

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ερευνητική εργασία πραγματεύεται την αστική ανάλυση μέσω της Θεωρίας Πολυπλοκότητας, που αποτελεί το επικρατέστερο θεωρητικό πλαίσιο σε πολλές επιστήμες προς τα τέλη του 20ου αιώνα και έπειτα. Βασικό της άξονα αποτελεί ο εντοπισμός των ποιοτήτων της βιώσιμης φυσικής πόλης, των bottom-up και top-down δομών της και η ένταξη τους στον σχεδιασμό. Στο πρώτο μέρος του κειμένου γίνεται η παρουσίαση αυτής της Θεωρίας και των επικουρικών της επιστημών, απαραίτητων για την προσέγγισή της (Εφαρμοσμένα Μαθηματικά, Πολύπλοκα και Υπολογιστικά Συστήματα) ενώ παρακάτω, στο ίδιο θεωρητικό πλαίσιο, προχωράμε στην παράθεση διαφορετικών προσεγγίσεων από αστικούς αναλυτές του 20ου και 21ου αιώνα για τον τρόπο ανάπτυξης και την δομή των πόλεων. Η βασική στρατηγική που ακολουθείται στο δεύτερο μέρος είναι η ανάλυση τριών βασικών "Σχολών" της Θεωρίας Πολυπλοκότητας, σε τρία κεφάλαια αντίστοιχα, με συνεχείς παραπομπές στη βιβλιογραφία, με παραδείγματα από εξελισσόμενα αστικά συστήματα και δείγματα εφαρμογής της εκάστοτε θεωρίας μέσα από εργαστήρια εν ενεργεία. Στο τέλος του κάθε κεφαλαίου συνοψίζονται οι πληροφορίες για την μελέτη των διαφορετικών προσεγγίσεων (case studies) και εξάγονται συμπεράσματα για τις προτάσεις των "Σχολών" και την προσφορά τους στη Θεωρία Πολυπλοκότητας στον τομέα του Αστικού και Πολεοδομικού Σχεδιασμού.

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ: 2016-17

Β.Ν.  
Χ.Χ.

ΠΟΛΗ · ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ · ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ

# ΠΟΛΗ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ

Μία δυναμική αστική ανάλυση μέσω των  
αναδυόμενων θεωριών και τη γεωμετρίας fractal

$$\ddot{x}(t) + \omega^2 x(t) = 0$$

# ΠΟΛΗ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ

Μία δυναμική αστική ανάλυση μέσω των αναδυόμενων θεωριών  
και της γεωμετρίας fractal

ΒΑΣΙΛΗΣ ΝΤΙΜΕΡΗΣ

ΧΑΡΑ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής: ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΓΙΑΝΝΟΥΔΗΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Ακαδημαϊκό έτος: 2016-2017

Επιτρέπεται η αντιγραφή και αναπαραγωγή, μέρους ή ολόκληρου του τεύχους, με οποιονδήποτε τρόπο, ηλεκτρονικό ή μηχανικό συμπεριλαμβανομένης της φωτοαντιγραφής, καταγραφής ή άλλου τρόπου αποθήκευσης πληροφορίας, χωρίς τη συγκατάβαση των φοιτητών, όσο αυτό αφορά ακαδημαϊκό ενδιαφέρον. Για οτιδήποτε δεν έχει γραφτεί από τους φοιτητές-συγγραφείς απαιτείται η επιμελής αναφορά των πηγών και η συγκατάθεση των δημιουργών τους. Η γνώση πρέπει να είναι και να παραμείνει ελεύθερη και προσβάσιμη σε όλους

...η επιστήμη του εικοστού αιώνα θα μείνει στην Ιστορία για τρία πράγματα:

τη σχετικότητα, την κβαντομηχανική και το χάος.

James Gleick, *Chaos: Making a New Science*, 1988, σελ.5-6, 1<sup>η</sup>  
Έκδοση





## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Γιαννούδη για τις διορθώσεις του και την καθοδήγησή του, χωρίς την οποία η παρούσα εργασία πολύ πιθανόν να είχε πάρει μια τροπή που να μην μας ικανοποιούσε. Μετουσίωσε τις αρχικές μας ανησυχίες σε γόνιμη μελέτη.

Ευχαριστούμε ιδιαίτερα την Τίνα, που παρ' όλα τα χιλιόμετρα που μας χώριζαν ήταν κοντά μας κάθε στιγμή και μας διόρθωνε με παραπάνω από έναν τρόπους.

Επίσης τη Μελίνα και τη Νέλλυ, των οποίων πληροφορίες φάνηκαν παραπάνω από διαφωτιστικές καθώς και τον Τσούτσο, έτσι για το γούρι.

Ευχαριστούμε τους Μποζίκες, που υπομονετικά μας έδωσαν στέγη στα γεμάτα υγρασία Χανιά και μας οδήγησαν ουκ' ολίγες φορές στον προορισμό μας -χωρίς την παραμικρή έννοια μεταφορικού λόγου.

Ευχαριστούμε επίσης τον Παναγιώλη, τον Πώποτα, το Ρωμανό και τη Μαρία που άθελά τους μας παρείχαν αρκετά είδη βοήθειας που χρειαζόμασταν.

Ευχαριστούμε τη μικρή Θάλεια, που ήρθε στα τέλη αυτής της ερευνητικής και ήταν μια μεγάλη ανάσα ζωής.

Ευχαριστούμε τις οικογένειές μας, πρώτα επειδή το λένε όλοι (και κάτι θα ξέρουν) κι έπειτα επειδή θα ήμασταν αχάριστοι να μην αναγνωρίζαμε ούτε λίγο την προσπάθειά τους.

Τέλος ευχαριστούμε όλους τους φίλους μας, που μας υπενθυμίζουν πόσο σημαντικό είναι αυτό που κάνουμε, και το ίδιο ολόψυχα όλους εκείνους που μας υπενθυμίζουν πόσο ασήμαντο είναι.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
<b>{Κ 1} Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>	
1.1 Η ανάπτυξη της ανθρώπινης πόλης στον 20 <sup>ο</sup> αιώνα.....	11
1.2 Η έννοια της Πολυπλοκότητας και Πολύπλοκα Συστήματα.....	14
1.3 Γεωμετρία και Θεωρητικά "Εργαλεία".....	16
1.4 Θεωρητικό υπόβαθρο μελετητών Αστικού Σχεδιασμού.....	22
<b>{Κ 2} ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: Η ΔΟΜΗ, ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ</b>	
2.1 Μηχανισμοί της Τάξης.....	28
2.2 Βασικές δομές.....	29
2.3 Γλώσσες.....	31
2.4 Δυναμική και ανάπτυξη.....	34
2.5 Συνεκτικότητα και ιεραρχία.....	36
2.6 Στην αναζήτηση μιας νέας πρότασης.....	38
2.7 Συμπεράσματα.....	40
<b>{Κ 3} Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"</b>	
3.1 Ο αστικός χώρος σαν κάτι παραπάνω.....	42
3.2 Βασικές έννοιες "Χωρικής Σύνταξης".....	43
3.3 Θεωρία για μια "Καθολική Πόλη".....	49
3.4 Νόμοι αστικής διαμόρφωσης.....	51
3.5 Σχέση "όλων με όλα".....	54
3.6 Συμπεράσματα.....	56
<b>{Κ 4} ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ</b>	
4.1 Η φρακταλική δομή της πόλης.....	58
4.2 Μοντέλα αστικής ανάπτυξης & Θεωρία Πολυπλοκότητας.....	62
4.3 Αστική διάχυση και παραδείγματα αστικής εξάπλωσης.....	64
4.4 Μελέτες αστικής ανάπτυξης με bottom-up διαδικασίες.....	73
4.5 Συμπεράσματα.....	82
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>84</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>88</b>



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πόλη ανέκαθεν αποτελούσε ένα δυναμικό χώρο, που επηρεάζεται από πολλές συνιστώσες όπως ανθρώπινες ομάδες και ατομικότητες, διαφορετικά ενδιαφέροντα και κουλτούρες, οικονομικούς παράγοντες, τεχνολογική πρόοδο, ταξικά ζητήματα, γεωπολιτικές θέσεις, γεωμορφολογία κ.α. Από τον 20<sup>ο</sup> αιώνα και μετά, όπου η πόλη αναπτύσσεται και εξελίσσεται με γεωμετρικούς ρυθμούς, τα ποσά της πληροφορίας που πρέπει να διαχειριστούν οι αναλυτές και οι σχεδιαστές του αστικού ιστού αυξάνονται ραγδαία. Χωρίς τα απαραίτητα μέσα και εργαλεία, η μελέτη αυτής της πληροφορίας απαιτεί τεράστια ποσά χρόνου, κάτι που έχει οδηγήσει στο παρελθόν στην, λανθασμένη, αφαιρετική και ελλιπή συλλογή και χρήση των στοιχείων για την επίλυση των αστικών προβλημάτων που ανακύπτουν.

Πλέον, οι πολλαπλές συνιστώσες τείνουν να επιδρούν πάνω στην πόλη με τρόπους πιο άμεσους και ταχείς, χωρίς όμως η επίδρασή τους να είναι απαραίτητα υγιής ή προοδευτική. Η σύγχρονη πόλη επιδέχεται αλλαγές λιγότερο «ανθρώπινες» και «φυσικές» και όχι μόνο επειδή οι μηχανές έχουν εισχωρήσει πλέον δυναμικά σε όλα τα φάσματα της καθημερινότητας, αλλά κυρίως λόγω των πολιτικών θέσεων που ορίζουν τις αρχές δόμησης των πόλεων και γενικότερα όλων των ανθρώπινων οικισμών, χωρίς να κατανοούν τις αμέτρητες δομές ιεραρχίας που δημιουργούνται μεταξύ των ανθρώπινων συστημάτων<sup>1</sup>

«Η αλλαγή διαστάσεων των ανθρώπινων οικισμών και η μετάπτωση του χαρακτήρα τους από στατικές σε δυναμικές, η οποία τους δίνει διαφορετικές πτυχές με κάθε μέρα που περνάει, κάνει τους οικισμούς συγχυσμένους τόπους κατοίκησης, όπου οι άνθρωποι αντί να αντιμετωπίσουν αυτό το νέο πρόβλημα με ρεαλισμό, προσπαθούν να αποφύγουν τη σύγχυση. Μερικοί - λανθασμένα - υποστηρίζουν την ουτοπική σκέψη της επιστροφής στη μικρή πόλη αλλά δεν προσδιορίζουν πως αυτό μπορεί να επιτευχθεί χωρίς να εκλείψει κάποιο από τα πλεονεκτήματα που μας παρέχει η μεγάλη πόλη. Άλλοι, αισθανόμενοι πως δεν μπορούν να επιστρέψουν στο σύστημα μικρής πόλης, υποστηρίζουν την ιδέα της μεγάλης πόλης αλλά δεν τολμούν να αντιμετωπίσουν την πραγματική δομή της· αυτή είναι η συμπεριφορά που οδηγεί στη δυστοπία, στη μεγάλη πόλη όπου υστερεί σε ποιότητα. Όμως υπάρχει κι ένας άλλος δρόμος: να αντιληφθούμε πως η μεγάλη πόλη είναι αναπόφευκτο φαινόμενο αλλά η ποιότητα ζωής σε αυτή είναι κακή, και να προσπαθήσουμε να βελτιώσουμε αυτή την ποιότητα.

<sup>1</sup> M.Batty, "Generating Cities from the bottom-up", *Cluster*, Σεπτέμβριος 2008, σελ.13

Αυτός είναι ο μόνος επιθυμητός και ρεαλιστικός δρόμος.»<sup>2</sup>. Ορμώμενοι από αυτό το χωρίο του Δοξιάδη, περιγράφουμε απόψεις αστικών αναλυτών των οποίων ο πυρήνας της θεωρίας τους εντοπίζεται στην μεταβολή της πόλης από στατικό σε δυναμικό σύστημα. Πλέον η έμφαση δίνεται στην πόλη σαν ένα ευμετάβλητο πεδίο, όπου οι μονάδες επηρεάζουν το σύνολο και το αντίστροφο.

Το ερώτημα που θα προσπαθήσει να απαντήσει η παρούσα ερευνητική εργασία αφορά στον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε και αντιμετωπίζουμε τα αστικά προβλήματα. Παρουσιάζονται οι θεωρίες που θα μας βοηθήσουν να συμπεριλάβουμε περισσότερους καθοριστικούς παράγοντες στις αναλύσεις μας, σεβόμενοι την προϋπάρχουσα κατάσταση και το δικαίωμα του καθενός να αναδιαμορφώνει την πόλη του<sup>3</sup>. Οι θεωρίες αυτές αναγνωρίζουν την πόλη ως ένα σύστημα ανοιχτό που επηρεάζεται από την τοπική και παγκόσμια αγορά, τα τεχνολογικά επιτεύγματα, τους νέους τρόπους κοινωνικής ζωής και την ταχύτατη ανάπτυξη των δικτύων, που επιτρέπουν στον άνθρωπο να επικοινωνεί πλέον σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η μέθοδος που ακολουθείται είναι βιβλιογραφική με τη χρήση επιστημονικών δοκιμίων που τοποθετούνται στο επιστημολογικό παράδειγμα της Θεωρίας Πολυπλοκότητας και τους μηχανισμούς της. Επίσης, αντλούνται πληροφορίες εργαστηριακών πηγών και πορίσματα ερευνών από αρκετά Πανεπιστημιακά Ιδρύματα που συνδέουν τη Θεωρία αυτή με τις αστικές αναλύσεις και τον Πολεοδομικό Σχεδιασμό.

Η δομή της εργασίας ακολουθεί -εν μέρει- μια χρονολογική σειρά διατύπωσης των θεωριών. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η Θεωρία Πολυπλοκότητας και οι βασικές αρχές που την διέπουν και παρουσιάζονται βραχέως τα μαθηματικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες αναλυτικές μεθόδους. Στο δεύτερο, τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο της ερευνητικής εργασίας, παρουσιάζονται τρεις "Σχολές" ανάλυσης, και ο τρόπος που η καθεμία εντοπίζει την Πολυπλοκότητα στα αστικά συστήματα. Στο τέλος κάθε κεφαλαίου εξάγονται συμπεράσματα για την θεωρία και την μέθοδο που παρουσιάστηκε και για το βαθμό που καθεμία καλύπτει τα ερωτήματα τα οποία θέτει η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία.

<sup>2</sup> Κ. Δοξιάδης, "Οικιστικά", *From Science*, Issue 3956, Vol.170, Οκτώβριος 1970, σελ. 151

<sup>3</sup> David Harvey, "The right to the City", 2008, *New Left Review*, Issue 53, Σεπτέμβριος- Οκτώβριος 2008, σελ. 1



{K 1}

## Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### Επιτομή

*«Γιατί, εδώ και καιρό, οι πόλεις δεν έχουν αναγνωριστεί, κατανοηθεί και αντιμετωπιστεί ως προβλήματα οργανωμένης πολυπλοκότητας; Εφόσον οι άνθρωποι που απασχολούνται με τις έμβιες επιστήμες ήταν ικανοί να αναγνωρίσουν τα δύσκολα προβλήματα, ως προβλήματα οργανωμένης πολυπλοκότητας, γιατί αντίστοιχα οι άνθρωποι που επαγγελματικά ασχολούνται με τις πόλεις δεν έχουν αναγνωρίσει το είδος των προβλημάτων ως τέτοια;»<sup>1</sup>*

J. Jacobs

Στο παρόν κεφάλαιο, που αποτελεί και το εισαγωγικό της παρούσας ερευνητικής εργασίας, Με αφορμή το ερώτημα της J. Jacobs καθώς και επιστημονικές πηγές, τίθεται η έννοια της πόλης ως ένα σύστημα διαφορετικό απ' ότι αναγνώζεται μέχρι στιγμής στις περισσότερες αναλύσεις. Στο πλαίσιο μιας επιστημολογικής μετατόπισης κάτω από το πρίσμα της Θεωρίας της Πολυπλοκότητας επηρεάζεται σημαντικά η κατεύθυνση των περισσότερων επιστημών από τον 20<sup>ο</sup> αιώνα και έπειτα, όπως και η θεωρία της Αρχιτεκτονικής και του Αστικού Σχεδιασμού. Βασικό μέλημα είναι να καλυφθεί το θεωρητικό υπόβαθρο, απαραίτητο για αυτό τον νέο επιστημονικό τομέα και να τεθούν οι προσεγγίσεις που θα διαμορφώσουν τον «κορμό» της παρούσας εργασίας.

### 1.1. Η ανάπτυξη της ανθρώπινης πόλης στον 20<sup>ο</sup> αιώνα

Τα τελευταία 125 χρόνια, οι σχεδιαστικές απόψεις για την πόλη έχουν αλλάξει· για παράδειγμα έχει ιδωθεί ως (αισθητικό) έργο τέχνης (Camilo Sitte, 1889), ως (λειτουργική) μηχανή (Le Corbusier, 1924)<sup>2</sup> και ως (αναγνώσιμο) κείμενο (Kevin Lynch, 1960). Για την Jacobs (1961), ήταν ένα «ορ-

<sup>1</sup> Jacobs J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, Random House, Νέα Υόρκη, σελ.434

<sup>2</sup> Σχετικά με αυτή την ιστορική εξέλιξη βλέπε *Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen*, Camilo Sitte και *Vers une Architecture*, Le Corbusier



γανωμένο σύμπλεγμα» και για τον Alexander (1966), ένα «ημιδικτύωμα» και σίγουρα «όχι ένα δέντρο». Προσφάτως, όροι που περιγράφουν την πόλη και την πολεοδομία έχουν πολλαπλασιαστεί ώστε να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη «γενική πόλη» (Rem Koolhaas, 1995), την «κβαντική πόλη» (Saeed Arida, 2002), την «κατακόρυφη πόλη» (Ken Yeang) και την «τοπιακή πολεοδομία» (Charles Waldheim, 2006).<sup>3</sup>

Οι παραπάνω όροι και ορισμοί είναι μια συλλογική προσπάθεια βαθύτερης και ευρύτερης κατανόησης της αστικής φόρμας και της ανθρώπινης ζωής, μέσα σε αυτήν. Πιο σημαντικοί για εμάς είναι οι όροι που εκφράζουν το δυναμισμό που παρουσιάζουν τα αστικά συστήματα, θεωρώντας τους πιο ολοκληρωμένους, όσον αφορά στην περιγραφή ανθρώπινων συστημάτων εν γένει. Είναι σημαντικό μια θεωρία να εγκολπώνει την πληθώρα σχέσεων που αναπτύσσονται σε ένα σύστημα κι έτσι μπορούμε να πούμε πως κανένας από τους παραπάνω ορισμούς δεν είναι λάθος αλλά -μόνος του- δεν εκφράζει πλήρως το οικοδόμημα της ανθρώπινης πόλης. Επιδιώκεται μια γενικευμένη θεώρηση του συστήματος και μια βάση που θα επιτρέψει την επίλυση της πληθώρας των προβλημάτων που αυτό αντιμετωπίζει.

Μέχρι πριν από εκατό, περίπου, χρόνια ήταν κοινώς αποδεκτό πως η κοινωνική και οικονομική ζωή της πόλης καθορίζονταν από τη φυσική της μορφή<sup>4</sup>. Όμως με την πάροδο του 20<sup>ου</sup> αιώνα η μορφή της πόλης αρχίζει να αλλάζει δραματικά. Η έννοια της πόλης γενικεύθηκε ώστε να συμπεριλάβει τις αλλαγές που επήλθαν όχι μόνο στη μορφή της ίδιας, αλλά και ολόκληρης της ανθρώπινης κοινωνίας. Ο ορισμός της πόλης ως μεγέθους εξαρτώμενου απ' τη μορφή δεν αποτελεί πλέον κοινωνική ή οικονομική επεξήγηση της αστικής πραγματικότητας<sup>7</sup> μιας και η πόλη αναπτύσσεται και αποκτά επιρροή σε διάφορες κλίμακες, που μέχρι πρότινος δεν συμπεριλαμβάνονταν στη θεωρία του Αστικού Σχεδιασμού.

Διατυπώνοντας την άποψη ότι οι πόλεις εξελίσσονται σε διάφορες **κλίμακες** πρέπει να αντιληφθούμε πως η κοινή δομή σε όλες ανεξαρτήτως -το στοιχείο δηλαδή που μας επιτρέπει να τις κατατάσσουμε στην ίδια κατηγορία- είναι απαραίτητη. Όσο ο αστικός σχεδιασμός περνάει σε όλο και μεγαλύτερες κλίμακες, οφείλει να επιλύσει όλο και περισσότερα «προβλήματα», μιας και νέες συνδέσεις αναπτύσσονται, οι επικοινωνίες γίνονται πιο εύκολες, οι πληροφορίες μεταφέρονται σε μεγαλύτερη ποσότητα και με τρομακτικά μεγαλύτερη ταχύτητα επομένως οι αποστάσεις μεγαλώνουν. Έννοιες όπως ιδιωτικός-δημόσιος χώρος, πόλη-μεγαλόπολη κ.α. επαναπροσδιορίζονται.

<sup>3</sup> Stephen Marshall, *Urban Coding and Planning*, United Kingdom 2012, Routledge, σελ. 130

<sup>4</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.1

Μέχρι το ξεκίνημα της νεωτερικότητας, ο κόσμος ήταν συγκροτημένος με μία αρχή από πάνω προς τα κάτω, κυρίως λόγω της θεοκρατικής αντίληψης εκείνης της εποχής, όπου μια παντοδύναμη και πάνσοφη θεϊκή οντότητα βρισκόταν στο κέντρο της ανθρωπότητας. Δεν ήταν ούτε ο Γαλιλαίος, ούτε καν ο Νεύτωνας που άλλαξαν την αντίληψή μας για τον κόσμο αλλά ο Δαρβίνος που το 1859 εκδίδει το βιβλίο του «*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*». Εκεί τίθεται για πρώτη φορά η ιδέα πως ο άνθρωπος καθώς και όλα τα είδη είναι προϊόντα εξέλιξης από μια αρχέγονη «σούπα» αμινοξέων και πρωτεϊνών, χωρίς να είναι απαραίτητη η διαμεσολάβηση μιας Θεϊκής χείρας για να αποκρυσταλλωθεί τον 20<sup>ο</sup> αιώνα στη έρευνα της μοντέρνας γενετικής θεωρίας από τον Fisher το 1936 (Bowler, 1983) και στη λογική μιας από τα κάτω προς τα πάνω καθολικής οργάνωσης<sup>5</sup>.

Προς τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα ξεπήδησε η ιδέα πως η ανάπτυξη των πόλεων, με έναν ανοργάνωτο και μη συνεκτικό τρόπο, δεν συμβάδιζε με την οργάνωση που απαιτείται για την κατασκευή μιας όμορφης πόλης, ούτε με την κοινωνική τάξη που είναι δίκαιη και αποτελεσματική. Εν ολίγης, όσοι ασχολήθηκαν με την πόλη, υπέθεσαν ότι η ανοργάνωτη δομή της, που προκύπτει από τη **bottom-up**<sup>6</sup> οργάνωσή της, πρέπει να κατευθυνθεί και να κατασκευαστεί με μια top-down λογική που θα ελέγχει το σχεδιασμό. Ο Arturo Soria y Mata, γνωστός για τη *Γραμμική Πόλη* (Ciudad Lineal, 1892, σελ. 12,24), υποστηρίζει πως η πόλη χρειάζεται τον αρχιτέκτονα, όπως το κτήριο, και κατ' επέκταση όπως το σύμπαν. Την ίδια εποχή που τα συγκεντρωτικά μοντέλα σε όλες τις επιστήμες, και κυρίως στη βιολογία, αρχίζουν να αντικαθίστανται από πλουσιότερες bottom-up προσεγγίσεις, στον αστικό σχεδιασμό εγκαθιδρύονται ως η επικρατέστερη μορφή σχεδιασμού και δημιουργίας δομών.

Μια τέτοια προσέγγιση απομακρύνει την Αρχιτεκτονική, τόσο από τις σύγχρονές της επιστήμες όσο και από μια διαδικασία εξέλιξης, που είναι απαραίτητη για τη συμβολή της στην καθημερινότητα. Για να καταφέρουμε

<sup>5</sup> Michael Batty & Stephen Marshall, The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, Springer, σελ. 19-22

<sup>6</sup> Όλοι οι μελετητές της Θεωρίας Πολυπλοκότητας χρησιμοποιούν τους δύο πολύ σημαντικούς όρους top-down & bottom-up με την έννοια της **δομής λήψης αποφάσεων**. Έτσι **top-down** (από πάνω προς τα κάτω) ορίζεται μια διαδικασία, όπου η κεντρική αρχή είναι μοναδική και καθορίζει τη γενική μορφή ή σχεδιαστική ροπή ολόκληρου του συστήματος, ενώ αντίθετα στη **bottom-up** (από κάτω προς τα πάνω) λογική, κάθε μονάδα λαμβάνει τις δικές της αποφάσεις και όλες μαζί λειτουργούν κάτω από ιεραρχημένες δομές για να παράξουν μια ευρύτερη δομή του συστήματος.

να δούμε τη «μεγαλύτερη εικόνα της πόλης», όπως αναφέρει ο Batty<sup>7</sup>, οφείλουμε να αναγνωρίσουμε μια επιστημολογική μετατόπιση, που έχει παρουσιαστεί σε κάθε είδους επιστήμη από τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα και έπειτα: την έννοια της **Πολυπλοκότητας**.

## 1.2. Η έννοια της Πολυπλοκότητας και Πολύπλοκα Συστήματα

Η **Πολυπλοκότητα** αναδύεται ως ένα μετα-Νευτώνειο παράδειγμα προσέγγισης –με μια ενοποιητική ματιά– ενός μεγάλου αριθμού φαινομένων που συμβαίνουν σε συστήματα συγκροτούμενα από αρκετές υπομονάδες, στο σταυροδρόμι των φυσικών, μηχανικών, περιβαλλοντικών, ζωτικών και ανθρωπίνων επιστημών. Για καιρό επικρατούσε η ιδέα ότι η αντίληψη τέτοιων συστημάτων ως πολύπλοκα, προκύπτει λόγω ελλιπούς πληροφορίας σε συνδυασμό με την παρουσία ενός μεγάλου αριθμού μεταβλητών και παραμέτρων που συγκάλυπταν μια υποδόρια κανονικότητα. Με την πάροδο των χρόνων πειραματικά στοιχεία και θεωρητικές ανακαλύψεις αμφισβήτησαν αυτή την οπτική και απέδειξαν, εν αντιθέσει, πως η Πολυπλοκότητα βρίσκεται βαθιά ριζωμένη στους θεμελιώδεις φυσικούς νόμους<sup>8</sup>. Αυτή η συνειδητοποίηση ανοίγει νέους δρόμους στη συστηματική μελέτη της Πολυπλοκότητας η οποία αποτελεί στον παρόντα χρόνο έναν υψηλά διεπιστημονικό και αναπτυσσόμενο κλάδο της Επιστήμης. Αντλεί έννοιες και εργαλεία από μη-γραμμικά δυναμικά συστήματα, τη στατιστική φυσική, τη θεωρία πιθανοτήτων και τη θεωρία πληροφορίας, αναλύσεις δεδομένων και ρευστά υπολογιστικά δυναμικά υπό την μορφή της αριθμητικής απεικόνισης (DNS).

Η πολυπλοκότητα ενός φυσικού συστήματος ή μιας δυναμικής διαδικασίας εκφράζει το βαθμό στον οποίο τα στοιχεία εμπλέκονται σε οργανωμένα δομημένες διαδράσεις. Υψηλή πολυπλοκότητα επιτυγχάνεται σε συστήματα που παρουσιάζουν μια μίξη τάξης και αταξίας (τυχαιότητας και κανονικότητας) και έχουν υψηλή ικανότητα να παράγουν αναδυόμενα φαινόμενα. Παρά τη σημαντικότητα και την πανταχού παρουσία της έννοιας της πολυπλοκότητας στη μοντέρνα Φυσική και κοινωνία, δεν υπάρχει ένας γενικός και ευρέως αποδεκτός ορισμός του όρου. Η έλλειψη ενός τρόπου μέτρησής της μπορεί να αντανakλά το πρώιμο στάδιο της αντίληψής μας

---

<sup>7</sup> Michael Batty, “The Size, Scale and Shape of Cities”, *Science* Vol. 319, Issue 5864, Φεβρουάριος 2008, σελ. 771

<sup>8</sup> Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε James Gleick, *Chaos: Making a New Science*, 1988, Penguin Books & *Exploring Complexity*, Gregoire Nicolis, Ilya Prigogine, *Exploring Complexity*, 1989, W.H. Freeman & Co καθώς και Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, W. H. Freeman and Company; 1st Edition 1983

για τα πολύπλοκα συστήματα που ακόμη υπολείπονται ενός καθολικού ενοποιητικού πλαισίου που να διατρέχει όλες τις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες<sup>9</sup>.

Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν **τρία στοιχεία**, τα οποία μπορούν να αναγνωριστούν σε κάθε πολύπλοκο σύστημα και ο βαθμός στον οποίο εμφανίζονται καθορίζουν και το βαθμό πολυπλοκότητας του συστήματος. Κάθε πολύπλοκο σύστημα εμφανίζει **δομικά στοιχεία**, μονάδες δηλαδή που δρουν αυτόνομα στο σύστημα και παρουσιάζουν τις δικές τους συμπεριφορές, δραστηριότητες και δυναμικές. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να αναλυθούν κάποιες φορές σε υπο-στοιχεία υποδηλώνοντας συστήματα που αναπτύσσουν ιεραρχίες σε πολλαπλά επίπεδα. Τα δομικά στοιχεία εμπλέκονται πάντα σε μια σειρά δυναμικών **διαδράσεων** μεταξύ τους που οδηγούν στη σύνδεση και το δεσμό τους στο φάσμα του χώρου και του χρόνου, σε ένα οργανωμένο σύνολο. Οι διαδράσεις αυτές μπορούν να είναι ισχυρές ή ασθενείς, αλλά όλες παίζουν σημαντικό ρόλο στην ύπαρξη και την εξέλιξη του συστήματος. Τέλος, η διάδραση των στοιχείων γεννά φαινόμενα, λειτουργίες και αποτελέσματα, που δεν δύναται να αποδώσουμε στις ιδιότητες των ελάχιστων στοιχείων. Αυτή η διαδικασία λέγεται **ανάδυση**, και παρέχει στο σύστημα -ως σύνολο πια- τις δικές του ξεχωριστές ιδιότητες<sup>10</sup>.

Αυτός ο νέος τρόπος σκέψης συνεπάγεται ότι **η συγκροτημένη συνεκτικότητα**, είναι ασταθής, υποκείμενη σε καταιγισμό αλλαγών του βιολογικού και κοινωνικού κόσμου. Σε αυτή την άποψη του κόσμου, η επιλογή είναι αν όχι η αποκλειστική, η πιο αξιοσημείωτη πηγή τάξης. Επιπλέον, αν οι οργανισμοί είναι *ad hoc* λύσεις σε σχεδιαστικά προβλήματα, **δεν μπορεί να υπάρξει βαθιά θεωρία τάξης, παρά μόνο η προσεκτική ανατομία της ανώτερης μηχανής τυχαιότητας** και της ανώτερης ιστορίας στην τυχαία εξέλιξη<sup>11</sup>.

Η Θεωρία Πολυπλοκότητας μας παρέχει την ικανότητα να κατανοήσουμε σε μεγαλύτερο βαθμό τις ανθρώπινες πόλεις και να εξάγουμε συμπεράσματα για πιθανή μελλοντική τους εξέλιξη. Χάρη στην έμφυτη γραμμικότητα και σταθερότητά τους, οι πιθανοτικές κατανομές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν αρκετά αξιόπιστες **προβλέψεις**, για τις μελλοντικές εξελίξεις των γεγονότων που λαμβάνουν χώρα σε ένα πολύπλοκο σύστημα. Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι οι προβλέψεις της **επανάληψης** δεδομένου τύπου καταστάσεων ή της **υπέρβασης ορίων**. Φυσικά, η πρόβλεψη δεν μπορεί να είναι απόλυτη διότι γίνεται περισσό-

<sup>9</sup>Olaf Sporns 2008, Scholarpedia, Complexity Systems, ανασύρθηκε 11 Φεβρουαρίου 2017 από: [http://www.scholarpedia.org/article/Complex\\_systems](http://www.scholarpedia.org/article/Complex_systems)

<sup>10</sup> James Meiss (2007), Scholarpedia, 2(2):1629, ανασύρθηκε 12 Φεβρουαρίου 2017 από: <http://www.scholarpedia.org/article/Complexity>

<sup>11</sup> Kauffman S., "The Sciences of Complexity and "Origins of Order", *In Press, Philosophy of Science*, Santa Fe Institute, 1991, σελ.3



τερο κατανοητή σαν ένα σύνολο σημείων που τείνουν προς μια περιοχή συγκέντρωσης, που σημαίνει ότι μια οικογένεια αποτελεσμάτων είναι πιθανότερη αλλά το τελικό αποτέλεσμα παραμένει άγνωστο –ακριβώς όπως στην πρόγνωση του καιρού ή της οικονομίας της αγοράς.

Η σύνδεση της έννοιας της Πολυπλοκότητας με την πόλη έγινε σχεδόν μισό αιώνα πριν από τη Αμερικανίδα J. Jacobs. Με την πάροδο των χρόνων και μετά από πολλές έρευνες, είμαστε σε θέση πλέον να κατανοήσουμε λίγο καλύτερα την πόλη, όπως την εννοεί, όμως για να εμβαθύνουμε στις αστικές αναλύσεις πρωτοπόρων, όπως ο C. Alexander, για να φτάσουμε ως τη σύνταξη χώρου του B. Hillier και τις εργαστηριακές προσομοιώσεις του M. Batty οφείλουμε να αναφέρουμε κάποια βασικά θεωρητικά εργαλεία, απαραίτητα στη Θεωρία Πολυπλοκότητας και τα πολύπλοκα συστήματα.

### 1.3. Γεωμετρία και Θεωρητικά "Εργαλεία"

Παραπάνω, έχουμε αναφέρει τη δυναμική μετατόπιση της σύγχρονης πόλης και τις προσπάθειες που γίνονται για την αντιμετώπισή της ως ένα δυναμικό σύστημα, αλλά χρειαζόμαστε έναν μαθηματικό ορισμό του δυναμικού συστήματος, από τον οποίο θα εξάγουμε την αναλογία που υφίσταται. Ένα **δυναμικό σύστημα** αποτελείται από μια αφαιρετική χωρική κατάσταση ή **αρχική φάση**, της οποίας οι συντεταγμένες περιγράφουν την κατάσταση σε κάθε στιγμή, και από έναν **δυναμικό κανόνα** που καθορίζει το άμεσο μέλλον όλων των μεταβλητών φάσης, έχοντας σαν δεδομένο μόνο τις αρχικές τιμές αυτών των μεταβλητών. Το πιο απλό παράδειγμα δυναμικού συστήματος είναι το εκκρεμές, με μεταβλητές τη γωνία και τη γωνιακή ταχύτητα και ο εξελικτικός κανόνας που τις συνδέει είναι ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα  $F = m \cdot a$ <sup>12</sup>. Από μια αρχική φάση ξεκινούν και οι πόλεις, από έναν «σπόρο», όπως αναφέρει και ο M. Batty<sup>13</sup> και συν-αρτήσεις που συσχετίζονται με το χρόνο, καθορίζουν την εξέλιξη τους.

Μαθηματικά, Γεωμετρία και Αρχιτεκτονική φαίνεται να συμβαδίζουν και να εξελίσσονται ταυτόχρονα καθ' όλη τη πορεία της ανθρώπινης ιστορίας. Στον 20<sup>ο</sup> αιώνα όπου οι εξελίξεις σε κάθε επιστήμη αναπτύσσονται ραγδαία, η Αρχιτεκτονική φαίνεται να παύει να χρησιμοποιεί πολύτιμα εργαλεία που της παρέχουν τα σύγχρονα της Μαθηματικά. Οι περισσότεροι αρχιτέκτονες γνωρίζουν για την ιστορική εφαρμογή αρχαίων μαθηματικών όπως οι αναλογίες όμως δεν είναι αυτού του είδους τα μαθηματικά που στην πραγματικότητα καθορίζουν τη **γενική αρχιτεκτονική μορφή**. Είναι

<sup>12</sup> James Meiss (2007), Scholarpedia, 2(2):1629, ανασύρθηκε 12 Φεβρ 2017

<sup>13</sup> Michael Batty, *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT Press, σελ.87

περισσότερο τα προσφάτως ανεπτυγμένα μαθηματικά των **fractals**, της θεωρίας πληροφοριών και της πολυπλοκότητας<sup>14</sup>.

Πρέπει να δοθεί μια σύντομη αλλά πειστική ιδέα της γεωμετρίας fractal και της σχετικότητάς της με τις πόλεις. Τα fractals, όρος που επινοήθηκε από το δημιουργό τους Benoit Mandelbrot (1983), είναι αντικείμενα κάθε είδους των οποίων η χωρική μορφή δεν είναι πουθενά ομαλή, κι έτσι ορίζεται σαν ακανόνιστη, και της οποίας η ανωμαλία επαναλαμβάνεται γεωμετρικά σε όλες τις κλίμακες. Εν συντομία, η ανωμαλία της μορφής είναι όμοια από κλίμακα σε κλίμακα, και το αντικείμενο λέγεται ότι έχει την ιδιότητα της **αυτό-ομοιότητας** ή **ανεξαρτησίας-κλίμακας**. Όταν αναφερόμαστε σε ένα αντικείμενο ως ακανόνιστο, δεν εννοούμε ότι είναι άτακτο ή χαοτικό, αλλά ότι δεν είναι ομαλό με την έννοια που η Ευκλείδεια γεωμετρία αρθρώνει τον κόσμο<sup>15</sup>.

Ο Mandelbrot ασχολήθηκε αρχικά με την μορφή και τη μέτρηση της απόστασης στο όριο, όπου μπορεί να μην είναι καν ορατό. Στην πρώτη του έρευνα: «Πόσο είναι το μήκος των ακτών της Βρετανίας;»<sup>16</sup> έκανε την πρώτη του μελέτη για τα fractals, χωρίς να εισάγει ακόμη τον όρο. Εκεί μπαίνουν και οι πρώτες ιδέες της **διάστασης fractal**, με την έννοια ότι οι ακτές είναι στην ουσία μια γραμμή που υπερβαίνει την πρώτη διάσταση, αλλά δεν καλύπτει και πλήρως ένα δοσμένο χώρο. Επομένως βρίσκεται σε μια διάσταση μεταξύ του 1 και 2. Η κλίμακα fractal με διαφορετική έννοια θα μας απασχολήσει ιδιαίτερα σε παρακάτω κεφάλαια, για τον τρόπο εξάπλωσης της πόλης. Αρκετοί ορισμοί υπάρχουν για τη διάσταση fractal, όμως οι καθαρά φορμαλιστικοί δεν θα μας απασχολήσουν, όπως δεν θα μας απασχολήσει και η αυστηρώς μαθηματική διερεύνησή τους<sup>17</sup>.

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι διάστασης fractal (Falconer, 1990; Takayasu, 1990). Αυτός που εφαρμόζεται συνήθως αναφέρεται ως «διάσταση ομοιότητας» και ορίζεται μόνο για αυστηρά αυτό-όμοια αντικείμενα. Με αυτόν τον τρόπο θα χρησιμοποιήσουμε την έννοια της διάστασης fractal με τη γενική της ιδέα και θα ορίσουμε τέτοιες διαστάσεις σε μια πληθώρα πλαισίων. Καθώς ο σκοπός μας είναι οι εφαρμογές τους, είναι επαρκές να σκεφτούμε αυτές τις διαστάσεις ως μέτρηση του βαθμού που πληρείται ο χώρος. Στην ερευνητική εργασία αυτή θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με διαστάσεις fractal που κυμαίνονται μεταξύ 1 και 2. Οι μελέτες που θα παρουσιαστούν αναλύουν τη χωρική δομή των πόλεων που αναπτύσσεται στο επίπεδο. Παρόλο που υπάρχουν αρκετές σπουδές στην α-

<sup>14</sup> Salinger N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν, σελ. 53

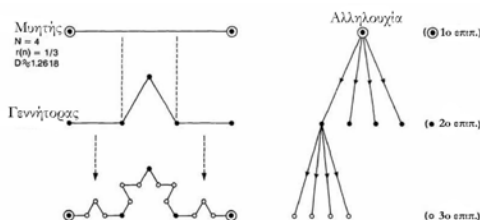
<sup>15</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.3

<sup>16</sup> Για πληροφορίες, βλέπε τη διδακτορική διατριβή του B. Mandelbrot : *How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension*, 1967

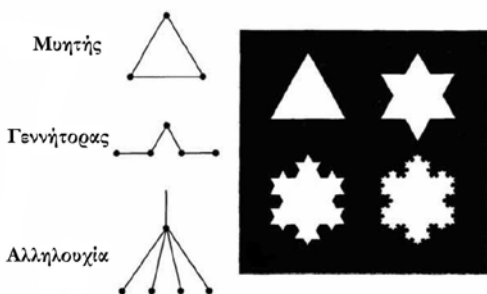
<sup>17</sup> Για μια πιο εκτενή ανάλυση βλέπε: Benoit Mandelbrot, 1983, *The Fractal Geometry of Nature* & Batty and Longley, *Fractal Cities*, 1992

στική δομή που εντείνουν την τρισδιάστατη μορφή τους, θα ασχοληθούμε κυρίως με το πώς εκφράζονται οι πόλεις στους δυοδιάστατους χάρτες τους<sup>18</sup>.

Για να κατασκευάσουμε τα απλούστερα fractals, ακολουθούμε τον Mandelbrot (1983) ξεκινώντας με ένα γεωμετρικό αντικείμενο το οποίο καλούμε **μυητή** (**initiator**). Σε αυτόν εφαρμόζουμε ένα μοτίβο το οποίο επαναλαμβάνει τον εαυτό του σε κάθε κλίμακα, το οποίο καλούμε **γεννήτορα** (**generator**). Κατασκευάζουμε το fractal εφαρμόζοντας το γεννήτορα στον μυητή, αντλώντας ένα γεωμετρικό αντικείμενο που μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από πληθώρα μυητών στο επόμενο επίπεδο ιεραρχίας ή στη μικρότερη κλίμακα. Εφαρμόζοντας το γεννήτορα ξανά σε αυτή τη νέα κλίμακα καταλήγουμε σε ένα πιο περίτεχνο αποτέλεσμα της γεωμετρίας του αντικειμένου σε μια ακόμα μικρότερη κλίμακα, και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται επ' αόριστον προς το όριο. Επί του πρακτέου, η επανάληψη ή αναδρομή σταματά σε ένα επίπεδο, κάτω από το οποίο, τα υπό κλίμακα αντίγραφα του αντικειμένου δεν είναι ορατά με όρους κλίμακας, στην οποία το fractal εμφανίζεται. Στην ουσία, το πραγματικό fractal υπάρχει μόνο στο **όριο** και έτσι αυτό που βλέπουμε είναι μόνο μια προσέγγισή του<sup>19</sup>.



**Σχήμα 1.1** Η πιο απλή κατασκευή ενός ντετερμινιστικού φράκταλ, είναι αυτή της καμπύλης Koch. Ο γεννήτορας κάθε φορά εφαρμόζεται σε κάθε ένα ευθύγραμμο τμήμα του σχήματος.



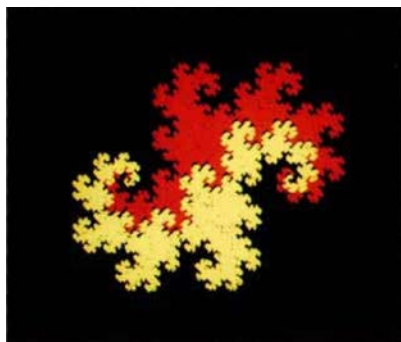
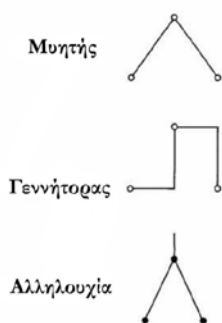
**Σχήμα 1.2** Για την χιονο-νιφάδα Koch, ο μυητής είναι ένα ισόπλευρο τρίγωνο. Ο γεννήτορας είναι ο ίδιος με παραπάνω, αλλά το αποτέλεσμα διαφέρει

<sup>18</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.65

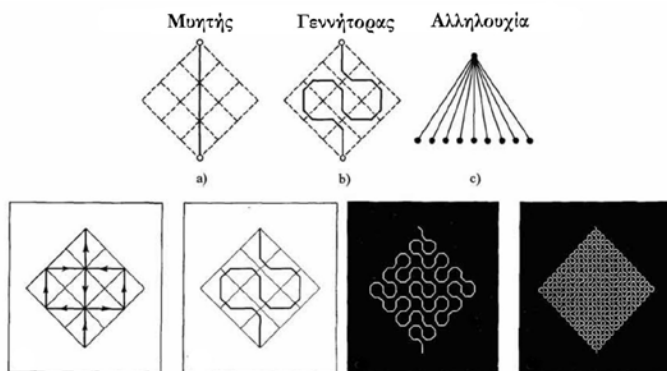
<sup>19</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.62

Στο σχήμα (1.1) βλέπουμε την παραγωγή από τη μονοδιάστατη γραμμή, της καμπύλης Koch, και στο σχήμα (1.2) την παραγωγή της νιφάδας Koch. Παρατηρούμε τη διαφορετική διάστασή fractal που παρουσιάζουν, καλύπτοντας διαφορετικά τον ευκλείδειο χώρο. Στο σχήμα (1.3), βλέπουμε επίσης ένα ντετερμινιστικό fractal, την καμπύλη των διδύμων δράκων (twin dragon curve) και στο (1.4), ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα fractal κατασκευασμένου στον υπολογιστή, την καμπύλη Peano. Στα (III) και (IV) βλέπουμε άλλο ένα στοιχείο που παρουσιάζουν τα fractal, την **λειβικότητα** (lacunarity), δηλαδή το βαθμό «κοιλιάδων» ή κενών που σχηματίζουν, η οποία είναι απαραίτητη για τον καθορισμό της μορφής τους.

Οι πόλεις παρουσιάζουν με διαφορετικό τρόπο φρακταλική δομή με την έννοια ότι οι λειτουργίες τους είναι αυτό-όμοιες σε πολλές τάξεις κλιμάκων. Η ιδέα γειτονιών, διαμερισμάτων και τομέων μέσα στις πόλεις, η ύπαρξη διαφορετικών τάξεων στο δίκτυο μεταφορών, και η διάρθρωση των πόλεων γύρω από κεντρική ιεραρχία που αντικατοπτρίζει την οικονομική εξάρτηση του τοπικού από το παγκόσμιο και αντίστροφα, όλα παρέχουν παραδείγματα φρακταλικής δομής που αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο



**Σχήμα 1.3**  
Καμπύλη των  
δυδύμων  
δράκων (Twin  
Dragon Curve).  
Δύο όμοια  
fractal που  
συσχετίζονται



**Σχήμα 1.4**  
Καμπύλη Peano.  
Η λειβικότητα  
μικραίνει όσο το  
fractal μεταβαίνει  
σε κλίμακα

της αστικής γεωγραφίας και της χωρικής οικονομίας<sup>20</sup>. (Batty & Longley, 1994, p.4).

Τα fractals δεν περιορίζονται σε γεωμετρικά μοτίβα, αλλά μπορούν επίσης να περιγράψουν διαδικασίες μέσα στο χρόνο<sup>21</sup>. Φυσικά, η έννοια του μυητή και του γεννήτορα για μια τέτοια διαδικασία οφείλουν να αλλάξουν, αφού ο στόχος δεν είναι απλά παραγωγή μιας εικόνας. Για κάτι τέτοιο, είναι απαραίτητες θεωρίες δανεισμένες από άλλα πεδία με τις πιο σημαντικές να είναι η **Θεωρία του χάους** και η συλλογή στοιχείων από το πεδίο της **Θεωρίας πληροφοριών**.

Οι αρχιτέκτονες έχουν δανειστεί το μαθηματικό όρο , **χάος**, για να ορίσουν την **αποδόμηση** (ντεκονστρουκτιβισμός), αλλά εδώ, το χάος σημαίνει κάτι τελείως διαφορετικό όπως ας πούμε η τυχαιότητα<sup>22</sup>. **Μαθηματικό χάος**<sup>23</sup> είναι η μελέτη κρυφών μοτίβων του συστήματος που μόνο φαινομενικώς είναι χαοτικά<sup>24</sup>. Ο ορισμός του ντετερμινιστικού χάους ή χάους, όπως διατυπώθηκε από τον Edward Lorenz είναι ο εξής:

*Χάος: Όταν το παρόν καθορίζει το μέλλον, αλλά το εγγύς παρόν δεν καθορίζει με εγγύτητα το μέλλον.*<sup>25</sup>

Επειδή η σχέση αλλαγής μια κατάστασης χαοτικού συστήματος με το χρόνο είναι εκθετική συνάρτηση, οι προβλέψεις με νόημα σταματούν πέρα από ένα συγκεκριμένο χρονικό όριο. Όταν προβλέψεις με νόημα δεν μπορούν να γίνουν, τότε το σύστημα εμφανίζεται να είναι τυχαίο. Έτσι και οι άνθρωποι παράγοντες αλλάζουν συνεχώς την πόλη, ενσωματώνοντας καινούρια πληροφορία, κάνοντας τα αστικά συστήματα να φαντάζουν τυχαία. **Χαοτικά μοντέλα** χρησιμοποιούνται -συμπληρωματικά άλλων εφαρμογών- για να αποδώσουν σε ένα σύστημα το τυχαίο «σφάλμα», που εκφράζει η ανθρώπινη επιλογή, σε όλες τις κλίμακες. Σημαντικό στοιχείο για την παραμετροποίηση χαοτικών μοντέλων και την προσωμοίωσή τους με τα ανθρώπινα συστήματα είναι οι **στοχαστικοί περιπάτοι**, που

<sup>20</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.62.

<sup>21</sup> Gouyet, Jean-François (1996). *Physics and fractal structures*. Paris/New York: Masson Springer

<sup>22</sup> Salingaros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ. 112

<sup>23</sup> Η **Θεωρία του χάους** είναι ένας τομέας μελέτης στα μαθηματικά η οποία εξετάζει τη συμπεριφορά δυναμικών συστημάτων που είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στις αρχικές καταστάσεις – μια θέση η οποία συνήθως αναφέρεται ως «το φαινόμενο της πεταλούδας». Μικρές διαφοροποιήσεις στην αρχική κατάσταση (όπως για παράδειγμα το σφάλμα στρογγυλοποίησης στους αριθμητικούς υπολογισμούς) επιφέρουν ευρέως αποκλίνοντα αποτελέσματα σε τέτοια δυναμικά συστήματα, κάνοντας, ως επί το πλείστον αδύνατες τις μακρινές προβλέψεις

<sup>24</sup> Salingaros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν, σελ. 130

<sup>25</sup> Edward Lorenz, Deterministic Nonperiodic Flow, *Journal of the Atmospheric Sciences* vol.20, 1963, σελ. 141

εφαρμόζονται όταν τα συστήματα ξεπερνούν τη ντετερμινιστική διάσταση του υπολογιστή. Δεν θα μας απασχολήσουν αυτοί καθαυτοί, είναι όμως ένα σημαντικό εργαλείο αφού χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της εντροπίας<sup>26</sup> κατά την προσέγγιση της θεωρίας πληροφοριών καθώς και για τις διαδράσεις των κυτταρικών αυτομάτων που θα δούμε παρακάτω.

Στοχαστικός περίπατος είναι ένα μαθηματικό αντικείμενο που περιγράφει τη διαδρομή η οποία αποτελείται από **διαδοχικά τυχαία βήματα**. Για παράδειγμα, η διαδρομή που ακολουθείται από ένα μόριο καθώς αυτό διασχίζει ένα υγρό ή ένα αέριο, το μονοπάτι ενός ζώου καθώς ψάχνει για τροφή, η συμπεριφορά υπερχορδών, η τιμή μιας ασταθούς μετοχής και η οικονομική κατάσταση ενός χαρτοπαίκτη μπορούν όλα να προσεγγιστούν από μοντέλα στοχαστικών περιπάτων, τα οποία δεν είναι τελείως τυχαία στην πραγματικότητα. Συγκεκριμένες περιπτώσεις ή όρια στοχαστικών περιπάτων περιλαμβάνουν την πτήση Lévy και μοντέλα διάχυσης όπως η κίνηση Brown<sup>27</sup>. Η γεωμετρία fractal, μπορεί, μέσω των τυχαίων περιπάτων (Markov chains, Brownian motion) και των σωστών παραμέτρων για τον γεννήτορα και το μυητή του συστήματος, να αποδώσουν πληροφορίες και διαγράμματα πολύ κοντά στην πραγματικότητα για κάθε πόλη.

Τα παραπάνω εργαλεία, και η σύντομη ανάπτυξή τους είναι αρκετά για την κατανόηση των εννοιών που αναπτύσσονται από τους μελετητές των κεφαλαίων 2,3 και 4. Σε αυτό το υποκεφάλαιο δεν παρέχουμε καμία μαθηματική διατύπωση των ορισμών για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον, η ανάπτυξη και η ολοκληρωμένη διατύπωσή τους ξεπερνά τα όρια της παρούσας ερευνητικής εργασίας καθώς χρειάζεται διεξοδική μελέτη πάνω στις συναρτήσεις και τις σχέσεις που αναπτύσσονται επαγωγικά. Δεύτερον, η αστική ανάπτυξη και θεωρία δεν συσχετίζεται με τα μαθηματικά κάθε-αυτά, αλλά μάλλον με τα έτοιμα αντικείμενα που αυτά παράγουν. Φυσικά, η γνώση σε βάθος του μαθηματικού λογισμού βοηθά όχι μόνο στην καλύτερη κατανόησή της αστικής δομής –υπό το πρίσμα της πολυπλοκότητας– αλλά και στην ανάπτυξη νέων μοτίβων και αντικειμένων για έρευνα.

<sup>26</sup> Η εντροπία χρησιμοποιείται από μια πληθώρα επιστημών και στην Αρχιτεκτονική έχει φτάσει να συμπεριλαμβάνει αρκετές έννοιες, όπως την τυχαιότητα. Στη θεωρία πληροφοριών όμως βρίσκεται μια σχέση της εντροπίας με τα πολύπλοκα συστήματα, όπου κάνει δυνατή την μέτρηση τάξης και αταξίας στα στοιχεία ενός συνόλου.

