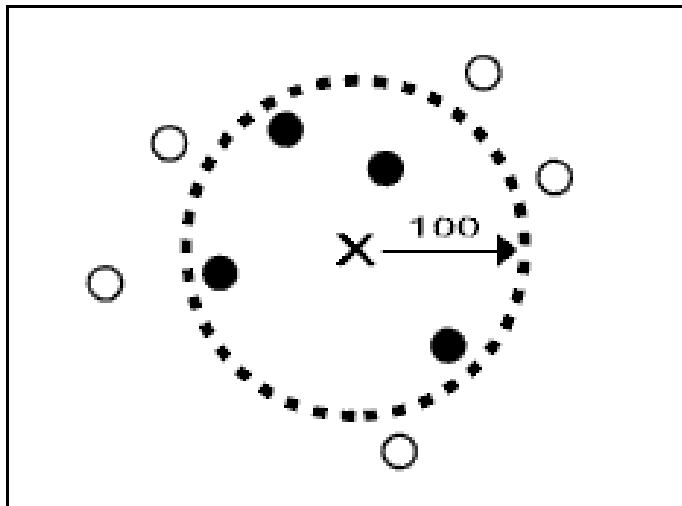
=



10-KM LANDUSE
ZONE

SPATIAL QUERY:
SHOW ALL
CITIES WITHIN
100 KM OF X

CITIES



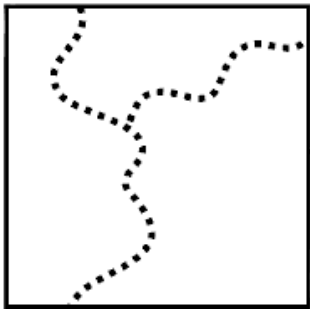
DISTANCE SELECTION

NAME	POP	CLASS
DUBOP	12.5	A
TRIMAN	9.0	A
TIBOO	10.1	B
POST	11.4	C
MANT	7.1	A
RATAP	5.0	C
FEENAN	7.0	C
JOST	11.7	B

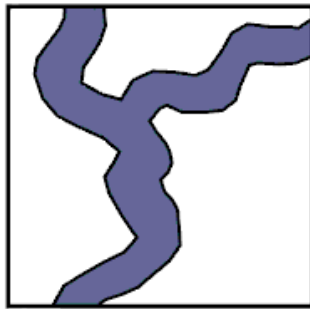
HAZARD APPLICATION

FLOODING RISKS

RIVERS

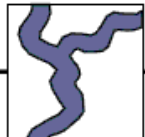
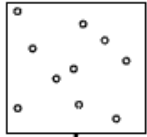


FLOOD ZONES

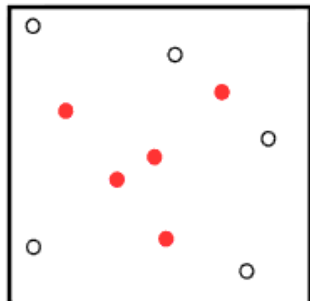
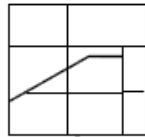


OVERLAY

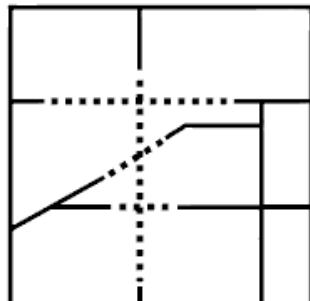
VILLAGES



ROADS



FLOOD-PRONE
VILLAGES ●



FLOOD-PRONE
ROADS

Εφαρμογές σε
φυσικές
καταστροφές