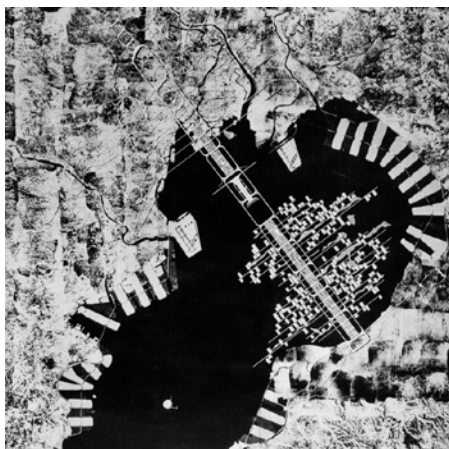
<sup>27</sup> Wikipedia, τελευταία τροποποίηση άρθρου 23 Σεπτ 2016, Random walk, ανασύρθηκε 28 Σεπτ 2016 από [https://en.wikipedia.org/wiki/Random\\_walk](https://en.wikipedia.org/wiki/Random_walk)

## 1.4. Θεωρητικό υπόβαθρο των μελετητών αστικού σχεδιασμού.

Ως εδώ, έχουμε αναπτύξει τη Θεωρία της Πολυπλοκότητας χωρίς να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στο πως αυτή συνδέεται με τον αστικό σχεδιασμό και από ποιους έχουν γίνει σημαντικά βήματα για αυτή τη σύνδεση. Οι μελετητές είναι πολλοί και οι έρευνές τους πολυάριθμες· για να δομηθεί όμως καλύτερα τόσο η σκέψη όσο και η ροή της εργασίας, έχουμε χωρίσει τις προσεγγίσεις των τελευταίων χρόνων σε τρεις γενικές «Σχολές», με κάποιους βασικούς εκπροσώπους για την καθεμία· ανθρώπων που έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στη μελέτη του αστικού σχεδιασμού, υπό το πρίσμα της νέας Θεωρίας. Φυσικά, αυτός ο διαχωρισμός γίνεται χάριν κατανόησης, αφού ο χρόνος δράσης όλων είναι ταυτόχρονος και το πεδίο μελέτης κοινό. Όμως, μπορούμε να πούμε πως ήταν ο **C. Alexander**, αυτός που πρώτος ονομάτισε τις πόλεις πολύπλοκες και έκανε τις πρώτες εμπειριστατωμένες νύξεις στην **πολύπλοκη δομή** τους (*A City is not a Tree*, 1967). Οι **Batty**, **Xie** και **Longley** αναγνώρισαν τους αστικούς σχηματισμούς σαν δομές fractal -ως προς την **ιεραρχία** και τη **μικροδομή** τους- και ο **Hillier** μελέτησε διεξοδικά τις **σχέσεις** και **κινήσεις** στον αστικό ιστό. Και οι τρεις «Σχολές» προσεγγίζουν το ίδιο θέμα με διαφορετικό τρόπο (ανάλογα με την εξέλιξη, τη μελέτη και τα μέσα που είναι διαθέσιμα κάθε στιγμή) καταδεικνύοντας τις σχέσεις και δυνάμεις που ελέγχουν την ανάπτυξη των πόλεων.



(α)



(β)

**Σχήμα 1.5** Αριστερά (α) φαίνεται η πολυπλοκότητα της Νέας Υόρκης. Παρόλη την κανονικότητα του καννάβου της, υπάρχουν πολλά μέρη που ενώνονται για να δημιουργήσουν την πλήρη εικόνα της πόλης. Δεξιά (β), φαίνεται πρόταση για το Τόκιο από τον Kenzo Tange (1967). Απόλυτος διαχωρισμός στο λιμάνι φαίνει μια «κανονικότητα» που δε συνάδει με το υπάρχον σύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, ο C. Alexander, στο εισαγωγικό κείμενο της επανέκδοσης του διδακτορικού του, “Notes in the Synthesis of Form”<sup>28</sup> αναγνωρίζει ως πιο σημαντική ανακάλυψη, την εύρεση κάποιων διαγραμμαμάτων στην αρχιτεκτονική, αυτά που μερικά χρόνια αργότερα, θα καλέσει μοτίβα, στο περίφημο “A Pattern Language”. Φαίνεται να τον απασχολεί το θέμα των πόλεων, ως προς τη συνεκτική τους δομή γι’ αυτό κάνει και το διαχωρισμό σε **φυσικές** και **τεχνητές πόλεις**. Παρ’ όλο που όλες οι πόλεις είναι ανθρώπινα κατασκευάσματα, ο Alexander, θέτει τις φυσικές πόλεις ως να έχουν δημιουργηθεί αυθόρμητα κατά την πάροδο των χρόνων (χωρίς αλλοίωση της έννοιας μπορούμε να τις ονομάσουμε και οργανικές), ενώ τεχνητές όσες δημιουργήθηκαν επιτηδευμένα από αρχιτέκτονες και σχεδιαστές. Οι τελευταίες, φαίνεται να παρουσιάζουν εξαιρετικά χαμηλό βαθμό πλουραλισμού στα μοτίβα και τις συνδέσεις τους<sup>29</sup>. Στο σχήμα (1.5α) και (1.5β), βλέπουμε μια «φυσική» και μια «οργανική» πόλη και την ένταση της πολυπλοκότητας που παρουσιάζει η πρώτη σε σχέση με τη δεύτερη - έστω και σε επίπεδο εικόνας.

Τα μοτίβα θα απασχολήσουν αρκετά τον Alexander μέχρι και στις πιο πρόσφατες μελέτες του, ενώ ο συνεργάτης του N. Salingaros θα κάνει τη σύνδεση αυτών των πόλεων με τα fractal, όχι μόνο στο επίπεδο της γεωμετρίας αλλά ακόμη και της σκέψης: «Ο κίνδυνος υιοθετώντας μια υπερβολικά απλουστευτική αντίληψη του κόσμου είναι ότι, όταν συνδυάζεται με μισαλλοδοξία, χρησιμοποιείται για να δικαιολογήσει την καταστροφή. Μια εσωστρέφεια και μια αδιάστακτη σύγκριση με απίθανα αμάλαγα ιδεατά αποτρέπουν τον **πλουραλισμό** και την εξέλιξη νέων πλοκών»<sup>30</sup>. Ο τελευταίος προτείνει επίσης και τρόπους “peer to peer”<sup>31</sup> σχεδιασμού, επηρεασμένος από τη θεωρία των υπολογιστών, σε μια μορφή ανάπτυξης κώδικα «ελεύθερου λογισμικού».

Ο B. Hillier και οι συνεργάτες του, θέτοντας ερωτήματα **μέτρησης** της πολυπλοκότητας ενός συστήματος, ασχολούνται με τον ορισμό του καθορισμένου και του τυχαίου στην πόλη, και χρησιμοποιούν τον όρο **εντροπία**, για να το περιγράψουν. Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την εντροπία, εδώ όμως χρησιμοποιούνται δύο: α)ο βαθμός τάξης και ιεραρχίας στον οποίο βρίσκονται τα στοιχεία του συστήματος και β)η εντροπία κατά Shannon,

<sup>28</sup> Cristopher Alexander, *Notes of the Synthesis of Form*, Cambridge 1964, Harvard University Press, preface της νέας έκδοσης από τον ίδιο

<sup>29</sup> C. Alexander, *A City is not a Tree*, 1967, σελ.1

<sup>30</sup> Salingaros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν, p. 185

<sup>31</sup> Ένα δίκτυο υπολογιστών **peer-to-peer** (ή **P2P**) είναι ένα δίκτυο που επιτρέπει σε δύο ή περισσότερους υπολογιστές να μοιράζονται τους πόρους τους ισοδύναμα. Το δίκτυο αυτό χρησιμοποιεί την επεξεργαστική ισχύ, τον αποθηκευτικό χώρο και το εύρος ζώνης (bandwidth) των κόμβων. Όλοι οι κόμβοι του δικτύου έχουν ίσα δικαιώματα. Πληροφορίες που βρίσκονται στον ένα κόμβο, ανάλογα με τα δικαιώματα που καθορίζονται, μπορούν να διαβαστούν από όλους τους άλλους και αντίστροφα. Μια τέτοια πρόταση «ισότητας» θέτει ο Salingaros, στον τρόπο αστικού σχεδιασμού.



στοιχείο της θεωρίας πληροφοριών, όπου από μια πληθώρα πιθανών αποτελεσμάτων, η τελική επιλογή καθορίζεται από μια συναρτησιακή καμπύλη μεταξύ αυτών. Με την δεύτερη έννοια, δεν θα ασχοληθούμε ενεργά στο τρίτο κεφάλαιο, όμως πολλά αποτελέσματα του τετάρτου κεφαλαίου έχουν εξαχθεί κυρίως από σχέσεις της εντροπίας Shannon.

Ο Hillier συντάσσει το χωρικό συντακτικό υπό την θεωρία της άμεσης συσχέτισης και αλληλοεπιρροής του χωρικού και του κοινωνικού συστήματος στον αστικό ιστό και μέσω των εργαλείων του μελετά τη συσχέτιση αυτή. Ανακαλύπτει πως αποτυπώνονται οι ποιότητες της πόλης σε χάρτες και ποσοτικά δεδομένα και μέσω της έρευνάς του σε διάφορες πόλεις ισχυρίζεται την ύπαρξη μιας κοινής δομής μέσα σε όλα τα αστικά συστήματα και ονομάζει τη θεωρία αυτή **γενική ή καθολική πόλη**.<sup>32</sup>

Τέλος, ο M. Batty, μαζί με ερευνητές της ίδιας προσέγγισης υποστηρίζει ότι η αρχική οπτική πως οι πόλεις μπορούν να κατανοηθούν και να μοντελοποιηθούν σαν **γενικά συστήματα top-down**, εστιάζοντας στην αναπαράσταση του συστήματος σε ισορροπία, έχει **μετακινηθεί** δραματικά και παρατηρούνται τα συστήματα ως να είναι μονίμως σε μια **κατάσταση εκτός ισορροπίας** όπου η δυναμική οδηγείται από τα κάτω προς τα πάνω (bottom up)<sup>33</sup>.

Για να μελετηθούν bottom-up οι πόλεις χρησιμοποιεί κυτταρικά αυτόματα και υπολογιστικά παράγωγα αυτών. Ένα **αυτόματο** συνήθως ορίζεται σαν μια μηχανή πεπερασμένης φάσεως που οδηγείται από εισαγωγές-δεδομένα τα οποία αλλάζουν τις φάσεις της μηχανής -τα αποτελέσματα- σε διάφορες τιμές. Τα αποτελέσματα από τη μηχανή μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν δεδομένα για να οδηγήσουν την διαδικασία **αλλαγής φάσεως μέσα στο χρόνο** και αυτή η παραγωγική διαδικασία μπορεί να συντονιστεί για να επαναλαμβάνει τα είδη των μοτίβων που έχουμε αναφέρει<sup>34</sup>. Θα γίνει εκτενέστερη ανάπτυξη του θέματος των αυτομάτων και της μετεξέλιξής τους από τον Batty, καθώς και επιμελή παραδείγματα που διευκολύνουν την αντιστοιχία των συστημάτων αυτόματων με τα αστικά συστήματα.

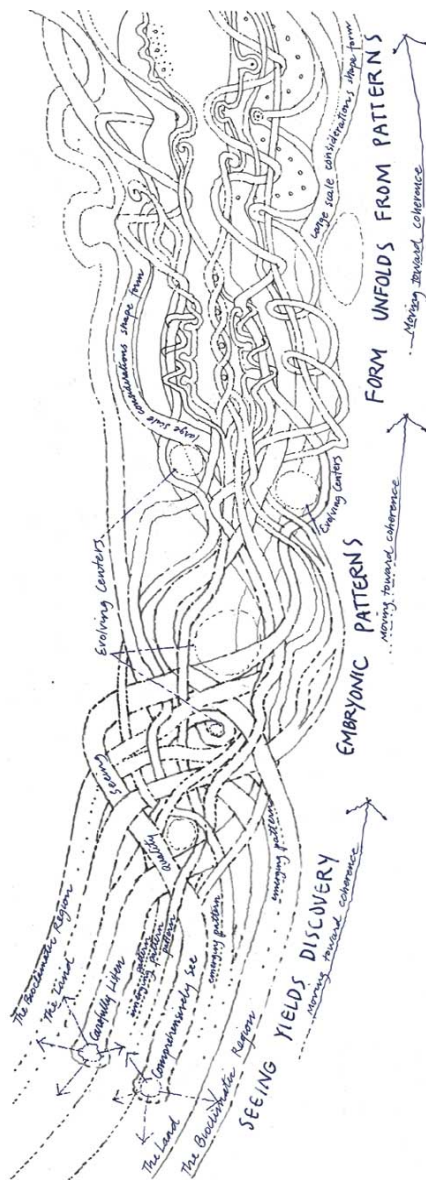
Έχοντας παρουσιάσει τη θεωρητική προσέγγιση όχι μόνο της θεωρίας πολυπλοκότητας αλλά και των θεωρητικών αρχών που διέπουν τις μελέτες των αστικών αναλυτών που θα μελετήσουμε, η ερευνητική εργασία μεταβαίνει σε μια επι μέρους ανάλυση των ξεχωριστών στοιχείων που ολοκληρώνουν, βάσει διάφορων θεωριών, την πολυπλοκότητα της πόλης.

<sup>32</sup> Για περισσότερες πληροφορίες στη θεωρία της γενικής πόλης: Hillier B., 2012, *The Genetic Code for Cities: is it simpler than we think* των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Springer Verlag

<sup>33</sup> Michael Batty & Stephen Marshall, *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, Springer, σελ 22

<sup>34</sup> M.Batty, "Generating Cities from the bottom-up", *Cluster*, Σεπτέμβριος 2008, σελ.10

Για να γίνει αντιληπτός ο αστικός ιστός σε αυτό το πολυσύνθετο συγκείμενο, η ολοκλήρωση της σκέψης γίνεται στο τελικό κεφάλαιο των συμπερασμάτων, όπου μέρη που φαίνονται ασύνδετα από το ένα κεφάλαιο στο άλλο «δένονται», ώστε να απαντήσουν στο ερώτημα της παρούσας εργασίας.



**Σχήμα 2.1:** απεικόνιση τμήματος του μηχανισμού της Ολότητας, από το το Urban Lab του γραφείου The Kubala Washatko Architects, που βασίζει την ανάπτυξη των μελετών του στην θεωρία των Alexander, Goethe, Louis Sullivan, Aldo Leopold, κ.ά.

## ΖΩΝΤΑ “ΦΥΣΙΚΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

### Επιτομή

Η χρήση της λέξης *ζωή* για τον Alexander εστιάζει από πολλές απόψεις στα χαρακτηριστικά της εξέλιξης και της ανάπτυξης αλλά και στα χαρακτηριστικά της φροντίδας, της αλληλεξάρτησης και της ευαισθησίας. Στα βιβλία I και II, της σειράς του “the Nature of Order”<sup>1</sup>, ο Alexander αγνωρίζει τα “**μοτίβα**”<sup>2</sup> σαν ένα θεμελιώδες χαρακτηριστικό της ζωής. Ανάπτυσσε αυτό το θέμα σαν ένα μέσο ορισμού της ύπαρξης της ζωής σε μια δομή αλλά και σαν μέσο διαμόρφωσης αυτού που αποκαλεί *ζούσες δομές* -σε μορφές δομημένες από μοτίβα. Όπως εξηγεί, “οι ζούσες δομές είναι το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας που παράλληλα τις συντηρεί όσο τις εξελίσσει”.<sup>3</sup> Η ολότητα - wholeness - και οι ζούσες δομές είναι έννοιες που συνέλαβε και ανέπτυξε ο Christopher Alexander. Είναι αυτό που υπάρχει στον ένα ή τον άλλο βαθμό στο χώρο και την ύλη, και μπορεί να περιγραφεί με ακριβή μαθηματικά, όπως και έχει κάνει ο Nikos Salingaros μέσω ενός μοντέλου πολυπλοκότητας.<sup>3</sup> Οι δύο ερευνητές μοιράζονται κοινές απόψεις τόσο όσον αφορά στην “φύση” των δομών, στην πολυπλοκότητα των αστικών ιστών και στην αποτυχία των παρεμβάσεων του μοντέρνου κινήματος στα παραπάνω, τον περασμένο αιώνα.<sup>4</sup> Η θεωρητική τους προσέγγιση για τα ζητήματα της αρχιτεκτονικής και της πολεοδομίας κατακλύζεται από λογικές και λεξιλόγιο δανεισμένο από τα Υπολογιστικά Συστήματα, τα Μαθηματικά, την Φυσική και την Φιλοσοφία. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται μια προσπάθεια αναφοράς των βασικών σημείων της θεωρίας αυτής, όπως η δομή της ζωής της πόλης, τα μέρη που την αποτελούν, οι συνδέσεις τους, η ταξινόμησή τους σε υποομάδες και κλίμακες και οι ιδιότητες που τα χαρακτηρίζουν.

<sup>1</sup> Alexander C., 2002, *The Nature of Order: an Essay on the Art of Building and the Nature of the Universe*, Βιβλία I και II, Center for Environmental Structure, Μπέρκλεϋ”, Καλιφόρνια

<sup>2</sup> Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M., 1977, *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, Οξφόρδη

<sup>3</sup> Jiang B., “A Complex-Network Perspective on Alexander’s Wholeness”, Faculty of Engineering and Sustainable Development, University of Gavle, Gavle, Ιούλιος 2016, σελ. 4 και 2 αντίστοιχα

<sup>4</sup> Ο Salingaros συμμετείχε και στην έκδοση της Νέας Χάρτας των Αθηνών για την Πολεοδομία: <http://www.ectp-ceu.eu/images/stories/download/charter2003.pdf>

## 2.1. Μηχανισμοί της Τάξης

Στην ανάλυση του για την **Τάξη<sup>5</sup> -Order-** ο Alexander καταλήγει στην αντίληψη, βασισμένος κυρίως στην διαδικασία, ότι η διάταξη των πραγμάτων βασίζεται στην άφιξή τους σε θέσεις επηρεαζόμενες από δυνάμεις που καθοδηγούν την κίνηση και την εξέλιξή τους.<sup>6</sup> Οι **τάσεις**, δηλαδή οι δυνάμεις αυτές, προκύπτουν από τη **σχετική θέση** στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο. Συνεχώς επηρεαζόμενη από αυτές τις τάσεις, προκύπτει η τάξη, η οποία συντηρείται μέσα στο χρόνο και το χώρο, όπως και μέσω της αλλαγής ενώ τα στοιχεία συστηματικά (συν-)μορφώνονται σε συστατικά ενός (συν-)όλου.<sup>7</sup> Οι θέσεις και οι δυναμικές των στοιχείων είναι οι ίδιες που οδηγούν τόσο στην λειτουργία των συστημάτων, όπως η πόλη, όσο και στην εξέλιξη τους σαν σύνολο.

Στον ορισμό του, ένα **σύνολο** είναι μια συλλογή από στοιχεία τα οποία για κάποιο λόγο σκεφτόμαστε ως να ανήκουν μαζί. Από τη στιγμή που, ως σχεδιαστές, ενδιαφερόμαστε για τη “φυσική, ζωντανή” πόλη και τη φυσική της σπονδυλική στήλη, πρέπει προφανώς να περιοριστούμε στη θεώρηση συνόλων που είναι συλλογή υλικών στοιχείων, όπως άνθρωποι, φύλλα, αυτοκίνητα, μόρια, σπίτια, κήποι, υδρορροές, τα μόρια του νερού μέσα σε αυτές τις υδρορροές, κτλ. Όταν τα στοιχεία ενός συνόλου συνυπάρχουν επειδή συνεργάζονται με κάποιον τρόπο, καλούμε το σύνολο αυτό των στοιχείων ένα **σύστημα**.<sup>8</sup>

Οι τρόποι συνεργασίας των στοιχείων στην πόλη και η επανάληψή τους αρχικά σημειώθηκαν στο βιβλίο *A Pattern Language*, (Alexander et al, 1977) το οποίο και αναφέρει αυτούς τους τρόπους ως **μοτίβα -patterns-** και εξηγεί ότι αυτά αποτελούν τη βάση στη δομή των “φυσικών πόλεων”. Για τον Alexander ένα μοτίβο είναι μια ανακάλυψη-λύση η οποία έχει δοκιμαστεί για κάποιο καιρό και κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Για τα αρχιτεκτονικά και αστικά μοτίβα, το χρονικό πλαίσιο είναι κάποιες χιλιετίες. **Τα μοτίβα είναι έμβια και αναπτυσσόμενα.** Στην πραγματικότητα, αν θέλετε, κάθε μοτίβο μπορεί να ιδωθεί ως μια υπόθεση, όπως οι υποθέσεις στην

<sup>5</sup> Alexander C., 2002, *The Nature of Order: an Essay on the Art of Building and the Nature of the Universe*, Βιβλία I και II, Center for Environmental Structure, Μπέρκλεϋ“, Καλιφόρνια

<sup>6</sup> Jiang B., “A Complex-Network Perspective on Alexander’s Wholeness”, Faculty of Engineering and Sustainable Development, University of Gavle, Gavle, Ιούλιος 2016, σελ. 8

<sup>7</sup> Waguespack L., 2010, *Thriving systems theory and Metaphor-Driven Modeling*, Springer, London. σελ.10, πηγή <http://www.springer.com/978-1-84996-301-5>

<sup>8</sup> Alexander C., “A City is not a Tree”, αρχική έκδοση 1966, *Architectural Forum*, σελ.1 πηγή <http://www.bp.ntu.edu.tw/wp-content/uploads/2011/12/06-Alexander-A-city-is-not-a-tree.pdf>

επιστήμη. Υπό αυτή την έννοια, κάθε μοτίβο αντιπροσωπεύει την καλύτερη τρέχουσα εικασία μας ως προς το ποια διαρρύθμιση του φυσικού περιβάλλοντος θα επενεργήσει για να επιλυθεί το παρουσιαζόμενο πρόβλημα.<sup>9</sup>

Η συγκεκριμένη θεώρηση μας λέει ότι: “Η ζωή προκύπτει από ένα σύστημα συστατικών που συμβάλλουν σε μια κοινή ταυτότητα και στόχο”, μία έννοια που ο Alexander ονομάζει **ολότητα**, δηλαδή, εκεί που η δομή και η λειτουργία του κάθε μέρους ρέει μέσα στην συνέχεια του όλου.<sup>10</sup> Καθένα από αυτά τα μετέχοντα μέρη ο Alexander τα αποκαλεί κέντρα: ένα διακριτό σύνολο σημείων στο χώρο, το οποίο λόγω της οργάνωσής του, λόγω της εσωτερικής του συνεκτικότητας και λόγω της σχέσης του με το γενικότερο πλαίσιο παρουσιάζει κεντρικότητα, διαμορφώνει “τοπική ζώνη” σχετικής κεντρικότητας με σεβασμό στα άλλα μέρη του χώρου.<sup>10</sup>

Στην **Θεωρία των Κέντρων** ή στη **Θεωρία της Ζωντανής Γεωμετρίας** -Living Geometry Theory-<sup>11</sup> η ολότητα περιλαμβάνει την έννοια της τάξης και ορίζεται ως μια ζωογόνος ή ζωντανή γεωμετρία που εμφανίζεται σε ένα βαθμό σε κάθε μέρος του χώρου και της ύλης. Σαν τα οικοδομικά τετράγωνα της ολότητας, τα κέντρα είναι αναγνωρίσιμες ενότητες ή σύνολα που αλληλεπικαλύπτουν ή περιέχουν το ένα το άλλο μέσα σε ένα μεγαλύτερο (συν-)όλο. Τα κέντρα ενός συνόλου δεν προϋπάρχουν του συνόλου αλλά διαμορφώνονται μέσα και μαζί με αυτό.<sup>12</sup>

## 2.2. Βασικές δομές

Η θεωρία του Alexander περί συνόλου ισχύει και για τα αστικά σύνολα. Για να είναι μια πόλη ζωντανή, να περιέχει ζωντανή γεωμετρία, είναι απαραίτητο να μπορεί να εξελίσσεται και για να συμβεί αυτό πρέπει να έχει ήδη εξελιχθεί σ’ αυτό που είναι. Οι βάσεις για τη θεωρία αυτή έχουν τεθεί από τις πρώτες προσπάθειες του Alexander να γίνει κατανοητή η πολύπλοκη δομή των αστικών ιστών.<sup>13</sup>

<sup>9</sup> Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M., 1977, *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, Οξφόρδη, σελ.80 και 84 αντίστοιχα

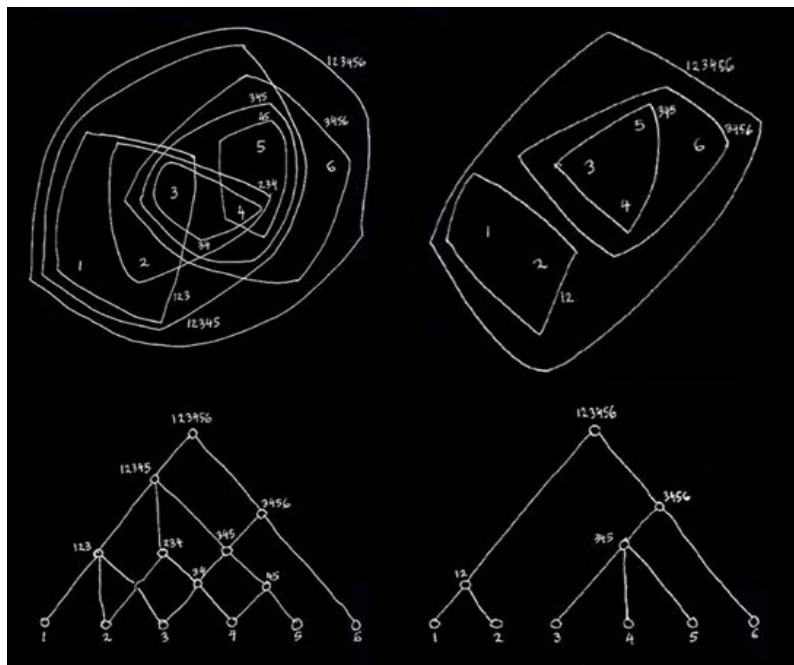
<sup>10</sup> Waguespack L., 2010, *Thriving systems theory and Metaphor-Driven Modeling*, Springer, London. σελ.11, πηγή <http://www.springer.com/978-1-84996-301-5>

<sup>11</sup> Alexander C., Neis H., Alexander M., 2012, *The Battle for the Life and Beauty of the Earth*, Oxford University Press, Οξφόρδη

<sup>12</sup> Jiang B., “A Complex-Network Perspective on Alexander’s Wholeness”, Faculty of Engineering and Sustainable Development, University of Gavle, Gavle, Ιούλιος 2016, σελ. 4

<sup>13</sup> Alexander C., “A City is not a Tree”, αρχική έκδοση 1966, *Architectural Forum*, πηγή <http://www.bp.ntu.edu.tw/wp-content/uploads/2011/12/06-Alexander-A-city-is-not-a-tree.pdf>

Τόσο σε αποτυχημένες τμηματικές παρεμβάσεις σε υφιστάμενους οικισμούς, όσο και σε αστικούς σχηματισμούς που αποκαλεί "τεχνητές" πόλεις, ο Alexander εντοπίζει ένα κοινό δομικό χαρακτηριστικό -σε ότι αφορά τις συνδέσεις και τις σχέσεις των μερών ενός αστικού συνόλου- την **δομή του δέντρου**.<sup>14</sup> Η δομή αυτή πήρε το όνομα της από την απόλυτη ιεραρχία που εμφανίζει ένα δέντρο καθώς τα κλαδιά του ενώνονται με τον κορμό σε ένα σώμα ενώ μια "ζωντανή" πόλη δεν λειτουργεί διαγραμματικά με τον ίδιο τρόπο. Υποστηρίζει ότι οι οργανικές πόλεις εμφανίζουν την **δομή του semi-lattice**<sup>14</sup> (σε μια προσεγγιστική μετάφραση **ημί-δικτύωμα**) και με κάτι τέτοιο εννοεί ότι τα σύνολα, υποσύνολα και στοιχεία της πόλης εμφανίζουν σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις που δεν εντάσσονται σε μια αυστηρή ιεραρχία αλλά αναπτύσσουν συνδέσεις και μεταξύ των κλιμάκων πέρα από ντετερμινιστικά, μηχανικά μοντέλα.<sup>14</sup>



Σχήμα 2.2: δομή semi-lattice και δέντρου σε διάγραμμα συνόλων και διάγραμμα συνδέσεων (Alexander, 1966)

<sup>14</sup> Το αξίωμα του ημι-δικτυώματος ορίζει: Μια συλλογή από σύνολα διαμορφώνει ημι-δικτύωμα αν και μόνο αν, όταν δύο αλληλεπικαλυπτόμενα σύνολα ανήκουν στη συλλογή, το κοινό τους τμήμα ανήκει επίσης στη συλλογή. Αν οι ιδιότητες της συλλογής δεν καλύπτουν τους όρους του αξιώματος τότε την ονομάζουμε "δομή δέντρου". Alexander C., "A City is not a Tree", αρχική έκδ. 1966, *Architectural Forum*

Ακολουθώντας την ίδια θεωρία ο Salingeros υποστηρίζει ότι οι εκσυγχρονιστικές τακτικές στις αστικές παρεμβάσεις λειτούργησαν στην ίδια λάθος βάση, αμφισβητώντας ως ζωγόνα την διαδικασία της φυσικής διαμόρφωσης και αναδιαμόρφωσης των μοτίβων στις πόλεις. "Πιστεύω ότι η τοποθέτηση μιας απλοϊκής γεωμετρίας στη δομή της πόλης, καταπιέζοντας τα περισσότερα από τα παραδοσιακά της μοτίβα, έχει περικόψει ή απαλείψει τις παραδοσιακές της λειτουργίες που την καθιστούν ζωντανή. Ένα πιο βαθύ πρόβλημα εμφανίζεται από την θέληση των μοντερνιστών να "καθαρίσουν" οπτικά περιοχές απαλείφοντας την πολύπλοκη δομή, τις υποδιαιρέσεις και τις συνδέσεις. Η παγίωση των λειτουργιών με την γεωμετρική συγκέντρωση απαλείφει το πολύπλοκο ανακάτεμα που χαρακτηρίζει μια παραδοσιακή πόλη."<sup>15</sup>

Και συνεχίζει κατηγορηματικά, σημειώνοντας ότι : "Οι αρνητικές συνέπειες των προγραμμάτων "αστικής ανανέωσης" έχουν επαρκώς καταγραφεί. Στον κολοφώνα της μοντέρνας κυριαρχίας, στα μεταπολεμικά χρόνια του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου ήταν πάγια τακτική να ισοπεδώνονται ολόκληρες γειτονιές και να χτίζονται τσιμεντένιες ουτοπίες υψηλής δόμησης πολυκατοικιών επί τόπου".<sup>15</sup> Τόσο ο Alexander όσο και ο Salingeros υπερασπίζονται την διαδικασία της φυσικής εξέλιξης των πόλεων. Υποστηρίζουν ότι οι αστικές δομές έχουν τους δικούς τους τρόπους και ρυθμούς εξέλιξης και ότι οι αστικές παρεμβάσεις της μεσοπολεμικής και μεταπολεμικής εποχής για την πολεοδομία υπήρξαν ανεπιτυχείς. Οι μελετητές τους αγνόησαν ή δεν εκτίμησαν το προϋπάρχον υλικό της πόλης για μια σειρά από λόγους όπως η μεγάλη ανάγκη για ανοικοδόμηση και οι γενικότεροι υψηλοί ρυθμοί αστικοποίησης και επιπλέον η καθολική επικράτηση της αυστηρής γεωμετρίας που παραβίασε ή εξάλειψε τη δομή και τις συνδέσεις του ιστού, τάση την οποία ο Salingeros αποκάλεσε γεωμετρικό φονταμενταλισμό.<sup>16</sup>

### 2.3. Γλώσσες

Σε ένα πολύπλοκο σύστημα, όπως ένας οργανισμός ή ένα μεγάλο υπολογιστικό πρόγραμμα, ακολουθούνται **συγκεκριμένοι κανόνες** συνεργασίας, έτσι ώστε τα τμήματα να συνεργάζονται και το σύνολο να λειτουργεί αποτελεσματικά. Η διαφορά ανάμεσα σ' αυτά τα συστήματα και το αστι-

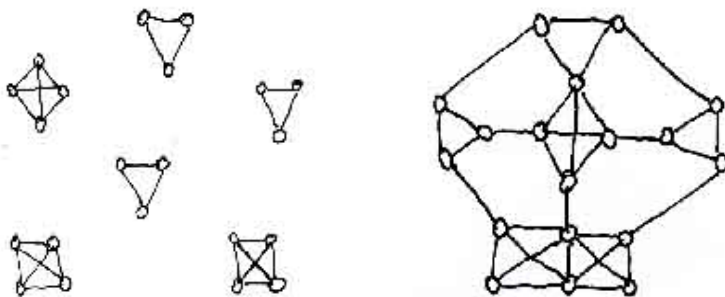
<sup>15</sup> Salingeros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν, σελ.214 και 181 αντίστοιχα

<sup>16</sup> Κεφάλαιο 9 του παραπάνω βιβλίου: Mehaffy W., Salingeros N., αρχική έκδοση στο *Plan Net Online Architectural, Resources*, Ιανουάριος 2002



κό κατασκεύασμα είναι μικρή (Lozano, 1990).<sup>17</sup>

Όπως είδαμε ο Alexander εντόπισε τα αστικά μοτίβα και τα ανάδειξε σε κριτήριο επιβίωσης της πόλης. (Alexander et al, 1977) Όμως, οι κανόνες, μέσω των οποίων συνδέονται τα μοτίβα είναι τόσο σημαντικοί όσο και τα ίδια τα μοτίβα.<sup>17</sup> Οι λέξεις χωρίς συνδετικούς κανόνες δεν μπορούν να αποτελέσουν μια γλώσσα, και μια αναγνωρίσιμη δομή για τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Σε αντιστοιχία, ο Alexander εντόπισε τους συνδετικούς κανόνες των μοτίβων στη δομή των πόλεων και ονόμασε αυτούς τους μηχανισμούς **Γλώσσα Μοτίβων - Pattern Language**.<sup>18</sup>



**Σχήμα 2.3:** αριστερά: Μεμονωμένα μοτίβα ομαδοποιούνται για να διαμορφώσουν μοτίβα ανώτερου επιπέδου που θα έχουν επιπρόσθετες ιδιότητες. Δεξιά: επιπλέον συνδέσεις οργανώνουν τα μοτίβα του σχήματος αριστερά σε ένα μοτίβο ανώτερου επιπέδου. Οι κανόνες οργάνωσης σε όλα τα επίπεδα αποτελούν την γλώσσα των μοτίβων (Salingaros, 2000)<sup>19</sup>

Οι **γλώσσες μοτίβων** ή **ιχνιακές** μας βοηθούν να αντιμετωπίζουμε την πολυπλοκότητα μιας ευρείας ποικιλίας συστημάτων από το υπολογιστικό λογισμικό, ως τα κτήρια και τις πόλεις. Κάθε μοτίβο αντιπροσωπεύει έναν κανόνα που ορίζει ένα λειτουργικό κομμάτι ενός πολύπλοκου συστήματος και η εφαρμογή της γλώσσας μοτίβων μπορεί να συμβεί αυτόματα. Ο σχεδιασμός που θέλει να συνδεθεί με τα ανθρώπινα όντα απαιτεί η πληροφορία να περιέχεται σε γλώσσες μοτίβων.<sup>17</sup> Η **ιχνιακή γλώσσα** κωδικοποιεί την διάδραση των ανθρώπων με το περιβάλλον τους, και καθορίζει πώς και πού αυθόρμητα προτιμάμε να βαδίζουμε, να καθόμαστε, να κοιμόμαστε, να εισερχόμαστε και να κινούμαστε μέσα σε ένα κτήριο, να απολαμβάνουμε

<sup>17</sup> Salingaros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ.87,198 και 191 αντίστοιχα

<sup>18</sup> Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M., 1977, *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, Οξφόρδη, σελ.80 και 84 αντίστοιχα

<sup>19</sup> "The Structure of Pattern Languages", κεφάλαιο 8 του βιβλίου *Principles of Urban Structure* του Salingaros N. σελ. 199. Αρχική έκδοση στο *Architectural Research Quarterly*, volume 4, 2000, Cambridge University Press

ένα δωμάτιο ή έναν ανοιχτό χώρο και να αισθανόμαστε άνετα ή όχι, π.χ. στον κήπο μας. Συνδυάζει γεωμετρία και κοινωνικά ίχνη συμπεριφοράς σε ένα σύνολο χρήσιμων συσχετίσεων και περιληπτικά, συνοψίζει πώς η χτισμένη μορφή φιλοξενεί ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η σημαντικότητα της *ιχνιακής γλώσσας* για την αρχιτεκτονική προτάθηκε αρχικά από τον Christopher Alexander και τους συνεργάτες του. (Alexander et. al., 1977) Τα μοτίβα που κατέγραψε τελικά εκφράζουν τοπικές δυνάμεις που αποτυπώνονται είτε σαν μια συγκεκριμένη γεωμετρία είτε σαν μια επαναλαμβανόμενη ανθρώπινη αντίδραση. (Salingaros, 2000, 2005) Οι *γλώσσες μοτίβων* έχουν εξελιχθεί, και, όπως με όλα τα εξελιγμένα συστήματα, έχουν αναπτύξει ένα εξαιρετικό επίπεδο οργανωμένων πολυπλοκότητας.<sup>20</sup>

Από τον Salingaros προτάθηκε ως διακριτή η μορφική γλώσσα – form language. Η *μορφική γλώσσα* είναι αυστηρά γεωμετρική. Καθορίζεται από τα στοιχεία της μορφής που περιλαμβάνουν πατώματα, τοίχους, οροφές, επιμερισμούς και κάθε αρχιτεκτονικό στοιχείο και κανονισμό, και όλα μαζί αντιπροσωπεύουν μια συγκεκριμένη φόρμα ή στυλ ενός κτηρίου.<sup>21</sup>

Η *μορφική γλώσσα* είναι ο απαραίτητος εκείνος κώδικας που θα μας επιτρέψει να μετουσιώσουμε σε μορφές όλες τις ανάγκες της *ιχνιακής γλώσσας*, έτσι ώστε να αποκτήσουν υπόσταση στον υλικό κόσμο οι ανθρώπινες ανάγκες. Είναι λοιπόν, οι δύο γλώσσες συμπληρωματικές η μία της άλλης. Παρόλα αυτά η *μορφική γλώσσα*, από την εποχή του μοντέρνου κινήματος, αντί να εκφράζει μια προσαρμοστική τεκτονική κουλτούρα, γίνεται ένα σύνολο οπτικών συμβόλων που λειτουργούν κάτω από την αμφίεση ηθικών αρχών και αυτό την επιφορτίζει συναισθηματικά. Έτσι, αυτή η χρήση της *μορφικής γλώσσας* γίνεται αυτοσκοπός απομακρυσμένη από την ανθρώπινη ζωή και τις ανάγκες της πόλης και των χρηστών.<sup>21</sup>

Όμως μια γλώσσα είναι ζωντανή όταν ανακατασκευάζεται από τους ανθρώπους και χρησιμοποιείται ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε εποχής. Προφανώς υπάρχουν προτάσεις για στοιχεία που μπορούν να αποτελέσουν σύνολα της *ιχνιακής γλώσσας* καθώς και της *μορφικής γλώσσας*. Από τη στιγμή που υπάρχει ένας άπειρος αριθμός προτύπων που μπορούν να συνεισφέρουν σε μια *ιχνιακή γλώσσα* και ένας άπειρος αριθμός *μορφικών γλωσσών*, υπάρχει προφανώς και άπειρος αριθμός προσαρμοστικών μεθόδων που να συνδυάζει τις δύο γλώσσες.<sup>21</sup>

Τελικά οι γλώσσες μοτίβων προκύπτουν από δύο διαφορετικές ανάγκες: α) σαν ένας τρόπος κατανόησης και πιθανώς ελέγχου ενός πολύπλοκου συστήματος και β) σαν ένα απαραίτητο εργαλείο σχεδιασμού με το οποίο δομείς κάτι που είναι λειτουργικά και δομικά συνεκτικό. Ένα μοτίβο

<sup>20</sup> Salingaros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν, σελ.225

<sup>21</sup> Salingaros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν, σελ.220 και 223

περιλαμβάνει τις τάσεις, είναι μια λύση σε ένα πρόβλημα. Η "γλώσσα" συνθέτει τα νευραλγικά σημεία -nodes<sup>22</sup>- σε ένα οργανωτικό πλαίσιο. Αν δεν συμβεί αυτό προκύπτει ένα χαλαρό σύνολο από μοτίβα, το οποίο δεν είναι σύστημα καθώς απουσιάζουν οι συνδέσεις.<sup>22</sup>

## 2.4. Δυναμική και ανάπτυξη

Ένα σημείο κλειδί στη θεωρία του Alexander είναι ότι η τάξη είναι μια δυναμική έννοια παρά μια στατική. Παρόλο που οι άνθρωποι συχνά αντιλαμβάνονται τον μεγάλο αριθμό συστατικών στοιχείων και σχέσεων ως κάτι περίπλοκο, η πολυπλοκότητα δε σημαίνει απαραίτητα και αταξία όπως και η τάξη δεν προκύπτει φυσικά από τον μικρό αριθμό μερών και σχέσεων.<sup>23</sup>

Η μαζική αρχιτεκτονική και οι κινήσεις μεγάλης κλίμακας εμφανίζουν τέτοια χαρακτηριστικά, όπως έλλειψη σε συνδέσεις και πολυπλοκότητα στη δομή. Σαν αποτέλεσμα, ο top-down σχεδιασμός παρουσιάζει έλλειψη αναδυόμενων ιδιοτήτων, κι όμως οι ιδιότητες αυτές είναι το πιο σημαντικό στοιχείο μιας "καλής" αρχιτεκτονικής.<sup>24</sup> Είναι το χαρακτηριστικό που θα οδηγούσε στην εξέλιξη των συνδέσεων, της δομής αλλά και της μορφής και θα εγγυόταν την βιωσιμότητα του ιστού των πόλεων. Η απλή στοίχιση κτηρίων τα οποία δεν αλληλεπιδρούν με κάποιο τρόπο διαλύει την πολυπλοκότητα του συστήματος και το μειώνει σε μια απλή συσσωμάτωση. Η αστική πρακτική επιστήμη έχει κάνει δυστυχώς ακριβώς αυτό και συνεχίζει να το κάνει χωρίς να συνειδητοποιεί τη ζημιά που προκαλεί στην αστική δομή. Όπως και σε ένα ζωντανό οργανισμό δε μπορεί κάποιος να διαφοροποιήσει ακαριαία το σύνολο χωρίς να το καταστρέψει. Παρά την επιφανειακή τακτοποιημένη εμφάνιση, οι περισσότερες σύγχρονες πόλεις είναι απλώς μια συλλογή ασύνδετων κομματιών κατανεμημένων σε δύο ή τρεις κλίμακες.<sup>22</sup>

Όπως έχουμε τονίσει και νωρίτερα, μια βασική ποιότητα που μοιράζονται όλες οι βιώσιμες πόλεις είναι ο υψηλός βαθμός πολυπλοκότητας (Jacobs, 1961). Πολυπλοκότητα η οποία, κατά τη θεωρητική προσέγγιση των Alexander και Salingeros, σε μια βιώσιμη, ζωντανή πόλη αποτυπώνεται στις

<sup>22</sup> Ο αστικός ιστός πλέκεται σε μια βάση από νευραλγικά σημεία-nodes και δημιουργείται από τις διασυνδέσεις τους. Υπάρχουν διάφοροι τύποι nodes: κατοικία, εργασία, πάρκο, εκκλησία, κ.α. Φυσικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία εξυπηρετούν ώστε να αναδεικνύονται τα ανθρώπινα σημεία δραστηριοτήτων και τα μονοπάτια που τα συνδέουν. Ο ιστός καθορίζει την χωρική διάταξη των κτηρίων κι όχι το αντίθετο. Salingeros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ.19, 198 και 98 αντίστοιχα

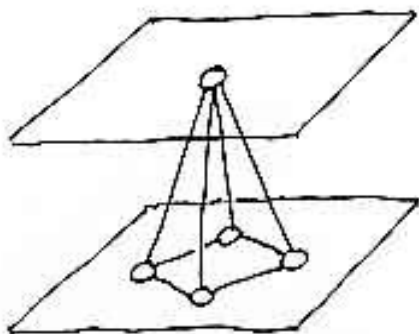
<sup>23</sup> Waguespack L., 2010, *Thriving systems theory and Metaphor-Driven Modeling*, Springer, London. σελ.10, πηγή <http://www.springer.com/978-1-84996-301-5>

<sup>24</sup> Salingeros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν

σχέσεις των στοιχείων της, στα μοτίβα, στις σχέσεις των μοτίβων, στις γλώσσες κ.λπ.

Η εισαγωγή νέων γλωσσών μοτίβων δεν χρειάζεται να αποκαθλώνει μια παλαιότερη ολοκληρωτικά. Η *συνύπαρξη συμπληρωματικών ή ανταγωνιστικών μοτίβων* είναι συχνά επιθυμητή ακόμα και απαραίτητη, ειδικά αν τα νέα μοτίβα καταλαμβάνουν διαφορετικές θέσεις στην ιεραρχία. Αν είναι κατάλληλα συνδεδεμένα, θα οδηγήσουν σε ένα πιο πλούσιο και πιο σταθερό πολύπλοκο σύστημα.<sup>25</sup>

Ένα νέο μοτίβο είναι ανώτερο αν αυξάνει την συνδεσιμότητα με την πλειοψηφία των θεσμοθετημένων μοτίβων συγκρίνοντάς το με το μοτίβο το οποίο αντικαθιστά. Θα μπορούσε να έχει ένα πιο ευρύ περιεχόμενο, ή να αντικαθιστά αρκετά παλαιότερα μοτίβα συσφίγγοντας την γλώσσα. Αυτή είναι μια διαδικασία της οποίας ο στόχος είναι να ενδυναμώσει μια υπάρχουσα γλώσσα μοτίβων με την επισκευή και την εξέλιξη, έτσι ώστε να διατηρήσει συσσωρευμένη σοφία παραμένοντας ανοιχτό στις ανάγκες για αλλαγή. Γενικά, ο εγκολπισμός της καινοτομίας διευκολύνεται ιδιαίτερα με την ελαχιστοποίηση της αντίληψης της αλλαγής και άρα τον αριθμό των μοτίβων που πρέπει να αντικατασταθούν. Είναι ανούσιο να πετάς μοτίβα κάποια από τα οποία εγκαθιδρύθηκαν μέσα στις χιλιετίες.<sup>25</sup>



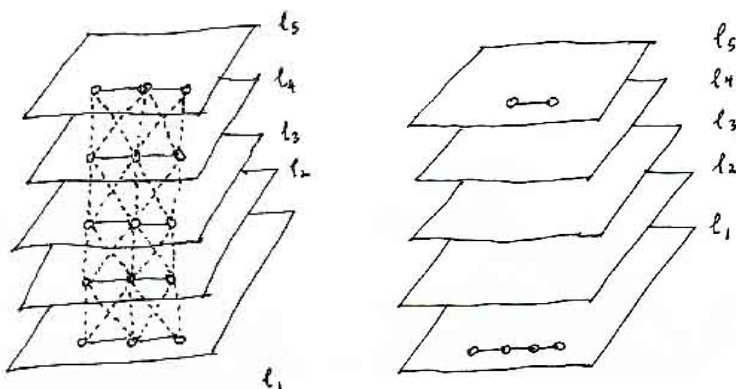
**Σχήμα 2.4:** Τα μοτίβα ενός επιπέδου συνδυάζονται για να οριστεί ένα νέο μοτίβο σε ένα υψηλότερο επίπεδο. (Salingaros, 2000)

Ένας συνεκτικός συνδυασμός από μοτίβα θα διαμορφώσουν ένα νέο, υψηλότερου επιπέδου μοτίβο το οποίο και θα κατέχει επιπρόσθετες, αναδυόμενες ιδιότητες<sup>25</sup> (σχήμα 2.4) Επίσης, κάποια μοτίβα μπορούν να λειτουργήσουν εξίσου καλά σε διαφορετικά επίπεδα, παρόλο που τα περισσότερα εγκαθιστούν τη θέση τους σε μια συγκεκριμένη κλίμακα της γλώσσας μοτίβων. Κάποια μοτίβα μπορούν να μετακινηθούν κάθετα, πάνω ή κάτω μέσα στη γλώσσα. Μια τέτοια ιδιότητα οδηγεί σε οικονομία μέσα στην ίδια την γλώσσα μέσω της αυτό-ομοιότητας, κάτι που σημαίνει ότι μία

<sup>25</sup> Salingaros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ.207, 208 και 198

κλίμακα δείχνει παρόμοια με μια άλλη όταν μεγιστοποιηθεί. Μια γλώσσα μοτίβων που αναπτύσσει συνεκτικότητα μέσα στο χρόνο μπορεί επίσης να αναπτύξει ένα βαθμό αυτό-ομοιότητας στην κλιμάκωση σαν αποτέλεσμα των συνδέσεων μεταξύ των επιπέδων. Όπως εξελίσσεται ο συνδυασμός των μοτίβων εξελίσσεται και μια συνεργατική δομή, η οποία καθοδηγούμενη από την ευθυγράμμιση των μοτίβων στα διάφορα επίπεδα, δημιουργεί απροσδόκητες ομοιότητες. Έτσι, κάθε επίπεδο ενός συνεκτικού κατασκευάσματος εκφράζει μια ιδιότητα που είναι χαρακτηριστική ενός συνόλου.<sup>26</sup>

## 2.5. Συνεκτικότητα και ιεραρχία



**Σχήμα 2.5:** Οι ιεραρχικές συνδέσεις δείχνουν πώς τα μοτίβα σε υψηλότερα επίπεδα εξαρτώνται από αυτά στα χαμηλότερα επίπεδα. Δεξιά δύο ομάδες μοτίβων που είναι απομακρυσμένες στο σύστημα κλιμάκων αποτυγχάνουν να συνδεθούν αποτελεσματικά. (Salingaros, "The Structure of Pattern Languages", 2000)

Η υποβόσκουσα ιεραρχία κλίμακας είναι μια σημαντική ιδιότητα των πολύπλοκων δικτύων και των πολύπλοκων συστημάτων γενικότερα. (Simon, 1962) Εμφανίζεται σε μια πληθώρα από φυσικά και κοινωνικά συστήματα όπως τα βιολογικά, τα τεχνολογικά και τα πληροφοριακά. Αυτή η ιεραρχία δεν είναι ιεραρχία-δέντρο αλλά ένα πολύπλοκο δίκτυο συνδέσεων.<sup>27</sup> Όπως είδαμε και παραπάνω, ο Salingaros πιστεύει ότι για να επιτύχεις γεωμετρική συνεκτικότητα σε κάθε σύστημα απαιτείται ένα σφικτά

<sup>26</sup> Salingaros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ.208

<sup>27</sup> Jiang B., "A Complex-Network Perspective on Alexander's Wholeness", Faculty of Engineering and Sustainable Development, University of Gavle, Gavle, Ιούλιος 2016, σελ. 3

πλεγμένο και πολύπλοκο σύνολο, το οποίο να παράγεται μέσω κανόνων. Η γεωμετρική συνεκτικότητα είναι μια αναγνωρίσιμη ποιότητα που “δένει” την πόλη μέσω της μορφής και είναι μια βασική προϋπόθεση για την βιωσιμότητα του αστικού κατασκευάσματος. Η ιδέα πίσω από αυτό είναι απλή: η πόλη είναι ένα δίκτυο διαδρομών τα οποία είναι τοπολογικά μορφοποιήσιμα. Η μορφή της συνεκτικής πόλης πρέπει να είναι επίσης εύπλαστη, δηλαδή, ικανή να ακολουθεί τις στροφές, την έκταση και την συμπίεση των συνδέσεων χωρίς να “σκιστεί”. Για να συμβεί αυτό, το αστικό κατάσκευασμα πρέπει να είναι δυνατά συνδεδεμένο με την μικρότερη κλίμακα και πιο χαλαρά συνδεδεμένο με τη μεγαλύτερη. Τελικά, η συνοχή σε όλες τις κλίμακες οδηγεί στην γενική **αστική συνεκτικότητα**.<sup>28</sup>

Αυτό συμβαίνει γιατί οι κλίμακες παίζουν υποσυνείδητα μεγάλο ρόλο στο σχεδιασμό καθώς διευκολύνουν την διαδικασία της ανθρώπινης γνώσης. Το μυαλό του παρατηρητή ομαδοποιεί παρόμοια αντικείμενα ίδιου μεγέθους σε ένα κοινό επίπεδο κλίμακας. Αυτή η διαδικασία, η οποία έχει παρομοιαστεί με την συμπίεση ψηφιακής εικόνας από τον υπολογιστή, μειώνει το ποσό της πληροφορίας που εμφανίζεται στον παρατηρητή από μια πολύπλοκη αρχιτεκτονική. Ο εγκέφαλος, επίσης, προφανώς υπολογίζει τον αριθμό των παρόμοιων αντικειμένων σε κάθε κλίμακα, δηλαδή την σχετική τους πολλαπλότητα, και συγκρίνει αυτούς τους αριθμούς με αυτά που γνωρίζει σχετικά με την πολυπλοκότητα από φυσικώς προκύπτουσες δομές. Αν η κατανομή των κλιμάκων και η σχετική πολλαπλότητα των στοιχείων συμβαδίζουν με ένα εμπειρικά παραγόμενο, εσωτερικό πρότυπο, αντιλαμβανόμαστε την δομή ως συνεχή.<sup>28</sup>

Η μορφολογία ενός γεωμετρικά συνεκτικού συστήματος θυμίζει λιγότερο από όλα τις σχεδιασμένες πόλεις του εικοστού αιώνα. Η δραστική μείωση του αριθμού των διαφορετικών αστικών διασυνδέσεων, οι οποίες υπήρχαν σε πολλές διαφορετικές κλίμακες, έκαναν αδύνατη την παραγωγή ενός συνεκτικού αστικού συστήματος.<sup>28</sup> Κάποια παραδοσιακά στοιχεία του αστικού κατασκευάσματος έχουν πια καταπιεστεί για λόγους στιλιστικούς. Μέσα στις πιο σημαντικές απώλειες βρίσκονται τα συνδεδεμένα στοιχεία μεταξύ των εσωτερικών και των εξωτερικών χώρων. Χωρίς αυτά τα στοιχεία η μετάβαση εσωτερικού/εξωτερικού και αντίστροφα είναι πολύ απότομη και η συνοχή χάνεται. Οι σύγχρονοι κανόνες για την αστική μορφή, οι οποίοι μειώνουν την πολυπλοκότητα και την συνδεσιμότητα στις πόλεις του σήμερα δεν είναι ικανές να παράξουν αστική συνεκτικότητα.<sup>28</sup>

Σε ένα ενιαίο αστικό σύστημα οι μικρότερες κλίμακες είναι άμεσα συνδεδεμένες με τις μεγαλύτερες κλίμακες μέσα στη δομή και η μία δε μπορεί να αλλάξει χωρίς να αλλάξουν οι άλλες.<sup>29</sup> Ούτως ή άλλως η αλλαγή σε μια

<sup>28</sup> Salingeros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ.86, 69, 101 και 198

<sup>29</sup> Salingeros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν

από τις κλίμακες επηρεάζει την εντροπία και άρα προκαλεί αλλαγές και στις άλλες κλίμακες. Για παράδειγμα, εάν μια μικρότερη κλίμακα χαθεί, αυτό σαμποτάρει τις αναδυόμενες ιδιότητες του συνόλου.<sup>30</sup> Τελικά δεν υπάρχει επικρατέστερη κλίμακα σε μία πόλη, γιατί μία πόλη είναι ένα ιεραρχικά πολύπλοκο σύστημα.<sup>31</sup>

## 2.6. Στην αναζήτηση μιας νέας πρότασης

Ο Heylighen<sup>32</sup> ορίζει την ευφυΐα ως την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Μια πόλη λειτουργεί με πολύπλοκους μηχανισμούς που όλοι μαζί είναι πολλοί για την κατανόηση τους από ένα μεμονωμένο άνθρωπο. Μια πόλη χτισμένη σε βάθος χρόνου είναι το προϊόν συλλογικής ευφυΐας γενεών από ανθρώπους που δρουν μαζί είτε χωρικά είτε χρονικά.<sup>33</sup> Κάποιοι από τους κινδύνους του top-down σχεδιασμού είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν μοντέλα που δεν έχουν ποτέ εξελιχθεί και άρα δεν είναι προσαρμοσμένα στις ανθρώπινες ανάγκες. Ο bottom-up σχεδιασμός έχει μια πολύ καλύτερη πιθανότητα για προσαρμοστικότητα, αλλά την αντίθετη ισχυρή αδυναμία: γίνεται τυχαίος εκτός αν είναι σκόπιμος και η επιλογή διέπεται από προσαρμοστικότητα στις ανθρώπινες ανάγκες. Αυτή η ανοργάνωτη ανάπτυξη μπορεί να λειτουργήσει παρασιτικά σε μια υγιή αρχιτεκτονική φόρμα και αστική ύλη, όπως σε έναν βιολογικό ιστό. Παρά το διαχωρισμό μεταξύ top-down και bottom-up σχεδιασμού, ο Salingeros υποστηρίζει ότι και οι δύο αντιπροσωπεύουν μια εφαρμογή συλλογικής ευφυΐας απλά με διαφορετικό τρόπο.<sup>31</sup>

Η ανθρωπότητα πάντα πάσχιζε να αυξήσει την οργανωμένη πολυπλοκότητα αυτών που την περιβάλλουν, παράλληλα με μια αναπτυσσόμενη ευφυΐα και μια βελτιωμένη αντίληψη των φυσικών συστημάτων. Αυτός ο αιώνας έφερε μια αλλαγή σ' αυτή τη διαδικασία. Οι αρχιτέκτονες και οι πολεοδόμοι καταγοητευτήκαν από την οπτική απλότητα και αδιαφόρησαν για τη θεμέλια διαδικασία της οργάνωσης, η οποία δεν είναι απλή. Έχουμε πλέον πολλά παραδείγματα αστικών περιοχών όπου η πολυπλοκότητα έχει απαλειφθεί ολοκληρωτικά από κατασταλτικές συνδέσεις.<sup>34</sup> Η αναζήτηση της οπτικής καθαρότητας μέσα στο σχέδιο έχει περιορίσει σημαντικά τις ανθρώπινες δραστηριότητες που οδήγησαν στην αστικοποίηση

---

<sup>30</sup> Salingeros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν, σελ. 180

<sup>31</sup> Salingeros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ. 76-229

<sup>32</sup> Heylighen F., 1999, "Collective Intelligence and its Implementation on the Web", *Computational and Mathematical Organization Theory* 5, σελ. 253-280

<sup>34</sup> Batty M., Longley P., 1994, *Fractal Cities*, San Diego, Academic Press

σε πρώτη φάση.<sup>35</sup> Μετά από δεκαετίες “κεντρικού” σχεδιασμού, που αγνοεί τις τοπικές συνθήκες και τις πολύπλοκες ανάγκες των τελικών χρηστών, και προσπαθεί να ξεφορτωθεί τους δημόσιους χώρους για κερδοσκοπικούς λόγους, οι άνθρωποι έχουν ξεχάσει τα βασικά γεωμετρικά μοτίβα που δημιουργήσανε τους πιο επιτυχημένους αστικούς χώρους ανθρώπινης κλίμακας μέσα στην ιστορία. Έχει επέλθει μια μεγάλη μείωση στην κοινή γνώση που κάποτε επέτρεπε στους ανθρώπους να χτίζουν ανθρώπινα περιβάλλοντα χωρίς να προηγηθεί επίσημος σχεδιασμός.<sup>36</sup>

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο μεγαλύτερο μειονέκτημα του top-down σχεδιασμού είναι ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αγνοήσει τις δυνατόσεις που θα τον έκαναν προσαρμοστικό.<sup>37</sup> Το κλειδί για την προσαρμοστικότητα είναι ένας μηχανισμός ανατροφοδότησης. Η ανατροφοδότηση είναι μια αμφίδρομη επιρροή που συμβαίνει σε δύο διακριτά συγκείμενα: (1) ανάμεσα στα ίδιου μεγέθους εξαρτήματα του συστήματος και (2) ανάμεσα στα διαφορετικά επίπεδα ενός συστήματος. Ο Salingaros θεωρεί της επιτυχημένες αστικές διαμορφώσεις το αποτέλεσμα μιας πολύπλοκης συνέχειας υπόγειων μηχανισμών που μετατρέπουν τα ανοργάνωτα εισερχόμενα “δεδομένα” σε οργανωμένα αποτελέσματα.<sup>38</sup>

Στην ουσία, σε αυτή την δημοσίευση<sup>36</sup> προτείνεται μια μέθοδο παραγωγής του αστικού χώρου, που επιτυγχάνεται μέσω διαδραστικών μηχανισμών και κώδικα, η οποία θα παράγει μια προσαρμοστική αστική δομή, ενώ ο κώδικας παράλληλα θα εξελίσσεται διαδρώντας με το περιβάλλον.

Παράλληλα με το κίνημα για ελεύθερο ανοιχτού-κώδικα λογισμικό, ο σχεδιασμός μιας πόλης και του χώρου κατοικίας και εργασίας του καθένα θα έπρεπε να έχει σαν βάση σχεδιαστικούς κανόνες με ελεύθερη πρόσβαση παρά έναν κρυφό κώδικα που αποφασίστηκε από κάποια ορισμένη αρχή. Επιπλέον, ο ανοιχτός αστικός κώδικας πρέπει να είναι δεκτικός σε τροποποιήσεις και προσαρμογές στις τοπικές συνθήκες και τις ατομικές ανάγκες, που είναι και το γενικό νόημα του ανοιχτού κώδικα.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Salingaros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ.25

<sup>36</sup> Salingaros n., Mena-Quintero F., Build the City: Perspectives on Commons and Culture, “A Brief History of P2P Urbanism”, 2015, European Cultural Foundation

<sup>37</sup> Salingaros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ, σελ.229

<sup>38</sup> Salingaros N., 2012, *Urbanism as Computation*, στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Springer Verlag, σελ.245



## 2.7. Συμπεράσματα

Επί της ουσίας, ο Alexander έθεσε τις **βάσεις για την συνολική ανάπτυξη του κλάδου της Πολυπλοκότητας στον Αστικό Σχεδιασμό και τον εντοπισμό των δομών και των μοτίβων** που ενεργούν στις πόλεις.<sup>39/40</sup> Ο ίδιος και ο συνεργάτης του Salingeros υπήρξαν από τους πρώτους που κατονόμασαν τα φαινόμενα εκείνα που αποδίδουν στον αστικό χώρο **περαιτέρω ιδιότητες και δυνατότητες εξέλιξης**.

Παρόλα αυτά, η τελική του Alexander θεωρία περί "Ολότητας" παρουσιάζει αδυναμία στο να συλλάβει το "όλο" του αστικού συστήματος, για το οποίο κάνει τόσο λόγο, και έχει παραμείνει γενικόλογική· ενώ οι παλαιότερες θεωρίες του εμφανίζουν μια απόλυτη άποψη για τα φαινόμενα, τάση που έχει χαρακτηριστεί και ως δεσποτική - autocratic.<sup>41</sup>

Ο Salingeros, τόσο στην αρθρογραφία, όσο και στην βιβλιογραφία που μελετήσαμε, επαναλαμβάνει συνεχώς τις **θετικές εκφάνσεις των παραδοσιακών "φυσικών" πόλεων** και κατηγορεί τους μεταπολεμικούς και σύγχρονους σχεδιαστές για την απουσία αυτών των χαρακτηριστικών από τα αστικά συστήματα που σχεδιάζονται top-down.<sup>42/43</sup> Η ιδιότητά του σαν μαθηματικού και μηχανικού υπολογιστών θα ήταν λογικότερο να παράξει περισσότερες εφαρμόσιμες θεωρίες, όπως η πρόταση για την αλγοριθμικοποίηση του αστικού σχεδιασμού και η λειτουργία της στη βάση, η οποία και πάλι παραμένει περισσότερο σε θεωρητικό επίπεδο.

---

<sup>39</sup> Alexander C., "A City is not a Tree", αρχική έκδοση 1966, *Architectural Forum*

<sup>40</sup> Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M., 1977, *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, Οξφόρδη

<sup>41</sup> Batty M., Marshall S., 2012, *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin, Springer, σελ.45

<sup>42</sup> Salingeros N., 2005, *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Άμστερνταμ

<sup>43</sup> Salingeros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν

{Κ 3}

## Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΔΟΜΗ ΤΗΣ “ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ”

Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ GENERIC-UNIVERSAL CITY ΤΟΥ HILLIER

### Επιτομή

Στο βιβλίο της “Ο θάνατος και η ζωή των Μεγάλων Αμερικανικών Πόλεων”<sup>1</sup> η Jacobs υποστήριξε, μεταξύ πολλών άλλων, ότι το φυσικό-χωρικό πλαίσιο των πόλεων παίζει καίριο ρόλο στην διαμόρφωση της ανθρώπινης δραστηριότητας και στην αστική αίσθηση που αποπνέει ένας τόπος. Αυτός, ο κατά τα άλλα προφανής αλλά, ενστικτώδης ισχυρισμός φαίνεται ότι αποδεικνύεται αληθής μέσα από τη δουλειά των Bill Hillier και Julianne Hanson. Οι εν προκειμένω ερευνητές και η ομάδα τους στο Bartlett School of Architecture and Planning του University College London (UCL)<sup>2</sup> τα τελευταία περίπου σαράντα χρόνια διερευνούν την σχέση μεταξύ του φυσικού χώρου και της κοινωνικής ζωής ή καλύτερα “το κοινωνικό περιεχόμενο των χωρικών μοτίβων και το χωρικό περιεχόμενο των κοινωνικών μοτίβων.”<sup>3</sup> Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν επιτελέσει πάνω στη δομή των πόλεων, έχουν οδηγήσει στην πεποίθηση ότι πίσω από την πολυπλοκότητα των αστικών συστημάτων και την φαινομενικά χαώδη λειτουργία τους κρύβεται μια κοινή ή αλλιώς καθολική δομή.<sup>4</sup> Η ομάδα αυτή είναι περισσότερο γνωστή για την εφεύρεση του “Χωρικού Συντακτικού”, ενός συνόλου τεχνικών για την προσέγγιση των αστικών φαινομένων και την ερμηνεία τους. Η τεχνική αυτή όπως και η γενικότερη φιλοσοφία της συγκεκριμένης ομάδας άπτεται του ζητήματος

<sup>1</sup> Jacobs J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, Random House, Νέα Υόρκη

<sup>2</sup> Το “Χωρικό Συντακτικό” εγκαινιάστηκε κατά τη δεκαετία του 1970 από τους καθηγητές Hillier Bill, Julianne Hanson και τους συναδέλφους τους στο Bartlett University College London. Έχει αποτελέσει τη θεωρητική βάση του Space Syntax Lab όπου διεξάγει έρευνες σε αστικά συστήματα που αφορούν τη σχέση της δομής του χώρου τόσο με τη χρήση του όσο και την εξέλιξη του.

<sup>3</sup> Hillier B. και Hanson J., 1984, *The Social Logic of Space*, Cambridge: Cambridge University Press. σελ. x-xi

<sup>4</sup> Hillier B., 2012, *The Genetic Code for Cities: is it simpler than we think* στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Springer Verlag. σελ. 130

της πολυπλοκότητας στον αστικό ιστό και ξεδιπλώνει μια συγκεκριμένη αφήγηση για την ανάλυση των ζητημάτων που το αφορούν. Όπως ο ίδιος ο Hillier έχει δηλώσει “η συνεισφορά του στη θεωρία πολυπλοκότητας στις πόλεις γίνεται κατανοητή όταν κάποιος προσεγγίσει τις θεωρίες του για τον συσχετισμό της διαμόρφωσης του χώρου και των (μετά-)κινήσεων των ανθρώπων στις πόλεις, τον τρόπο που αυτός ο συσχετισμός αποτυπώνεται στα μοτίβα των χρήσεων γης και την δημιουργία των “κέντρων” στις πόλεις, πράγμα που επίσης αντικατοπτρίζεται στην ιεράρχηση των δικτύων των δρόμων”.<sup>5</sup> Η συνεισφορά της θεωρίας του Hillier βασισμένη στο Χωρικό Συντακτικό, συνέβαλε στο να προκύψει μια αστική επιστήμη την οποία χαρακτηρίζει η πολυπλοκότητα, αναπτύσσοντας ένα εξαιρετικό εργαλείο, το οποίο προσδιορίζει ποσοτικά τις ποιότητες της πόλης, αναλύοντας την επιρροή των δομών και γενικότερα επιχειρεί να ερμηνεύσει την δυναμική των δικτύων μέσω μιας bottom-up λογικής.<sup>5</sup>

### 3.1. Ο αστικός χώρος σαν κάτι παραπάνω

Η φυσική διάσταση του χώρου είναι αυτονόητη.<sup>6</sup> Στο παρόν κείμενο, και βάσει των γραπτών στα οποία αναφερόμαστε, ο Χώρος κατονομάζεται σαν την φυσική οντότητα μέσα στην οποία εκδηλώνονται όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες· ο χώρος επηρεάζει τους ανθρώπους στον τρόπο που τον χρησιμοποιούν και πώς αλληλεπιδρούν μέσα του. Είναι απαραίτητο να δούμε το χώρο σαν κομμάτι των λειτουργιών που συμβαίνουν στα πλαίσιά του. Δε θα έπρεπε να θεωρούμε τον χώρο σαν το παρασκήνιο της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως τον θεωρούμε το πλαίσιο για τα αντικείμενα ή τα κτήρια αλλά σαν μια κρίσιμη πτυχή αυτών που κάνουν οι άνθρωποι.<sup>7</sup>

Είναι γενικότερα αποδεκτό ότι η πόλη αποτελεί τον υποδοχέα του μεγαλύτερου μέρους της ανθρώπινης δραστηριότητας στους χώρους της. Ανθρώπινες συμπεριφορές όπως το φαγητό, η αλληλεπίδραση και η οικοδόμηση συμβαίνουν και παίρνουν τη φυσική τους μορφή. Υπάρχει μια

---

<sup>5</sup> Tsaparas S., “The Generic Code of Bill Hillier\_ A contribution to Complexity Theory in Cities”, *Academia*. 30 Νοεμ 2016. σελ.3 και 7 αντίστοιχα

<sup>6</sup> Ο χώρος, όπως τον αντιλαμβανόμαστε, έχει τρεις διαστάσεις που συμβολίζονται με τρεις διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους. Κάθε στερεό σώμα έχει συγκεκριμένο μήκος, πλάτος και ύψος και μπορεί να κινηθεί και προς τις έξι κατευθύνσεις προκειμένου να φθάσει σε κάποιο άλλο σημείο του χώρου.

<sup>7</sup> Vaughan L. *The spatial syntax of urban segregation*, Progress in Planning, vol. 67, σελ. 205-294, 6 Ιανου 2017.

σχέση μεταξύ του χώρου και της χρήσης του και εντοπίζεται στη σχέση που συνδέει τη διαμόρφωση των ανθρώπων και τη διαμόρφωση του χώρου. Η **διαμόρφωση - configuration**, όπως ορίζεται στο βιβλίο του Hillier “*Space is the machine*”, είναι “ένα σύνολο από αλληλεξαρτημένες σχέσεις, μέσα στο οποίο η καθεμία ορίζεται από τη σχέση της με όλες τις άλλες”.<sup>8</sup>

Τις σχέσεις αυτές ο Hillier έχει προσπαθήσει να τις αποτυπώσει σε μια σειρά από μετρήσεις, απεικονίσεις και χάρτες, καθεμία από τις οποίες αποκαλύπτει το δικό της κομμάτι των ιδιοτήτων μιας πόλης, και της *χωρικής διαμόρφωσης του αστικού συστήματος*. Όλες, αποτελούν μέρος της θεωρίας του Χωρικού Συντακτικού και γι’ αυτό θεωρείται απαραίτητη η παρουσία κάποιων από τις βασικές του έννοιες και εργαλεία.

### 3.2. Βασικές έννοιες “Χωρικής Σύνταξης”

Στο άρθρο “*Space Syntax: A different urban perspective*”<sup>9</sup>, προάγγελο του βιβλίου “*Spatial Logic of space*”<sup>10</sup>, αναφέρονται:

- Ως **αξονικότητα - axiality** ορίζεται η χάραξη των μακρύτερων και λιγότερων σε αριθμό γραμμών που καλύπτουν το σύνολο ενός αστικού συστήματος και το προϊόν της διαδικασίας ονομάζεται **αξονικός χάρτης - axial map**. (σχήμα 3.1.3.2) Ο όρος της αξονικότητας αποδίδει την καθολική αντίληψη και προοπτική για ένα σύστημα, καθώς ο κάθε άξονας θα εκταθεί τόσο ώστε ένα τουλάχιστον σημείο στο χάρτη να είναι ορατό και άμεσα προσβάσιμο.



**Σχήμα 3.1:** Χάραξη ενός άξονα από το σημείο Α στο σημείο Β. (Hillier, Hanson, 1984, σελ.50)

<sup>8</sup> Hillier B., 2007, *Space is the machine*, a configurational theory of architecture, έκδοση online, 4 Οκτ 2016

<sup>9</sup> Hillier, B., Hanson, J., Peponis, J., Hudson, J., & Burdett, R., 1983, “Space Syntax: a different urban perspective”, *The Architects Journal*, 30 November, 1983, London

<sup>10</sup> Hillier B. και Hanson J. , 1984, *The social logic of space*, Cambridge: Cambridge University Press



**Σχήμα 3.2:** Αξονικός χάρτης ενός αστικού συνόλου. (Hillier, Hanson, 1984, σελ.50)

▪ **Κυρτότητα - convexity.** Κυρτός ονομάζεται ένα χώρος που δεν περιέχει κοίλα μέρη. Είναι, δηλαδή, μια περιοχή που ορίζεται από ένα σύνολο ευθειών γραμμών και της οποίας όλα τα σημεία μπορούν να ενωθούν σε ζεύγη με ευθεία γραμμή, η οποία να μη βγαίνει εκτός του χώρου. (σχήμα 3.3)

Ο **χάρτης κυρτότητας** αποτελείται από τους μεγαλύτερους και εκτενέστερους κυρτούς χώρους που μπορούν να καλύψουν μια συγκεκριμένη περιοχή. Ο "κυρτός χώρος" αποτυπώνει την τοπικότερη οπτική αντίληψη γιατί κάθε σημείο του είναι ορατό και άμεσα προσβάσιμο από όλα τα υπόλοιπα σημεία του ίδιου χώρου. Οι "κυρτοί χώροι" χρησιμεύουν κατά τη μελέτη της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης. (σχήμα 3.4)



**Σχήμα 3.3 α, β:** Κυρτός και κοίλος χώρος αντίστοιχα. (Hillier, Hanson, 1984, σελ.50)



**Σχήμα 3.4:** Χάρτης κυρτότητας (Hillier, Hanson, 1984, σελ.50)

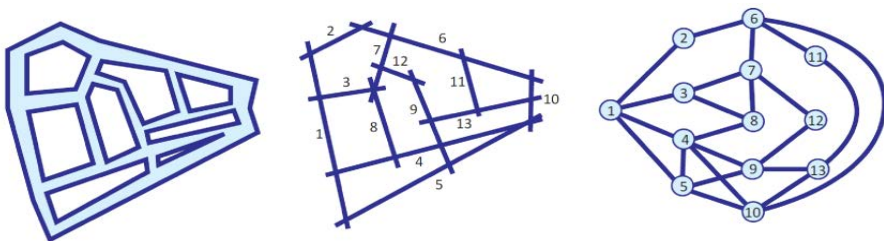
Η μεγαλύτερη βαρύτητα στην θεωρία της χωρικής σύνταξης δεν έχει δοθεί στην δημιουργία των αξόνων ή των διάφορων χαρτών αλλά στην εξέταση και την ερμηνεία των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων που βρίσκουμε στους χάρτες.<sup>11</sup>

Στην εφαρμογή, λοιπόν, του χωρικού συντακτικού οι μετρήσεις των

<sup>11</sup> Rana S., Batty M., "Reformulating Space Syntax: The Automatic Definition and Generation of Axial Lines and Axial Maps". (CASA Working Paper Series 58). Centre for Advanced Spatial Analysis: London

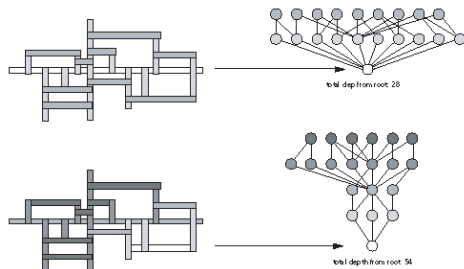
αποστάσεων μεταξύ των χώρων γίνονται με τοπολογικούς όρους και αυτή η **τοπολογική απόσταση** αποτυπώνει τον όρο του βάθους.

Το **βάθος** εντοπίζεται όταν πρέπει να διασχίσεις παρεμβαλλόμενους χώρους για να μεταβείς από το ένα σημείο στο άλλο<sup>12</sup>, με το μικρότερο αριθμό χώρων να σημαίνει μικρό βάθος και ρηχότητα ή ενσωμάτωση - *integration* και το μεγαλύτερο να ορίζεται ως απομόνωση και διαχωρισμός - *segregation*. Ο ορισμός αναφέρει: **ενσωμάτωση - integration** ονομάζεται η κανονικοποιημένη μέτρηση από ένα αρχικό χώρο προς όλους τους άλλους στο σύστημα. Γενικά, υπολογίζει πόσο κοντά βρίσκεται ο κάθε χώρος σε όλους τους άλλους και μπορεί να χαρακτηριστεί ως μέτρηση σχετικής ασυμμετρίας ή σχετικού βάθους.<sup>12</sup>



**Σχήμα 3.5 α, β, γ:** Τμήμα τυχαίου δικτύου δρόμων, αξονικός χάρτης του δικτύου αυτού και αποτύπωση συνδέσεων των αξόνων σε τρία επίπεδα βάθους με αρχή τον άξονα 1 σε J-graph από τα αριστερά προς τα δεξιά. (people.hofstra.edu)

Η μέτρηση του **βαθμού ενσωμάτωσης** και βάθους γίνεται στον αξονικό χάρτη. Διαλέγοντας οποιονδήποτε άξονα μπορούμε να μετρήσουμε τις διασταυρώσεις του με τους υπόλοιπους σε διαφορετικά επίπεδα μέχρι να καλυφθεί το σύνολο του χάρτη και άρα του συστήματος που αναλύουμε, και να υπολογιστεί το βάθος του. Συγκρίνοντας το βάθος των αξόνων, βρίσκουμε αυτόν με το μικρότερο βάθος και άρα πιο ενσωματωμένο και άμεσα συνδέσιμο με το σύνολο των αξόνων. (σχήμα 3.6)



**Σχήμα 3.6:** Σύγκριση δύο J-graph και της αξίας ενσωμάτωσης δύο αξόνων του ίδιου αστικού συστήματος που αναδεικνύει αυτόν με το μικρότερο βάθος και άρα περισσότερο ενσωματωμένο (Hillier, 2009)

Justified graph ή J-graph

<sup>12</sup> Hillier B. και Hanson J., 1984, *The social logic of space*, Cambridge: Cambridge University Press. σελ.108 και 109

είναι ένας χάρτης/γράφημα στο οποίο ένα σημείο, που αντιστοιχεί σε ένα άξονα, τοποθετείται στη βάση του, και όλα τα σημεία που έχουν βάθος 1 από το αρχικό σημείο τοποθετούνται σε μια σειρά αμέσως από πάνω του, όλα τα σημεία σε βάθος 2 από αυτό το σημείο από πάνω από αυτά σε βάθος 1 και ούτω καθεξής έως ότου όλα τα επίπεδα βάθους από το σημείο αυτό αποτυπωθούν.<sup>13</sup>

Κάθε άξονας στον αξονικό χάρτη έχει την δική του *αξία ενσωμάτωσης -integration value*, η οποία αντικατοπτρίζει το πόσο σημαντικός είναι και πώς συνδέεται με τους υπόλοιπους. Αν σε έναν χάρτη αποτυπώσουμε με περισσότερο έντονες αποχρώσεις τις περισσότερες "ενσωματωμένες" γραμμές τότε θα αναδειχθεί μια περιοχή που ονομάζεται *πυρήνας ενσωμάτωσης -integration core*. Στις βιώσιμες πόλεις αυτός ο πυρήνας συνδέεται άμεσα με όλες τις υπόλοιπες περιοχές, γεγονός που ταυτόχρονα σημαίνει ότι όπου κι αν βρίσκεσαι στο σύστημα δεν είσαι μακριά από έναν υψηλά ενσωματωμένο άξονα.<sup>14</sup>

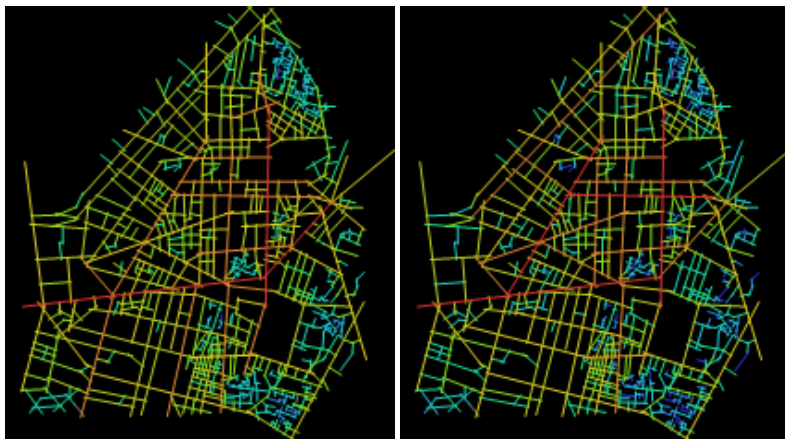


**Σχήμα 3.7:** Αξονικός χάρτης του Λονδίνου με κλίμακες αποχρώσεων σε αντιστοιχία με τον βαθμό ενσωμάτωσης των αξόνων (urbanfloor)

<sup>13</sup> Hillier B. και Hanson J., 1984, *The social logic of space*, Cambridge: Cambridge University Press. σελ.106

<sup>14</sup> Hillier B., 2007, *Space is the machine*, a configurational theory of architecture, έκδοση online, 4 Οκτ 2016. σελ.54

Η αξία ενσωμάτωσης μιας χάραξης μπορεί να αλλάξει ανάλογα με τον αριθμό των επιπέδων σύνδεσης που συμπεριλαμβάνονται στην μέτρηση. Αν η μέτρηση αναφέρεται στη σχέση μιας γραμμής με όλες τις άλλες του συστήματος τότε την ονομάζουμε *γενική ενσωμάτωση -global integration*, ενώ την μέτρηση που αναφέρεται σε τρία επίπεδα σχέσεων *radius-3 ενσωμάτωση ή R-3 ή local integration*.



Σχήμα 3.8 α, β: Γενική και τοπική ή R-3 ενσωμάτωση των αξόνων στο κέντρο του Καΐρου αντίστοιχα και Σχήμα 3.8 γ: συνδεσιμότητα των αξόνων (slideplayer)

Στην περίπτωση που η μέτρηση αναφέρεται μόνο στις άμεσες συνδέσεις ενός άξονα, δηλαδή στα τρία πρώτα επίπεδα σχέσεων την ονομάζουμε *συνδεσιμότητα -connectivity* - του άξονα. Η συνδεσιμότητα είναι μια τοπική ιδιότητα που μπορεί να εξακριβωθεί εξετάζοντας τον ίδιο τον άξονα, ενώ αντίθετα η γενική ενσωμάτωση απαιτεί συνολική γνώση του συστήματος.<sup>15</sup>

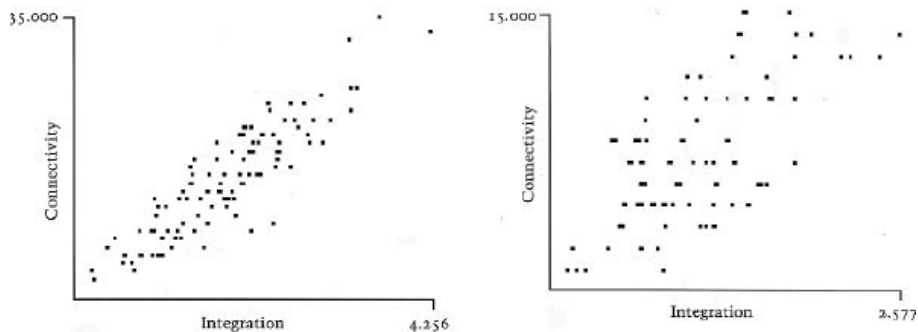


<sup>15</sup> Hillier B., 2007, *Space is the machine*, a configurational theory of architecture, έκδοση online, 4 Οκτ 2016. σελ.71



Ο όρος που συνδέει για το Hillier το τοπικό και το γενικό ονομάζεται *intelligibility* -σε μια προσεγγιστική μετάφραση **κατανοητικότητα**. Ως intelligibility ορίζεται "ο βαθμός στον οποίο αυτό που βλέπουμε και βιώνουμε στο αστικό σύστημα επιτρέπει την ασυναίσθητη κατανόηση της μεγαλύτερης κλίμακας του συστήματος".<sup>16</sup> Ο ορισμός αναφέρεται στην σχέση μεταξύ της συνδεσιμότητας του χώρου -τοπική μέτρηση- και στο βαθμό γενικής ενσωμάτωσης και στην ουσία σημαίνει πώς η διάταξη του χώρου μιας πόλης μπορεί να γίνει κατανοητή από τα μέρη της. Την σχέση μεταξύ της τοπικής ή R-3 και γενικής ενσωμάτωσης την ονομάζει **αξονική συνέργεια - axial synergy** - και με αυτή μετρά τον βαθμό συσχέτισης της εσωτερικής δομής μιας περιοχής με το μεγαλύτερης κλίμακας σύστημα στο οποίο εντάσσεται.<sup>17</sup> "Το κλειδί στην κατανόηση των μερών και του συνόλου είναι η κατανόηση της σχέσης μεταξύ των διαφορετικών βαθμίδων ενσωμάτωσης."<sup>16</sup>

Ο Hillier, στην έρευνά του, θέτει για διάφορες πόλεις διαγράμματα της γενικής ενσωμάτωσης συναρτήσεως της συνδεσιμότητάς τους. Το πόρισμα που απορρέει από τη σύγκριση τους είναι πως οι πιο "υγιείς" πόλεις και αυτές που παρουσιάζουν μεγαλύτερη κατανόηση της διάταξης του χώρου, είναι αυτές που οι τιμές της συνάρτησής τους συσσωρεύονται γύρω από την καμπύλη  $f(x)=\alpha x+\beta$ ,  $\alpha=1$ ,  $\beta=0$ . Σε αντίθεση, πόλεις χαοτικές και δυσνόητες για τους ανθρώπους - ή τους πράκτορες στην διαδικασία εργαστηριακών πειραμάτων - παρουσιάζουν διασπορά των τιμών τους στο καρτεσιανό επίπεδο.



Σχήμα 3.9 α, β: διαγράμματα συνάρτησης ενσωμάτωσης, συνδεσιμότητας δυο διαφορετικών αστικών τομέων (Kim Y O, 1999)

Ακόμη, υποστηρίζει ότι υπάρχει σχέση ανάμεσα στην διαμόρφωση του

<sup>16</sup> Hillier B., 2007, *Space is the machine*, a configurational theory of architecture, έκδοση online, 4 Οκτ 2016. σελ.171 και 127 αντίστοιχα

<sup>17</sup> Hillier B. και Hanson J., 1984, *The social logic of space*, Cambridge: Cambridge University Press. σελ.99-101

χώρου και τι είναι πιθανό να βρίσκεται σε μία περιοχή και ονομάζει αυτή τη σχέση *φυσική κίνηση - natural movement*. Φυσική κίνηση είναι "το ποσοστό κίνησης σε κάθε γραμμή, το οποίο καθορίζεται από την δομή του ίδιου του αστικού ιστού πέρα από την παρουσία συγκεκριμένων ελκτῆρων ή μαγνητῶν".<sup>18</sup> Το μέγεθος αυτό αποτυπώνει ένα ποιοτικό λειτουργικό χαρακτηριστικό του ιστού το οποίο όμως εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την γεωμετρία του χώρου. Με παρόμοιο τρόπο, παρόλο που η μέτρηση ενσωμάτωσης ενός αστικού τμήματος αφορά καθαρά την χωρική ανάλυση, έχει αποδειχτεί σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης των μοτίβων κίνησης, τόσο των πεζῶν όσο και των οχημάτων.<sup>19</sup>

Τέλος, ως *έλεγχος - control* - ορίζεται "ο βαθμός επιλογής που παρουσιάζει κάθε χώρος για τους άμεσα γειτονικούς του σαν χώρος για να μεταβούν".<sup>20</sup> Ο δείκτης του ελέγχου δείχνει πόσο καλή σχέση και επιλογή μετάβασης έχει ένα σημείο αναφορικά με τα υπόλοιπα του συστήματος το οποίο αναλύουμε καθώς βάσει του τύπου υπολογισμού (τύπος 3.1), μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα των συνδεσιμοτήτων των άμεσων γειτνιάσεων του.

$$ctrl_i = \sum_{j=1}^n \frac{1}{C_j}$$

τύπος 3.1: τύπος υπολογισμού του ελέγχου-βαθμού επιλογής ενός χώρου

### 3.3 Θεωρία για μια "Καθολική Πόλη"

Ο τρόπος με τον οποίο ο Hillier αντιμετωπίζει τα θέματα του χώρου κινείται εξ ορισμού στα πλαίσια της γενικότερης επιστήμης της Πολυπλοκότητας. Ο Batty αναφέρεται στο Χωρικό Συντακτικό σαν την μόνη περίπτωση όπου η αναπαράσταση του δικτύου χρησιμοποιείται για να κατατάξει χωρικά φαινόμενα, καθώς "αυτό που μπορεί να δίνει την εντύπωση μιας τυχαίας κατανομής της δραστηριότητας στον κατά τον Ευκλείδη ορισμένο χώρο είναι συχνά μια πολύ οργανωμένη δομή αν ειδωθεί ως δίκτυο".<sup>21</sup>

<sup>18</sup> Vaughan L. "The spatial syntax of urban segregation", *Progress in Planning*, vol. 67, 6 Ιανου 2017. σελ.120

<sup>19</sup> Hillier B., Penn A., "Rejoinder to Carlo Ratti", *Environment and Planning B: Planning and Design* 31, Αυγ 2004. σελ.505

<sup>20</sup> Hillier B., 2007, *Space is the machine*, a configurational theory of architecture, έκδοση online, 4 Οκτ 2016. σελ.109

<sup>21</sup> Rana S., Batty M., "Reformulating Space Syntax: The Automatic Definition and Generation of Axial Lines and Axial Maps". (CASA Working Paper Series 58). Centre for Advanced Spatial Analysis: London

Μέσω των απεικονίσεων *least line maps*<sup>22</sup> μας δίδεται η απλοποιημένη μορφή των αστικών κανάβων. Στις απεικονίσεις αυτές βλέπουμε πόλεις με διαφορετική αρχή και πορεία να μοιράζονται **κοινές ιδιότητες**. Για παράδειγμα, πόλεις με "οργανική μορφή", όπως το Λονδίνο και το Τόκυο και πόλεις με περισσότερο "κανονικό" κάναβο, όπως η Αθήνα και το Σικάγο παρουσιάζουν σε **διάφορες κλίμακες** ανάλυσης ένα μεγάλο αριθμό δρόμων με μικρότερο μήκος και ένα μικρό αριθμό δρόμων πιο μακριών. Σημειώνεται επίσης η *γραμμικότερη συνέχεια* των τελευταίων σε σχέση με τους πρώτους, δηλαδή η τάση των μακριών -βασικών- γραμμών να συνεχίζονται σε άλλες με συνδέσεις ανοικτής κλίσης, σε περισσότερες από μία κλίμακες. Οι βασικές αυτές χαράξεις αποτελούν τις συνδέσεις των επιμέρους κέντρων των πόλεων ενώ οι μικρότερες χαράξεις αποτελούν τον ιστό των κατοικημένων περιοχών που μεσολαβούν από τη μία κεντρική περιοχή στην επόμενη. Για τον Hillier αυτή η καθολική στατιστική ιδιότητα αποτυπώνει πολύ περισσότερα χαρακτηριστικά όσον αφορά τον τρόπο που δομούνται και αναπτύσσονται οι πόλεις.<sup>23</sup>

Ορίζει σαν γενική-καθολική πόλη *το χωρικό αποτέλεσμα του συνδυασμού ενός δικτύου κέντρων σε πρώτο πλάνο - στο προσκήνιο, καθορισμένο από τη μικρό-οικονομία και αναπτυγμένο σε όλες τις κλίμακες και ενός κοινωνικό-πολιτισμικού δικτύου σε δεύτερο πλάνο - στο παρασκήνιο- αποτελούμενο από περιοχές κατοικίας*.<sup>23</sup>

Αυτός ο ορισμός της πόλης επαναπροσδιορίζει και τον ορισμό της κεντρικότητας στις πόλεις. Την αποκαλούμε *εισχωρητική ή διάχυτη κεντρικότητα -pervasive centrality-* γιατί οι λειτουργίες που καθιστούν την περιοχή κεντρική διαχέονται σε όλη την έκταση του δικτύου, σε όλες τις κλίμακες, από την πόλη σαν όλο έως το τοπικό δίκτυο δρόμων.<sup>24</sup> Πρέπει να αναφερθεί ότι η εισχωρητική κεντρικότητα αποδεικνύεται χωρικά βιώσιμη γιατί σημαίνει ότι όπου και να είσαι στο δίκτυο, βρίσκεσαι κοντά σε κάποιο μικρό κέντρο και όχι μακριά από ένα μεγαλύτερο.<sup>25</sup>

<sup>22</sup> Least line map ονομάζουμε την αξονική αφαιρετική απεικόνιση ενός αστικού συστήματος. Αποτελεί άλλη μια ονομασία του αξονικού χάρτη -axial map. Turner, A., Penn, A., & Hillier, B., 2005, An algorithmic definition of the axial map. *Environment and Planning B: Planning and Design* 32, τόμος 3.

<sup>23</sup> Tsaparas S., "The Generic Code of Bill Hillier\_ A contribution to Complexity Theory in Cities", *Academia*. 30 Νοεμ 2016. σελ.3

<sup>24</sup> Hillier B., 2012, *The Genetic Code for Cities: is it simpler than we think* στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Springer Verlag. σελ.139

<sup>25</sup> Hillier, B., Spatial sustainability: organic patterns and sustainable forms, 2009, Seventh International Space Syntax Symposium, 16-36. Royal Institute of Technology, Stockholm

Πολύ συχνά στις αναλύσεις του Hillier συναντάμε ζεύγη εννοιών. Πέρα από τα ζεύγη του παραπάνω ορισμού, πάνω σε ένα τέτοιο ζεύγος αναπτύσσει και την θεωρία του για την κοινή φύση που παρουσιάζουν οι πόλεις ανά τον κόσμο. Η “*Θεωρία της Καθολικής Πόλης*”, δομείται με βασικό στοιχείο το διαχωρισμό της πόλης στο “πραγματικό της υλικό” -κτήρια, δρόμοι, άλλες κατασκευές, στοιχεία που δείχνουν να δέχονται πιο αργές και μόνιμες αλλαγές και ένα πιο ευέλικτο σύστημα αποτελούμενο από τις δραστηριότητες και την αλληλεπίδραση των ανθρώπων.<sup>26</sup> Η σχέση των δύο συστημάτων αποτυπώνεται σε αυτό που ο Hillier αποκαλεί *γενετικό κώδικα -genetic code for cities-* ο οποίος βασίζεται στο Χωρικό Συν-τακτικό και χρησιμοποιεί τα εργαλεία του, και ο οποίος αποτελείται από μια σειρά νόμων που κατά τον Hillier διέπουν την δομή των πόλεων και συνδέουν τα χωρικά και τα κοινωνικά της φαινόμενα.<sup>27</sup>

### 3.4 Νόμοι αστικής διαμόρφωσης

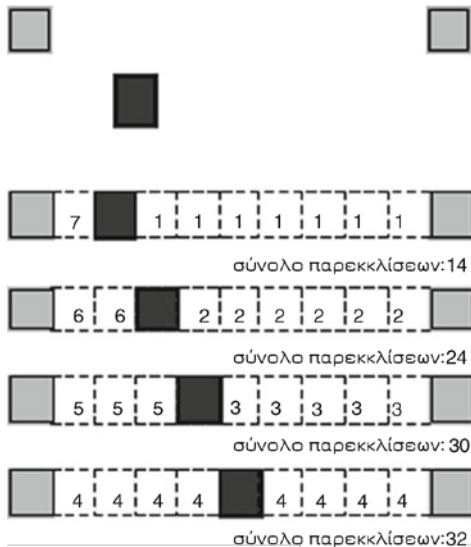
Για τον Hillier η πόλη είναι μια συγκέντρωση κτηρίων που δημιουργούν ένα δίκτυο χώρων και η οποία παίρνει ζωή μέσω των μετακινήσεων και διαφορετικών ειδών δραστηριότητας. Μέσω της μελέτης του αποκαλύπτονται δύο απλοί νόμοι, ο πρώτος ορίζει τον τρόπο που προκύπτουν τα χωρικά μοτίβα από την ύπαρξη των κτηρίων και ο δεύτερος ορίζει την επίδραση αυτών των αναδυόμενων μοτίβων στην κίνηση.<sup>27</sup>

Ο πρώτος νόμος λέγεται *συγκεντρωτικός νόμος -aggregative law-* και ορίζει τον τρόπο που τα στοιχεία του χώρου δομούνται το ένα δίπλα στο άλλο, παράγοντας την φυσική μορφή του χώρου. Κάτι τέτοιο δεν είναι αρκετό για να προκύψει η αστική ποιότητα, καθώς στη θεωρία του genetic code η σχέση των στοιχείων δεν είναι μόνο τοπική αλλά και καθολική.<sup>26</sup>

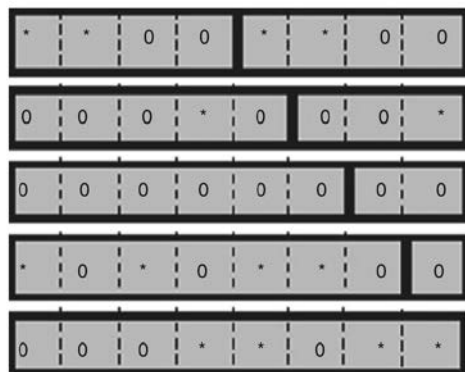
Σύμφωνα με τη θεωρία του Hillier, αυτή η *σχέση “όλων με όλα”* που χαρακτηρίζει τα στοιχεία της πόλης περιγράφεται από το “*νόμο του τετραγώνου*” - *square law-*  $(2n^2 < (n-x)^2 + (n+x)^2)$  έναν χωρικό νόμο βασισμένο σε μαθηματικά μοντέλα που λαμβάνει υπόψη του την διαορατότητα ή δια-προσβασιμότητα των σημείων και με όρους Χωρικής Σύνταξης ονομάζεται *διαμορφωτικός -configurational* για να διαφοροποιείται από τις απλές σχετικές ή γεωμετρικές ιδιότητες.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Tsaparas S., “The Generic Code of Bill Hillier\_ A contribution to Complexity Theory in Cities”, *Academia*. 30 Νοεμ 2016. σελ.4 και 5 αντίστοιχα

<sup>27</sup> Hillier, B., *Spatial sustainability: organic patterns and sustainable forms*, 2009, Seventh International Space Syntax Symposium, 16-36. Royal Institute of Technology, Stockholm. σελ. 151



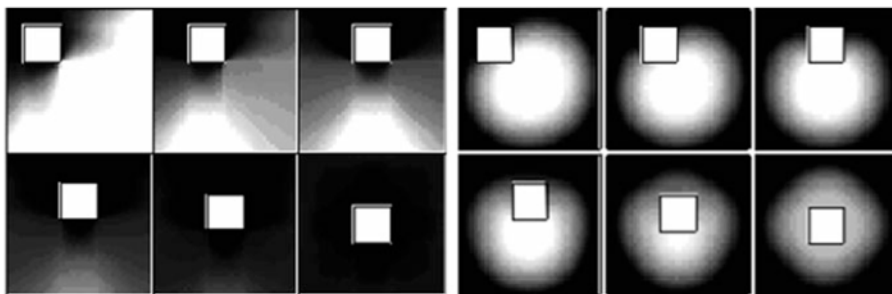
**Σχήμα 3.10:** Όσον αφορά την δια-προσβασιμότητα των αντικειμένων, η μετακίνηση ενός στοιχείου από την άκρη στο κέντρο αυξάνει το σύνολο των αποστάσεων όλων των στοιχείων από όλα τα άλλα (Hillier, 2012)



**Σχήμα 3.11:** Όσον αφορά στην δια-ορατότητα, η μεταβολή της θέσης ενός στοιχείου οπτικής παρεμβολής από το κέντρο στην άκρη προκαλεί αύξηση του δείκτη μέσω της εξίσωσης του νόμου του τετραγώνου. Τέσσερα μέρη βλέπουν τέσσερα και στις δύο πλευρές:  $2(4)^2=32$  Πέντε μέρη βλέπουν πέντε και τρία βλέπουν τρία :  $5^2+3^2=34$  κ.λπ. Οκτώ μέρη βλέπουν οκτώ και καλύπτει το σύνολο της δυνατότητας :  $8^2+0^2=64$ . (Hillier, 2012)

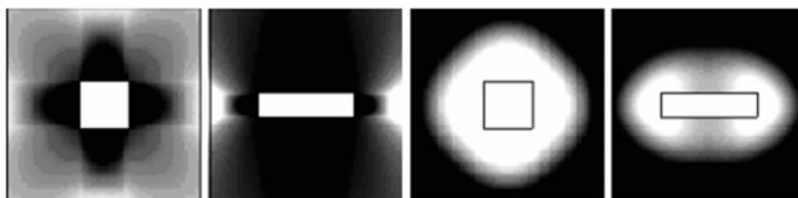
Στο σχήμα 3.10 φαίνεται η διαφοροποίηση του συνόλου των αποστάσεων ή της *καθολικής απόστασης -universal distance-* ενός αντικειμένου καθώς αυτό μετακινείται από τη μία άκρη της στοίχισης στο άλλο, ενώ στο σχήμα 3.11 η διακύμανση της δια-ορατότητας του στοιχείου σε αντίστοιχη μεταβολή.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Hillier B., 2012, *The Genetic Code for Cities: is it simpler than we think* στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Springer Verlag. σελ.141



**Σχήμα 3.12:** Η μετακίνηση ενός αντικείμενου από την γωνία προς το κέντρο μειώνει την δια-ορατότητα (στα αριστερά το λευκό υποδηλώνει μικρότερη οπτική απόσταση προς όλα τα άλλα μέρη και το μαύρο περισσότερο), και μειώνει το μέσο μήκος των διαδρομών (στο δεξί μέρος του σχήματος το λευκό υποδηλώνει μικρότερες μετρικές αποστάσεις και το μαύρο μεγαλύτερες). (Hillier, 2012)

Ο ίδιος νόμος ορίζει τις συνέπειες των αλλαγών στα σχήματα που ακολουθούν: όσο επιμακρύνουμε τις γεωμετρίες, κρατώντας μια περιοχή σταθερή, τόσο μειώνουμε την διαορατότητα και αυξάνουμε τις διαδρομές.<sup>29</sup>



**Σχήμα 3.13:** Αλλάζοντας το σχήμα ενός αντικείμενου από τετράγωνο σε ορθογώνιο μειώνει την δια-ορατότητα και αυξάνει το μέσο μήκος διαδρομής. (Hillier, 2012)

Το πώς, λοιπόν, τοποθετούμε και μορφοποιούμε τα αντικείμενα, όπως τα αστικά τετράγωνα στον χώρο της πόλης καθορίζει τις **προκύπτουσες ή αναδυόμενες διαμορφωτικές ιδιότητες του χώρου - emergent configurational properties of space-** και η χωρική διαμόρφωση των αστικών δικτύων είναι θεμελιώδης για το πώς οι πόλεις παίρνουν μορφή και λειτουργία.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Hillier B., 2012, *The Genetic Code for Cities: is it simpler than we think* στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Springer Verlag. σελ.142

<sup>30</sup> Hillier B., 2009, "Studying Cities to Learn about Minds: How geometric intuitions shape urban space and make it work, *Researchgate*. 2 Σεπτ 2016. σελ.6



**Σχήμα 3.14:** Με τα υπόλοιπα στοιχεία να παραμένουν σταθερά, μια κοντή και μια μακρά γραμμή προκαλούν μεγαλύτερη ενσωμάτωση από δύο γραμμές ίδιου μήκους. Το λευκό χρώμα αποτυπώνει και πάλι την μικρότερη οπτική απόσταση. (Hillier, 2012)

Ο Hillier θεωρεί την ανάδειξη χωρικών μοτίβων τον καθοριστικό παράγοντα στην εξέλιξη της διαμόρφωσης των δικτύων. Με μια έννοια, συσχετίζει αυτές τις δομές με την λειτουργικότητα του αστικού συστήματος. Αυτή η σύνδεση ορίζεται από τον νόμο της φυσικής κίνησης και σαν φαινόμενο ονομάζεται **χωρική παρέμβαση –spatial agency**.<sup>31</sup>

### 3.5. Σχέση όλων με όλα

Εφόσον το δίκτυο διαμορφώνει την κίνηση, με το πέρασμα του χρόνου διαμορφώνει και τις χρήσεις γης, καθώς οι χρήσεις που αναζητούν την κίνηση, όπως το εμπόριο, αναζητούν τοποθεσίες που το δίκτυο έχει αναδείξει ως πολυσύχναστες, ενώ άλλες όπως η κατοικία τείνουν να παραμένουν σε πιο “ήσυχες” περιοχές. Κάτι τέτοιο δημιουργεί πολλαπλασιαστικά και ανατροφοδοτούμενα αποτελέσματα μέσω των οποίων η (καθολική) πόλη κατακτά την διπλή της μορφή που περιγράφει ο ορισμός. Μέσω της επίδρασής του στις μετακινήσεις, το δίκτυο βάζει σε λειτουργία μια αυτό-οργανωμένη διαδικασία μέσω της οποίας σύνολα κτηρίων γίνονται “ζούσες

<sup>31</sup> Tsaparas S., “The Generic Code of Bill Hillier\_ A contribution to Complexity Theory in Cities”, *Academia*. 30 Νοεμ 2016. σελ.6

πόλεις".<sup>32</sup> Το αποτέλεσμα του φαινομένου που περιγράφεται από πάνω ονομάζεται από τον Hillier pervasive centrality – διαχυτική κεντρικότητα, και όπως είδαμε αποτυπώνει την διάχυση των κεντρικών λειτουργιών στον αστικό ιστό με ένα πολύ ιδιαίτερο τρόπο. Η πολυκλιμακότητα της κεντρικότητας στις πόλεις πρέπει να ειδωθεί σαν μια πολύπλοκη λειτουργία με ξεκάθαρες συσχετίσεις και όχι σαν μια απλή ιεραρχία τοποθεσιών.<sup>33</sup>

Όπως βλέπουμε, κατά τον Hillier, οι πόλεις δομούνται και εξελίσσονται βάσει πολλών και πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ επιλογών, τοποθέτησης της γεωμετρίας, γειτονιών και κέντρων. Οι κρίσιμες χωρικές ιδιότητες των πόλεων δεν αφορούν απλά στη σχέση ενός μέρους με τα υπόλοιπα αλλά **όλων των μερών με όλα τα άλλα**.<sup>32</sup> Η θεωρία του Hillier δεν θέτει τη σχέση όλων με όλα στη μέτρηση των αποστάσεων και της επιρροής των σημείων αλλά και των υπόλοιπων δομών του ιστού, δομών που βρίσκονται σε διαφορετικές κλίμακες αποστάσεων και ποιοτήτων.

Μέσω των συνδεδεμένων διαδικασιών της χωρικής ανάδυσης και της χωρικής παρέμβασης μπαίνουν σε λειτουργία οι αυτό-οργανωτικές διαδικασίες μέσα από τις οποίες οι πόλεις παίρνουν την λίγο-πολύ κοινή τους δομή.<sup>32</sup> Αν ένα αστικό σύστημα αφεθεί να εξελιχθεί θα δημιουργήσει μόνο του τις bottom-up και top-down διαδικασίες που θα το οδηγήσουν σε περαιτέρω εξέλιξη. Η μορφή αυτού του αστικού συστήματος δεν είναι απλά η αποτύπωση των οικονομικών και κοινωνικών παραγόντων αλλά και των σχέσεις που αναπτύσσουν μεταξύ τους καθώς και με την γεωμετρία του συστήματος:

**Οποιαδήποτε κι αν είναι η γεωμετρία τους, τα χωρικά δίκτυα πάντα διαθέτουν επιπλέον ιδιότητες.** Παρόλο που η μορφή του συστήματός τους έχει εξελιχθεί bottom-up, η λειτουργία του πραγματοποιείται top-down και για αυτό το λόγο ακριβώς οι ροές κίνησης που καθοδηγούν την εξέλιξη του συστήματος αντικατοπτρίζουν την θέση του κάθε χώρου στη διαμόρφωση της μεγάλης κλίμακας, όχι τις τοπικές ιδιότητες του χώρου. Με αυτή την έννοια, οι ιδιότητες του χώρου που είναι κρίσιμες για την λειτουργία του είναι μη-τοπικές και αντικατοπτρίζουν ένα μεγάλο αριθμό (από-)μακρυσμένων συνδέσεων.<sup>34</sup>

Μέσα στην πόλη που ζει και λειτουργεί, κατά τον Hillier, συνυπάρχουν και αλληλοσυμπληρώνονται οι bottom-up και top-down διαδικασίες σε

<sup>32</sup> Hillier B., 2012, *The Genetic Code for Cities: is it simpler than we think* στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Springer Verlag. σελ.149, 141, 139

<sup>33</sup> Hillier, B., *Spatial sustainability: organic patterns and sustainable forms*, 2009, Seventh International Space Syntax Symposium, 16-36. Royal Institute of Technology, Stockholm. σελ. 3

<sup>34</sup> Hillier B., 2009, "Studying Cities to Learn about Minds: How geometric intuitions shape urban space and make it work, *Researchgate*. 2 Σεπ 2016. σελ.16



διαφορετικούς τομείς και βαθμούς κάθε φορά. Το δίκτυο και οι συνδέσεις διαμορφώνουν τον τρόπο που κινούνται οι άνθρωποι και την τοποθέτηση των χρήσεων γής ενώ με τη σειρά τους αυτά τα στοιχεία και μοτίβα επαναπροσδιορίζουν το δίκτυο. Τα μοτίβα αυτά, δηλαδή, είναι αναδυόμενες δομές -structures-<sup>35</sup> που εμφανίζονται στην καθημερινή χρήση των χώρων και την κίνηση και αποτυπώνουν με την συνεργασία τους τις σχέσεις των στοιχείων της πόλης στο σύνολό της.<sup>36</sup>

### 3.6. Συμπεράσματα

Η μελέτη του Hillier βάσει των αστικών χαρτών που παράγει αποτυπώνει μερικές από τις **τοπολογικές ιδιότητες της αστικής γεωμετρίας** και επί της ουσίας **προσπαθεί να αποκωδικοποιήσει την σχέση μεταξύ του φυσικού συστήματος της πόλης και του ανθρώπινου συστήματος** και να την αποδώσει ποσοτικά.

Το χωρικό συντακτικό έχει αποδειχτεί χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση κάποιων από τους **μηχανισμούς που ωθούν την εξέλιξη της πόλης** και συμμετέχουν στην δόμηση και αναδόμηση της. Στην κριτική του σημειώνεται από πολλούς η **απουσία της τρίτης διάστασης** από τις αναλύσεις καθώς και άλλων παραγόντων όπως οι καταστροφές, η τυχαιότητα κ.α. Ο ίδιος ο Hillier δηλώνει ότι η θεωρία του παραμένει ανολοκλήρωτη λόγω έλλειψης πιο εξελιγμένων μαθηματικών θεωριών και εργαλείων και έτσι πολλές φορές περιορίζεται σε μοντέλα πειραμάτων μειωμένης πολυπλοκότητας σε σύγκριση με τα αστικά συστήματα.

Τελικά, η θεωρία του Hillier, βασισμένη στο Χωρικό Συντακτικό, συνέργησε στην προώθηση της νέας επιστήμης για την πόλη -που την χαρακτηρίζει η πολυπλοκότητα- αναπτύσσοντας ένα εργαλείο για την ποσοτικοποίηση των αστικών ιδιοτήτων, την ανάλυση της επίδρασης των δομών και **γενικότερα την προσπάθεια να ερμηνευτούν οι δυναμικές του δικτύου σε μια bottom-up λογική**,<sup>37</sup> προωθώντας την κατανόηση φαινομένων που μέχρι πρότινος ορίζονταν ως τυχαία ή хаοτικά.

---

<sup>35</sup> Therefore the Grid: the need for a Theory of Order, 1997, 1<sup>st</sup> International Space Syntax Symposium

<sup>36</sup> Hanson Y., "Order and Structure in Urban Design: the plans for the rebuilding of London after the Great Fire of 1666", *Ekistics*, volume 56, 1989

<sup>37</sup> Tsaparas S., "The Generic Code of Bill Hillier\_ A contribution to Complexity Theory in Cities", *Academia*. 30 Νοεμ 2016. σελ.7

## ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

### Επιτομή

*«Ας υποθέσουμε ότι θέλω να κατανοήσω τη «δομή» από κάτι. Τι ακριβώς σημαίνει αυτό; Σημαίνει, φυσικά, πως θέλω να φτιάξω μια απλή εικόνα του, στο μυαλό μου, που μου επιτρέπει να το αδράξω ως ολότητα. Και σημαίνει, επίσης, ότι όσο είναι δυνατόν, θέλω να σκιαγραφήσω αυτήν την εικόνα, με τα λιγότερα δυνατά στοιχεία. Όσο λιγότερα στοιχεία υπάρχουν, τόσο πλουσιότερες οι σχέσεις μεταξύ τους, και τόσο περισσότερο η εικόνα κείται στη «δομή» αυτών των σχέσεων.»<sup>1</sup>*

Για να σχεδιάσουμε στο σύγχρονο αστικό περιβάλλον απαραίτητη προϋπόθεση είναι να καταφέρουμε να αντιληφθούμε τη **δομή** του. Όμως από τον 20<sup>ο</sup> αιώνα και έπειτα, η αστική μορφή έχει υποστεί μια βαθμιαία αλλαγή του χαρακτήρα της από στατικό σε δυναμικό<sup>1</sup>, η οποία καθιστά τη σκιαγράφηση της δομής της πόλης ένα αρκετά πολύπλοκο πρόβλημα.

Για να αντιληφθούμε τις πόλεις κάτω από αυτές τις νέες συνθήκες, και λαμβάνοντας υπόψη ένα αρκετά μεγάλο όγκο πληροφοριών που πρέπει να διαχειριστούν οι σχεδιαστές, είναι απαραίτητη η χρήση υπολογιστών και προγραμμάτων σε εργαστήρια που διεκπεραιώνουν κατάλληλα πειράματα και προσομοιώνουν αστικά μοντέλα στον ψηφιακό χώρο.<sup>2</sup> Από τα δικά τους αποτελέσματα κυρίως αντλούμε υλικό για να προσεγγίσουμε τις πόλεις μέσα από μια νέα οπτική, να αναπτύξουμε την θεωρία της πολυπλοκότητας, όπου η πόλη μελετάται σε **πολλές κλίμακες ταυτόχρονα**, μιας και

<sup>1</sup> Alexander C., *A Timeless Way of Building*, Oxford 1979, Oxford University Press, σελ. 34

<sup>2</sup> Τέτοια είναι κυρίως του Michael Batty, καθηγητή στο Bartlett, και πρύτανη στο Centre for Advanced Spatial Analysis του UCL, του Pierre Frankhauser University of Franche-Comté, Besançon στο εργαστήριό του, Quantitative Social Research, καθώς και πολλών άλλων που έχουν συνεισφέρει με δημοσιεύσεις ερευνών για διάφορες πόλεις όπως των Fatih Terzi, H. Serdar Kaya, για την Κωνσταντινούπολη, του Νικηφόρου Λαγαρά για τη Θεσσαλονίκη κ.α.

τα στοιχεία που την καθιστούν ένα βιώσιμο ανθρώπινο σύνολο λειτουργούν σε όλες τις χωρικές και χρονικές διαστάσεις.

Από τις έρευνες αυτές είναι δυνατό να μελετήσουμε και να κατανοήσουμε μια μορφή χωρίς να της δώσουμε μια συγκεκριμένη υπόσταση. Αποτινάσσοντας τη σκέψη άριστων μορφών -όπως στην μέχρι τώρα θεωρία της πολεοδομίας- η ανάπτυξη πόλεων μέσω της σύγκρισης φαίνεται να παρέχει περισσότερο απτές και εμπράγματα αστικές επιλύσεις, όπως στο παράδειγμα του Λονδίνου που αναλύουν οι Batty & Longley<sup>3</sup>.

Μέσα από χάρτες και πίνακες μπορούμε να παρατηρήσουμε τη σχέση που έχει κάθε σημείο μιας πόλης με το κέντρο της, τη συνδεσιμότητά του με άλλα σημεία, την οικονομική του ισχύ και επιρροή του στο μικρό και μεγάλο οικονομικό σύστημα<sup>4</sup>. Οι φρακταλικοί χάρτες είναι πηγή ιδεών για τα δίκτυα και τις συνδέσεις που συντηρούν τις πόλεις και τις μετακινήσεις και δείχνουν με ποίο τρόπο οι τελευταίες συνεισφέρουν στην κινητικότητα που μπορεί να αποτελέσει εφελθτήριο για την αστική διάχυση και το διαχωρισμό διαφορετικών χωρικών δραστηριοτήτων<sup>5</sup>.

Αυτός είναι ένας τύπος σχηματοποίησης του πώς δύο δυνάμεις ή αρχές αλληλεπιδρούν για να παράξουν μια δομή που αναπαριστά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της σύγχρονης πόλης. Δεν στοχεύει σε κάτι άλλο παρά στην παραγωγή ενός γραφιστικού τρόπου αποτύπωσης της αντίληψης ότι η ασυντόνιστη bottom-up αλλαγή οδηγεί σε πολύ τακτικές δομές -fractal- τα οποία αναδύονται από αυτή τη σχετικά απλή διαδικασία..

Στόχος μας είναι να διευκρινίσουμε πως η γεωμετρία fractal συνδυασμένη με την σύγχρονη τέχνη των υπολογιστικών γραφικών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παράξει μια υψηλώς ρεαλιστική αλλά μινιμαλιστική εικόνα, όπως ο Alexander (1979) υπονοεί άνωθεν, εικόνα που έχει κάτι παρὰπάνω από επιφανειακό νόημα όταν εφαρμόζεται σε αστικά συστήματα<sup>6</sup>.

## 4.1. Η φρακταλική δομή της πόλης

Η παραδοσιακή εικόνα μας για την πόλη, με τη μονοκεντρικότητά της γύρω από ένα ιστορικό κέντρο, το οποίο καθορίζει την οικονομική δύναμη των περιοχών και των συνδέσεών της, δεν αποτελεί πλέον πραγματικότητα. Οι πόλεις φαίνεται να είναι πολύ πιο πολύπλοκες απ' ό,τι υποθέταμε. Σε μεγάλες πόλεις (Λονδίνο, Ν. Υόρκη, κ.α.) μπορεί το ιστορικό κέντρο να είναι

---

<sup>3</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.41

<sup>4</sup> ο.π. σελ.35

<sup>5</sup> M. Batty, "Building a Science of Cities", *J. Cities* (2011), doi:10.1016/j.cities. Νοέμβριος 2011, σελ.1

<sup>6</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.96

καλά ορισμένο αλλά παρ' όλα αυτά η υπόλοιπη μητρόπολη να μην είναι αρκούντως συνδεδεμένη με βάση την προσέγγιση του παραδοσιακού μοντέλου. Υπάρχουν, δε, πόλεις που το ιστορικό κέντρο δεν υπάρχει, τουλάχιστον σε οικονομικό επίπεδο, όπως για παράδειγμα στο Detroit<sup>7</sup>. Ωστόσο, παρατηρούνται στοιχεία κοινά σε όλες τις πόλεις, όπως οι περιοχές υψηλής και χαμηλής πυκνότητας, η τάση και ο τρόπος τους για εξάπλωση, τα δίκτυα κ.α., τα οποία μας κάνουν να τις αναγνωρίζουμε σαν ενιαία σύνολα. Ο τρόπος με τον οποίο αυτά παρατηρούνται και επεξεργάζονται, έχουν οδηγήσει τους αστικούς αναλυτές στο να εντάξουν στον αστικό σχεδιασμό, τη θεωρία της Πολυπλοκότητας.

Μέχρι πρόσφατα, οι πόλεις θεωρούνταν ότι βρίσκονταν σε κατάσταση **ισορροπίας** και κάθε παρέκκλιση από την κατάσταση αυτή θεωρούνταν **προβληματική**. Έτσι, ειδικά από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, εδραιώθηκε μια πολύ ισχυρή τάση στον αστικό σχεδιασμό: να αντιμετωπίζονται τα ανθρώπινα συστήματα όπως τα μηχανικά, με αποτέλεσμα αυστηρές top-down λύσεις να επιλέγονται ως οι πλέον κατάλληλες για το σχεδιασμό πόλεων<sup>8</sup>.

Ήταν ο πνευματικός πατέρας της αγγλικής πολεοδομίας ο Patrick Geddes, που πρώτος έθεσε τη διαφωνία του με τα συγκεντρωτικά μοντέλα του αστικού σχεδιασμού και ασχολήθηκε ενεργά με τη σύνδεση της πολυπλοκότητας και του αστικού σχεδιασμού. Ακολουθούμενος από τον Ebenezer Howard, Louis Mumford και αρκετούς άλλους αστικούς αναλυτές έθεσε το αστικό πεπραγμένο ως κάτι οργανικό, ή πιο συγκεκριμένα ως έναν οργανισμό, για να δοθεί η ιδέα μιας οργανικής ενότητας, σε αντίθεση με τη λογική ότι η πόλη είναι ένα σύνολο στοιχείων που τοποθετούνται μαζί για να ολοκληρώσουν ένα μηχανισμό<sup>9</sup>.

Οι πόλεις είναι πλουραλιστικές και ακριβώς γι' αυτό δεν υπάρχει μια κυρίαρχη οπτική κάτω από την οποία μπορούν να μελετηθούν. Η έννοια της πόλης σαν ένα σύστημα σε συνεχή ισορροπία καταρρέει, για να αντικατασταθεί από δυναμικές του **χάους** (chaos theory), των **καταστροφών** (catastrophes) και των **διακλαδώσεων** (bifurcations). Στοιχεία της πόλης αλληλεπιδρούν και αναπτύσσονται μέσα από μια διαρκή «μάχη» σε ανοιχτά συστήματα, που είναι επιρρεπή σε εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις. Έτσι ξεχωριστοί πληθυσμοί αναπτύσσονται, νέες αλληλεπιδράσεις κινούνται σε νέα δίκτυα, ενώ παλαιότερα φθίνουν για να δώσουν τη θέση τους σε νέους χώρους στην πόλη<sup>10</sup>. Όλα αυτά συνδέονται με την έννοια της **«κλιμάκωσης»**. Η κλιμάκωση προσήκει στο πως τα στοιχεία και ολόκληρα

<sup>7</sup> Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals (MIT Press) Michael Batty (2007-08-24), σελ. 19

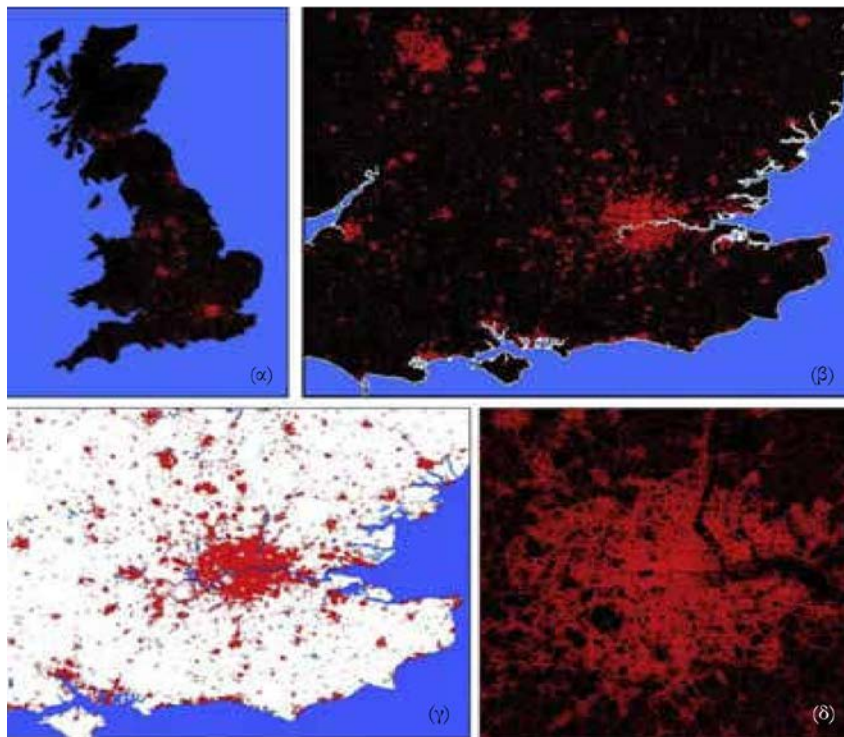
<sup>8</sup> Michael Batty & Stephen Marshall, *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, Springer, σελ.35

<sup>9</sup> Batty, M., and Marshall, S., "The Evolution of Cities: Geddes, Abercrombie, and the New Physicalism", *Town Planning Review*, Centenary Edition, Volume 79, 2009, σελ.1

<sup>10</sup> Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε κείμενα του M. Batty, 1994, 2002, 2004

τα συστήματα -στη δική μας περίπτωση η πόλη- μεταβάλλουν το σχήμα και το μέγεθός τους, όχι μόνο στο χώρο αλλά και στο χρόνο<sup>11</sup>. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζει αυτό-ομοιότητα ή ανεξαρτησία κλίμακας που από πολλούς ερευνητές έχει συσχετιστεί -όπως αναφέραμε στο πρώτο κεφάλαιο- με τη γεωμετρία fractal.

Ο Frankhauser αναφέρει ότι η πυκνότητα εξαρτάται από την ιεραρχία και επίσης ότι γύρω από μια περιοχή υψηλής πυκνότητας (που από τη γεωμετρία fractal παράγει σημεία υψηλής μάζας) συγκεντρώνονται περιοχές χαμηλής πυκνότητας<sup>12</sup>. (χάρτες σχήματος 4.1)



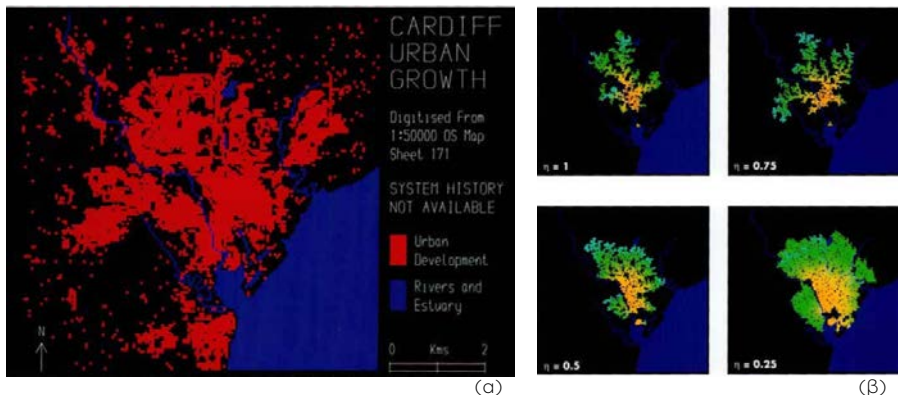
**Σχήμα 4.1** Στο 4.1.δ. βλέπουμε πως εξαπλώνεται το Λονδίνο. Στο 4.1.γ. την εξάρτηση των γύρω περιοχών μικρότερης μάζας, που «έλκονται», από τη μεγαλύτερη. Στα 4.1.β. και 4.1.α. η κλίμακα αυξάνεται και μας παρέχει μια γενική εικόνα. Η ανεξαρτησία κλίμακας αρχίζει να εμφανίζεται.

Τα δίκτυα και οι διαδράσεις των ανθρώπων καθώς και οι ροές πληροφοριών είναι επίσης ένα σημαντικό στοιχείο του αστικού πεπραγ-

<sup>11</sup> M. Batty, "Building a Science of Cities", *J. Cities* (2011), doi:10.1016/j.cities. Νοέμβριος 2011, σελ.2

<sup>12</sup> P. Frankhauser, "Fractal Geometry of Urban Patterns and their Morphogenesis", *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Issue 2, Vol. 2, Δεκέμβριος 1997, σελ.128

μένου, αφού όπως έχουν υποστηρίξει και οι Glaeser (2011) και Jacobs (1961), οι πόλεις είναι για να «ενώνουν τους ανθρώπους». Ισχυροί άξονες δημιουργούν συνδέσεις με άλλους μικρότερους οι οποίοι ενώνονται σε ένα ενιαίο δίκτυο πολλών κλιμάκων. Ονομάζεται το «μοντέλο της επικόλλησης» και ορίζεται από έναν νόμο κλίμακας ο οποίος είναι αρκετά γενικός ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε μέρη πόλης, δίκτυο πόλεων ή και μεταξύ ομάδων ανθρώπων<sup>13</sup>. Οι δεινρικές δομές fractal που παρουσιάζουν την εξάπλωση του δικτύου στο Cardiff, είναι αποτέλεσμα έρευνας του εργασιρίου του Μ. Batty και φαίνεται στο σχήμα (4.2).



**Σχήμα 4.2** Στο 4.2.α. γίνεται η προσομοίωση ανάπτυξης του Cardiff. Στο 4.2.β. δοκιμάζονται τρόποι ανάπτυξης δικτύου, με περιορισμούς.

Όλα αυτά, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι πόλεις δεν καλύπτουν πλήρως το χώρο που τους δίνεται αλλά καλύπτουν ένα μέρος του ευκλείδειου χώρου, όπως και τα fractals, δεν είναι για να αποδείξουμε πως κάποιες πόλεις είναι φρακταλικές έναντι άλλων, αλλά πως όλες οι πόλεις παρουσιάζουν **φρακταλικές δομές** και πως μπορούν να αποτυπωθούν από τις ψηφιακές τεχνολογίες με τα κατάλληλα μαθηματικά<sup>14</sup>, έτσι ώστε να παράξουν μια καθολική εικόνα της πόλης. Μέσω των fractal μπορούν να μελετηθούν ακόμη και ροές πληροφοριών στο διαδίκτυο, ένα δίκτυο που παίζει σημαντικό ρόλο στη σύγχρονη αστική ζωή<sup>15</sup>. Μέλημά μας, λοιπόν, δεν είναι να εντάξουμε την πόλη στη γεωμετρία fractal, αλλά τη γεωμετρία αυτή στην πόλη, που είναι η ίδια ο μυητής ενός φρακταλικού κατασκευ-

<sup>13</sup> Μ. Batty, "Building a Science of Cities", *J. Cities* (2011), doi:10.1016/j.cities. Νοέμβριος 2011, σελ. 4

<sup>14</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.28

<sup>15</sup> Michael Batty & Stephen Marshall, *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, Springer, σελ.26 & Μ. Batty, "Building a Science of Cities", *J. Cities* (2011), doi:10.1016/j.cities. Νοέμβριος 2011, σελ.4

άσματος, και η ανατροφοδότηση των στοιχείων που την αποτελούν είναι ο γεννήτορας.

## 4.2. Μοντέλα αστικής ανάπτυξης & Θεωρία Πολυπλοκότητας

Έχοντας εισάγει την έννοια της Πολυπλοκότητας και τη γεωμετρία fractal στον αστικό σχεδιασμό, οφείλουμε να παρατηρήσουμε κάποιες γενεσιουργές δυνάμεις ή «οδηγούς» κατά τον Batty<sup>16</sup> που ωθούν την πόλη σε αλλαγή και εξέλιξη. Στο βιβλίο του ο Batty θέτει τις εξής πέντε: **τυχαιότητα, ιστορικό ατύχημα, φυσικός ντετερμινισμός, φυσικό πλεονέκτημα και συγκριτικό πλεονέκτημα.**

**Τυχαιότητα** ορίζεται ως η απόφαση που παίρνεται στη στιγμή. Προφανώς και μπορεί κάθε χρονική περίοδο να υπάρχουν διαφορετικοί, κάθε φορά, παράγοντες που να επηρεάζουν αυτήν τη στιγμιαία απόφαση, αλλά η τυχαιότητα είναι καλό να εκλαμβάνεται ως ο «θόρυβος» στην επιλογή αποφάσεων.

Ο ρόλος του **ιστορικού ατυχήματος** είναι λίγο πιο ευδιάκριτος. Οι πόλεις συνήθως ιδρύονται από αποφάσεις που πολλές φορές είναι από καθαρή σκοπιμότητα, εκείνης της εποχής. Για παράδειγμα στο Λονδίνο, οι Λατίνοι εγκαταστάθηκαν στη βόρεια όχθη του Τάμεση με αποτέλεσμα μέχρι και σήμερα οι περισσότερες οικονομικές δραστηριότητες και η καλύτερη συγκοινωνία να εντοπίζονται εκεί.

**Φυσικός ντετερμινισμός** είναι οι περιορισμοί που δέχεται η πόλη από το περιβάλλον της. Υπάρχουν π.χ. σημεία πλήρως ακατάλληλα για δρόμους, επομένως χρησιμοποιείται διαφορετική επίλυση σε διαφορετικό χωρικό πλαίσιο. Η τεχνολογία είναι βασικό εργαλείο της υπέρβασης προβλημάτων φυσικού ντετερμινισμού, όπως για παράδειγμα στην Ολλανδία όπου παλαιότερα οι πόλεις απαγορεύονταν να εξαπλωθούν προς τη θάλασσα, όμως τον τελευταίο αιώνα έχουν γίνει αλματώδεις πρόοδοι στην ανάκτηση γης απ' το νερό.

Οι τελευταίοι δύο οδηγοί είναι αυτοί που σχετίζονται περισσότερο με τη θεωρία τοποθεσίας<sup>17</sup>. Ο τέταρτος είναι το **φυσικό πλεονέκτημα** που έχει να κάνει με τις πηγές που υπάρχουν και μπορούν να εκμεταλλευτούν για οικονομικό όφελος, όπως κόμβοι όπου διασταυρώνονται δρόμοι, πληθώρα κάποιου πρωτογενούς πόρου κ.α. Ο πέμπτος λέγεται **συγκριτικό πλεονέκτημα** και είναι η σχέση που έχει μια πόλη σε σύγκριση με άλλες τις

---

<sup>16</sup> (Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals (MIT Press) by Michael Batty (2007-08-24), σελ. 21)

<sup>17</sup> Isard, W., *Location and Space-economy; a General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade, and Urban Structure*, Cambridge 1956, Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and Wiley, σελ. 122

οποίες «ανταγωνίζεται». Όπως είδαμε προηγουμένως στην εικόνα 4.1(iv) η ανάπτυξη των πόλεων στην Αγγλία εξαρτάται από το συγκριτικό πλεονέκτημα της απόστασης της καθεμιάς, από το Λονδίνο.

Κάθε χωρική ανάπτυξη λοιπόν, θεωρείται στο παρόν πλαίσιο, ένας συνδυασμός των παραπάνω κινητήριων δυνάμεων. Αν τώρα καλέσουμε την εξέλιξη (ή πληθυσμό) στο σημείο  $i$ , στο χρόνο  $t$ ,  $P_i(t)$ , μπορεί να θεωρηθεί σαν μια συνάρτηση ενός τυχαίου γεγονότος συσχετιζόμενου με το  $i$ ,  $\varepsilon_i(t)$ , ενός ιστορικού ατυχήματος  $h_i(t)$ , ενός φυσικού περιορισμού  $c_i(t)$ , ενός φυσικού πλεονεκτήματος  $\alpha_i(t)$  και ενός συγκριτικού πλεονεκτήματος  $v_i(t)$ . Έτσι έχουμε:

$$P_i(t) = \{\varepsilon_i(t), h_i(t), c_i(t), \alpha_i(t), v_i(t)\}, \quad (4.1)$$

όπου η σχέση έχει συμπεριλάβει διάφορες αν και ακόμα ακαθόριστες διαδικασίες, με σκοπό να παραχθεί αστική ανάπτυξη<sup>18</sup>. Οι εξισώσεις  $\varepsilon_i(t) \dots v_i(t)$ , είναι διαφορικές εξισώσεις και οι λύσεις τους αποτελούν συνάρτησεις που συνδέουν το κάθε μέγεθος, με το ρυθμό ανάπτυξής του.

Τα παραπάνω είναι τα ελάχιστα από τα δεδομένα που χρειαζόμαστε για να κατανοήσουμε πως προσεγγίζεται μαθηματικά η αστική μελέτη, με σκοπό την εισαγωγή παραμέτρων σε ένα λογισμικό. Είναι όμως αρκετά, ώστε να αποδώσουν τη γενική σκέψη πίσω από την ανάλυση. Εδώ, δε θα μας απασχολήσουν τα μαθηματικά της γεωμετρίας fractal -μιας και απαιτούν αντικείμενο ενδελεχούς μελέτης- αλλά τα τρία αναπτύγματα-κλειδιά που έχουν οδηγήσει σε μοντέλα και τεχνικές, που πλέον αποτελούν την ουσία της Θεωρίας Πολυπλοκότητας στην εφαρμογή της σε δυναμικά συστήματα και μοτίβα που παράγονται από τις εξισώσεις αυτές.

Πρώτον είναι τα **μοντέλα** που ασχολούνται με **διαφορετικών ειδών δυναμικές**, όπως την αλλαγή της φρακταλικής διάστασης της Κωνσταντινούπολης που θα δούμε σε επόμενο παράδειγμα· δεύτερον είναι τα μοντέλα που ασχολούνται με **διάφορα μοτίβα που αναδύονται** από τις δυναμικές αλλαγές που πηγάζουν από τα κάτω προς τα πάνω (πράκτορες, κυτταρικά αυτόματα)· και τρίτον, μοντέλα που ασχολούνται με τις σχέσεις μεταξύ στοιχείων που αποτελούν τα εν λόγω μοτίβα και οι δυναμικές τους αρθρώνονται υπό τη **μορφή δικτύων**<sup>19</sup>.

Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι ένας σημαντικός λόγος που δεν είναι προβλέψιμα τα αστικά μοντέλα, αφού οι συμπεριφορές είναι χαοτικές. Αυτό σημαίνει ότι είναι ουσιαστικά αδύνατον να βρούμε την αρχική κατάσταση από την οποία προέκυψε ένας αστικός ιστός κι έτσι τα μελ-

<sup>18</sup> Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals (MIT Press) by Michael Batty (2007-08-24), σελ. 22-24)

<sup>19</sup> M. Batty, S. Marshall, The Origins of Complexity Theory in cities and planning, 2012, σελ. 35)



λοντικά αποτελέσματά του. Η **μη προβλεψιμότητα** αναπαριστάται από μη γραμμική ανατροφοδότηση και μεταβολές φάσης έτσι ώστε να μπορέσουμε να την προσομοιώσουμε στην πόλη. Αυτή η προσομοίωση εκτελείται για να εξάγουμε πληροφορίες και να κατευθύνουμε σε σχεδιαστές, μια ροή ανάπτυξης προς τη φυσική της τάση. Σε κάποια συστήματα είναι αδύνατον να προβλέψουμε τα αποτελέσματα παραλείποντας την προσομοίωση.

Θα συναντήσουμε παρακάτω τα κυτταρικά αυτόματα, τους πράκτορες και κάποιες από τις σχέσεις που τα διέπουν, για να δούμε πώς σε ένα πειραματικό στάδιο, σε διάφορα εργαστήρια, έχουν χρησιμοποιηθεί ώστε να δημιουργηθούν δομές αναδυόμενες, χωρίς προγραμματισμό στην αρχική τους κατάσταση. Με παρόμοιο τρόπο αναπτύσσονται οι ανθρωπινες πόλεις. Παράλληλα, σ' αυτά τα μοντέλα, αναπτύσσονται δικτυακές δομές καθώς η αστική τους φόρμα εξαπλώνεται και ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρονται οι πληροφορίες απαιτεί αρκετή μελέτη και προσοχή, δεδομένου ότι ήταν πάντα από τα πρωταρχικά μελήματα του πολεοδομικού σχεδιασμού.

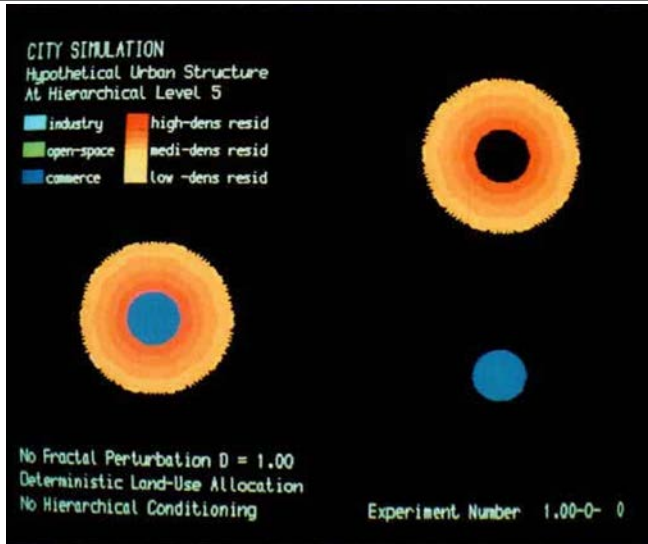
#### 4.3. Αστική διάχυση και παραδείγματα αστικής εξάπλωσης

Μια από τις καλύτερες εφαρμογές της γεωμετρίας fractal στα αστικά μοντέλα είναι αυτή που μας παρέχει μια εικόνα της πόλης στο επίπεδο. Η εικόνα αυτή δημιουργείται από υπολογιστικά προγράμματα στα οποία έχουμε θέσει όχι την κάτοψη, αλλά τα δεδομένα της πόλης. Αν αυτά είναι επαρκή τότε έχουμε προσεγγίσει την πραγματικότητα σε ικανοποιητικό βαθμό. Για να δώσουν το έναυσμα για τέτοιες μελέτες χρησιμοποιούνται υπάρχουσες θεωρίες οικονομικών σχέσεων ή σχέσεις απόστασης-χρήσης γης.. Το πλεονέκτημα του υπολογιστή είναι πως παρουσιάζει τις αλλαγές που επιφέρουν στην πόλη οι διάφορες παράμετροι. Ως ένα πρώτο παράδειγμα μπορούμε να δούμε πως διαρθρώνονται, προσεγγιστικά, οι χρήσεις γης στο Λονδίνο, από μια προσομοίωση των Batty & Longley, στο βιβλίο τους *Fractal Cities*, στο παρακάτω σχήμα (4.3)

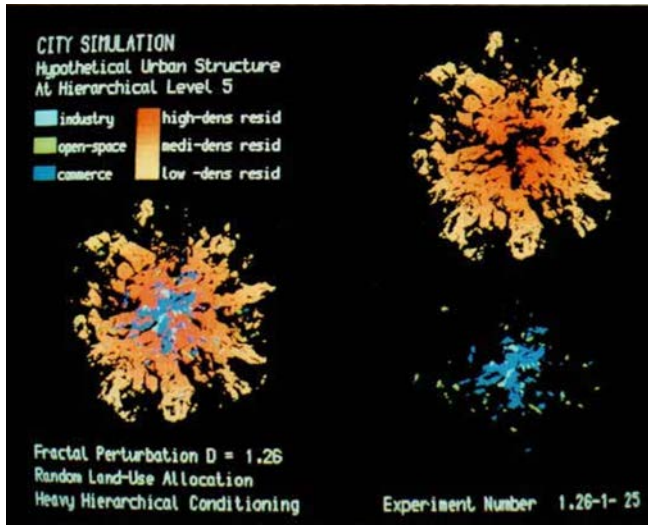
Από τη σχέση απόστασης από το κέντρο (CBD)<sup>20</sup>-χρήσης γης, ο Von Thunen (*The Isolated State*, 1826), θέτει τη σχέση:

---

<sup>20</sup> **Central Business District (CBD)**: Αποτελεί το εμπορικό και επιχειρησιακό κέντρο μιας πόλης. Σε μεγάλες πόλεις, είναι συχνά συνώνυμο με το οικονομικό διαμέρισμα της, Γεωγραφικά, πολλές πόλεις έχουν το CBD μακριά από το εμπορικό ή πολιτιστικό κέντρο. Το CBD όπως και το κέντρο μπορεί να βρίσκονται σε περιοχές με πληθώρα δραστηριοτήτων και χρήσεων. Εάν και αρκετές φορές μπορεί το CDB με το κέντρο της πόλης να συμπίπτουν οι δύο ιδέες είναι ξεχωριστές.



Σχήμα 4.3 Επάνω τα δαχτυλίδια χρήσεων γης του Von Thunen. Κάτω η φρακταλική τους ανάλυση από Batty & Longley. Ένας ισχυρισμός είναι πως ο πρώτος χάρτης είναι ακριβής όπως ο δεύτερος, αλλά έχει θεωρηθεί για κάθε στοιχείο διάσταση fractal  $d=1$



$$p^u(r) = \alpha^u + b^u(r - R^u), \quad u = 1, 2, 3, \dots \quad (4.2)$$

Όπου τα  $\alpha^u$ ,  $b^u$ ,  $R^u$ , είναι παράμετροι των οποίων η βαρύτητα και η ύπαρξη καθορίζει την πιθανότητα κατανομής χρήσεων γης σε σχέση με την απόσταση από το CBD. Τα δαχτυλίδια του φαίνονται στην (iii.a) ενώ στην (iii.β),

παρουσιάζεται η ίδια κατανομή, αλλά με μια διαφορά. Η δεύτερη σχέση που χρησιμοποιείται από τους μελετητές είναι η εξής:

$$p^u(r_s) = \alpha^u + b^u(r_s - R^u), \quad u = 1, 2, 3, \dots \quad (4.3)$$

Όπου πλέον η απόσταση  $r_s$  αντανakλά το γεγονός ότι η (4.3) τώρα, **εφαρμόζεται σε κάθε επίπεδο  $s$** , ιεραρχικής προσομοίωσης. Η χρήση γης δεν εφαρμόζεται στην πραγματικότητα στο επίπεδο  $s$ , αλλά στο επόμενο επίπεδο κάτω ( $r_{s+1}$ ), και συνεχίζει σε κάθε νέο επίπεδο λεπτομέρειας. Γι' αυτό και παρατηρούμε έναν πιο αληθοφανή χάρτη χρήσεων γης.<sup>21</sup>

Η εικόνα (σχήμα 4.3) μας δίνει μια γενική ιδέα για το πως μπορεί να μελετηθεί η πόλη ως προς τις χρήσεις και πως η τεχνική που χρησιμοποιείται, μας επιτρέπει να κάνουμε κάποιες προβλέψεις για το μέλλον, όσον αφορά πιθανότητες εμφάνισης χρήσεων γης σε συγκεκριμένα σημεία. Έχουμε εισάγει τη γεωμετρία fractal στον αστικό σχεδιασμό, για έναν ακόμη λόγο. Για να μπορούμε να μελετήσουμε φαινόμενα που **μεταβάλλονται στο χώρο όσο και στο χρόνο**. Ένα ισχυρό τέτοιο παράδειγμα στην περίπτωση μας είναι η **αστική εξάπλωση**, δηλαδή ο τρόπος που η πόλη καλύπτει ένα δοθέντα χώρο και αναπτύσσεται σε αυτόν.

Στα δύο παραδείγματα που ακολουθούν οι μελετητές Fatih Terzi & Serdar Kaya στην έρευνά τους για την Κωνσταντινούπολη, και ο Guoqiang Chen για διάφορες αμερικάνικες πόλεις παρουσιάζουν αναλυτικά τη μεθοδολογία που ακολούθησαν καθώς και τα προγράμματα και τις τεχνικές που χρησιμοποίησαν.<sup>22</sup>

Όπως έχουμε αναφέρει, η διάσταση fractal είναι ο **δείκτης του ποσοστού κάλυψης του χώρου**. Μπορεί καλύτερα να αναλυθεί όταν συνδυαστεί με τη **λειβικότητα** (προσεγγιστική μετάφραση: lacunarity), δηλαδή τις σχισμές, τα κενά και τις κοιλάδες που δημιουργεί το fractal. Η λειβικότητα δείχνει τον τρόπο που τα δεδομένα πληρούν το χώρο<sup>23</sup>. Η μόνη σχέση που παραθέτουμε για τα παραδείγματα είναι αυτή που υπολογίζει τη διάσταση fractal ενός αντικειμένου, από την οποία προκύπτουν και σχέσεις της μορφής με τον πληθυσμό, το χώρο και άλλα δεδομένα. Να σημειώσουμε πως η διάσταση fractal για μια πραγματική πόλη δεν είναι ενιαία όπως σε ένα ντετερμινιστικό fractal, κατασκευασμένο από υπολογιστή, αλλά υπολογίζεται για πολλές περιοχές, μέσω της καμπύλης ελαχίστων τετραγώνων:

<sup>21</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ. 112, 133-134

<sup>22</sup> Στην παρούσα ερευνητική, θα ασχοληθούμε με τα αποτελέσματά τους καθώς και με τη σχέση που έχουν αυτά με τη διάσταση fractal των πόλεων, χωρίς να αναλύσουμε τη μεθοδολογία, καθώς δεν έχουμε επιτελέσει δικές μας πειραματικές έρευνες.

<sup>23</sup> Michael A. McAdams, *The application of fractal analysis and spatial technologies for urban analysis*, 2009, σελ. 572

$$D = -\left(\frac{\log N_k}{\log r_k}\right) + E_s = \frac{\log N_k}{\log(1/r_k)} + E_s \quad (4.4)$$

Όπου,  $D$  είναι η διάσταση fractal,  $N_k$  ο αριθμός αυτό-όμοιων αντικειμένων, και  $r_k$  ο λόγος κλίμακας και  $E_s$  το σφάλμα<sup>24</sup>.

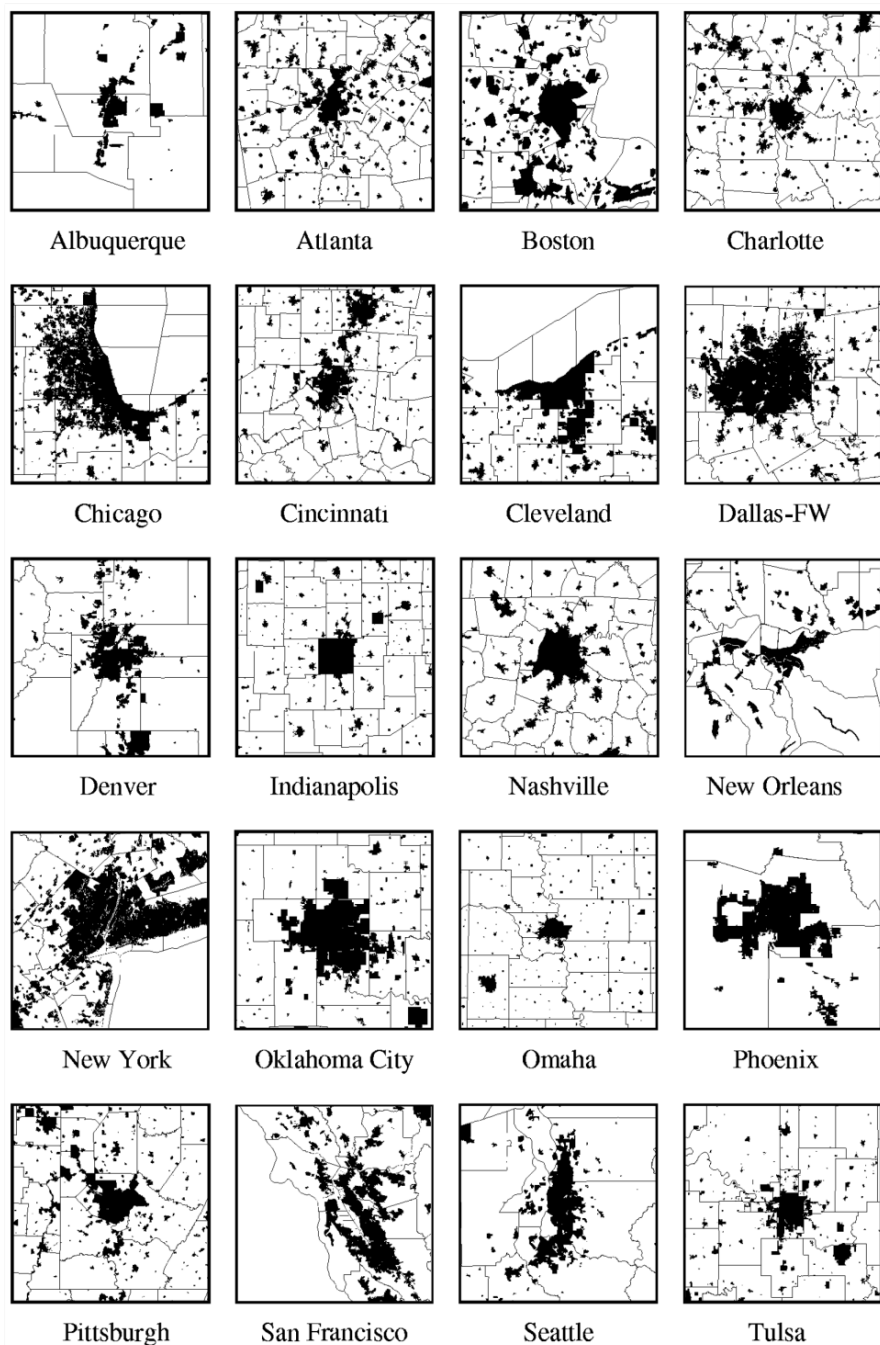
Στο σχήμα (4.4) και πίνακα (Α) φαίνονται 20 αμερικάνικες πόλεις όπως αναπαριστούνται με τις φρακταλικές τους διαστάσεις, καθώς και το μέγεθός τους και ο πληθυσμός τους αντίστοιχα. Στο σχήμα (4.5) και πίνακα (Β), απομονώνεται η Βαλτιμόρη και παρατηρείται η εξέλιξή της με την πάροδο του χρόνου. Όσο πιο αστικοποιημένη είναι μια περιοχή, τόσο μεγαλύτερη η διάσταση fractal της, και τόσο περισσότερο συνεχίζει να αυξάνεται καθώς αυξάνεται και ο πληθυσμός. Με έναν δοσμένο ρυθμό μεταβολής ενός στοιχείου, μπορεί να προβλεφθεί η μελλοντική ανάπτυξη της πόλης. Αξίζει να σημειωθεί πως ο Chen χρησιμοποίησε πραγματικά νούμερα πληθυσμού για την κάθε πόλη, σε αντίθεση με προηγούμενα πειράματα.<sup>25</sup>

Στο σχήμα (4.6) και πίνακα (Γ), φαίνεται η χωρική ανάπτυξη της πόλης με ένα διάγραμμα κατανομής ενώ στο σχήμα (4.7) και πίνακα (Δ) η χωρική διαμόρφωση και η αστική εξάπλωση.<sup>26</sup> Με βάση αυτά τα αποτελέσματα μπορούμε να εξάγουμε μερικά συμπεράσματα για τις αναλύσεις fractal της Κωνσταντινούπολης που περιβάλλεται από τη θάλασσα του Μαρμαρά απ' το Νότο και εμφανίζει μια ταχεία αστική επέκταση στη διεύθυνση Ανατολής- Δύσης και προς το Βορρά. Αυτό το μοτίβο είναι μια **συμπυκνωμένη αστική φόρμα** από το 1975 έως το 1995 και γίνεται **ημι-γραμμική** έως το 2005 κυρίως λόγω φυσικών χαρακτηριστικών και πολυκεντρικής ανάπτυξης που προτείνεται από τα διάφορα Masterplans.

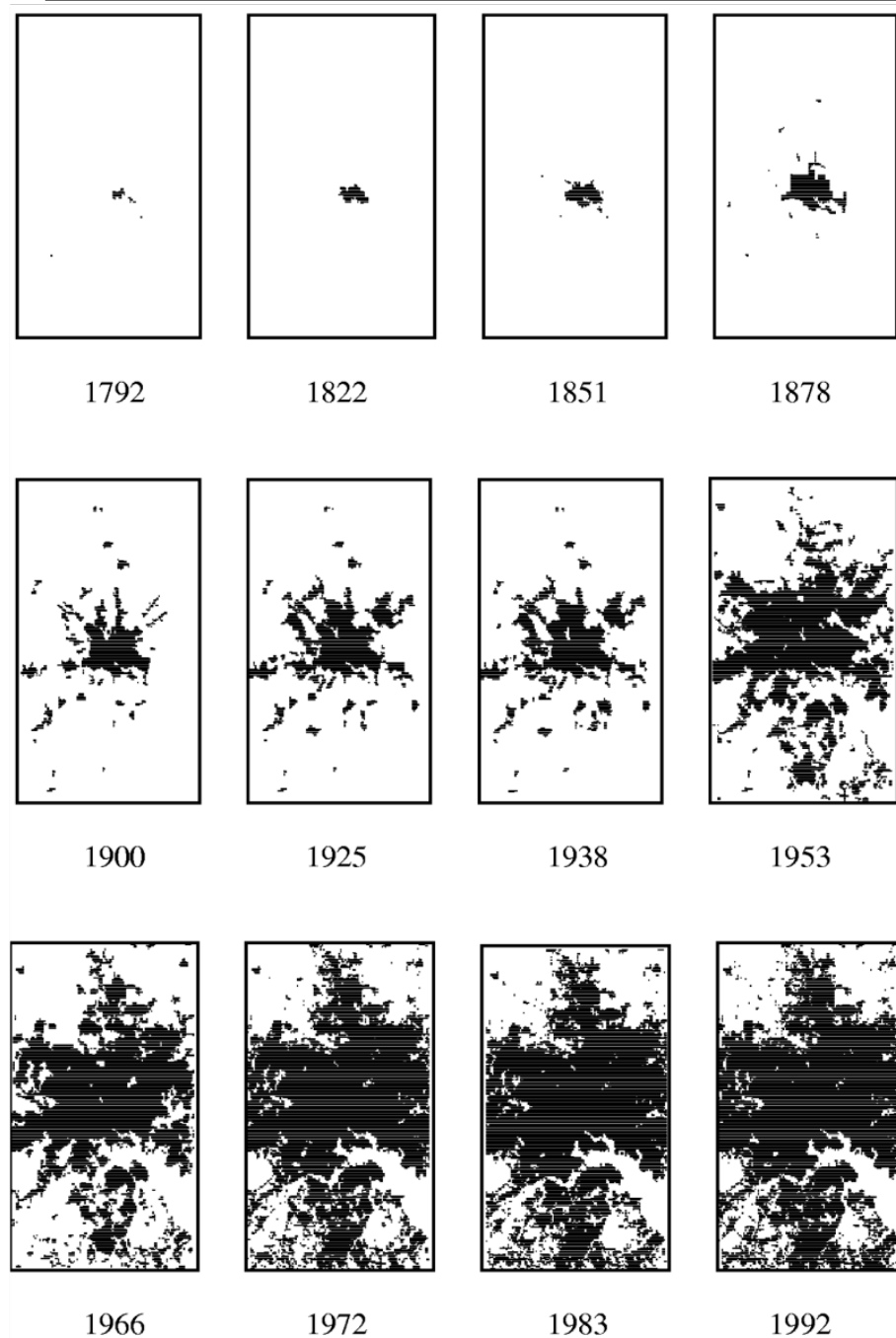
<sup>24</sup> Guoqiang Chen, Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas, 2001, σελ. 423.

<sup>25</sup> Batty, 1994 & Frankhauser P., "Comparing the morphology of urban patterns in Europe", *European Cities - Insights on outskirts, Report COST Action 10 Urban Civil Engineering*, Vol. 2, Brussels, 2004

<sup>26</sup> Fatih Terzi and H.Serdar Kaya, analyzing urban sprawl patterns through fractal geometry: the case of istanbul metropolitan area, 2008, σελ. 4,10,11,15.



Σχήμα 4.4 Χάρτες που παρουσιάζουν τη διάσταση fractal 20 πόλεων των ΗΠΑ



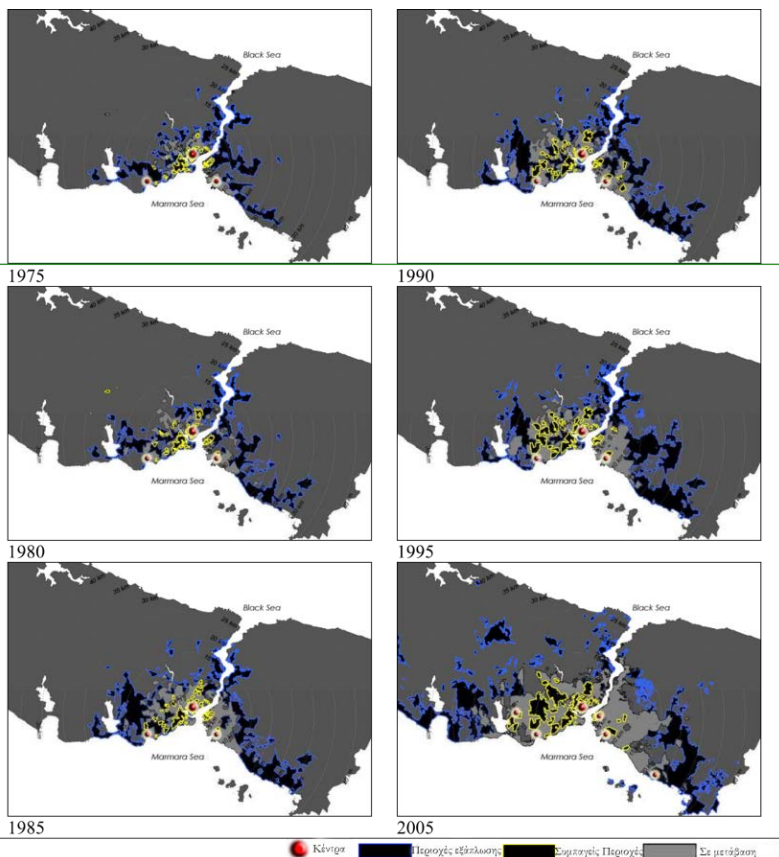
Σχήμα 4.5 Η ανάπτυξη της Βαλτιμόρης σε 200 χρόνια

**Πίνακας Α** Εκτιμώμενη διάσταση fractal και πληθυσμοί για 20 αμερικάνικες πόλεις

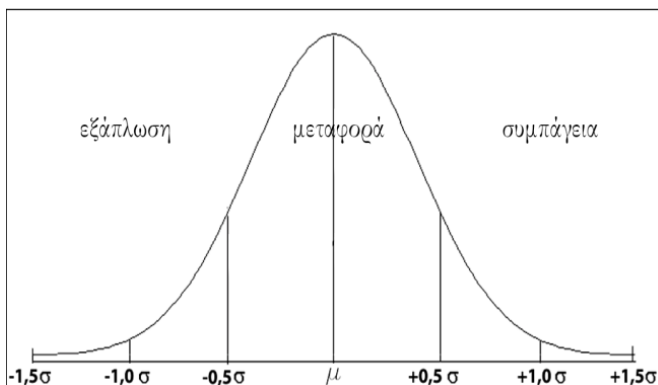
City	$D$	$\text{Log}(C)$	$R^2$	Population	$\text{Log}(POP)$
New York City, NY	1.7014	12.408	0.999	16 413 024	16.614
Dallas-FW, TX	1.6439	12.202	0.999	3 805 838	15.152
Chicago, IL	1.6437	12.067	0.998	7 642 330	15.849
Phoenix, AZ	1.6388	11.683	0.995	2 095 926	14.556
San Francisco, CA	1.6285	11.757	0.998	6 397 514	15.671
Boston, MA	1.6022	11.892	0.998	4 814 438	15.387
Cleveland, OH	1.5869	11.613	0.999	3 093 683	14.945
Oklahoma City, OK	1.5660	11.851	0.998	1 069 034	13.882
Seattle, WA	1.5473	11.339	0.996	2 497 675	14.731
Denver, CO	1.5114	11.228	0.996	1 837 507	14.424
Pittsburgh, PA	1.4981	11.502	0.999	2 596 305	14.770
Nashville, TN	1.4973	11.337	0.998	1 036 950	13.852
Atlanta, GA	1.4950	11.477	0.999	1 602 367	14.287
New Orleans, LA	1.4745	11.068	0.997	1 368 778	14.129
Cincinnati, OH	1.4666	11.315	0.998	2 276 239	14.638
Charlotte, NC	1.4643	11.290	0.998	1 204 531	14.002
Albuquerque, NM	1.4294	10.490	0.993	641 363	13.371
Tulsa, OK	1.4250	11.036	0.998	771 529	13.556
Indianapolis, IN	1.4129	11.032	0.998	1 674 032	14.331
Omaha, NE	1.2778	10.033	0.993	861 495	13.666

**Πίνακας Β** Πληθυσμός, διάσταση fractal και αστικοποιημένες περιοχές για τη Βαλτιμόρη

Year	$D$	$\text{Log}(C)$	$R^2$	Population	$\text{Log}(POP)$
1792	0.6641	3.3722	0.8549	16 105	9.687
1822	1.0157	4.3981	0.9251	66 314	11.102
1851	1.1544	5.4106	0.9376	173 390	12.063
1878	1.2059	6.1801	0.9553	319 321	12.674
1900	1.3024	7.4534	0.9980	508 957	13.140
1925	1.3836	7.9415	0.9968	769 350	13.553
1938	1.4374	8.0559	0.9971	848 255	13.651
1953	1.5953	9.0426	0.9975	946 503	13.761
1966	1.6450	9.3018	0.9980	919 065	13.731
1972	1.6822	9.5833	0.9986	881 962	13.690
1982	1.7163	9.5947	0.9988	776 623	13.563
1992	1.7211	9.6215	0.9990	726 096	13.495

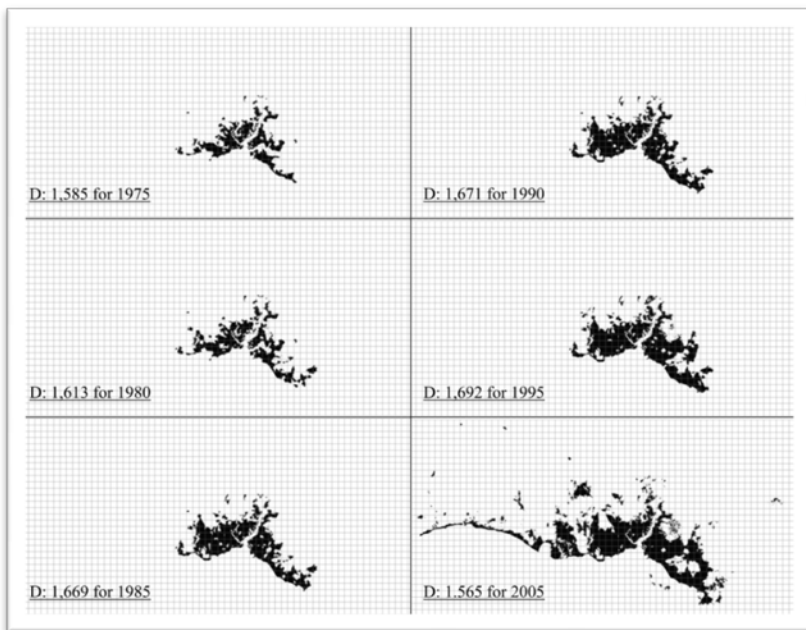


**Σχήμα 4.6** Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η μετάβαση από μονοκεντρική αστική ανάπτυξη σε ανάπτυξη πολλών κέντρων στην Κωνσταντινούπολη και πως αυτή η αλλαγή επηρεάζει τη μορφή της

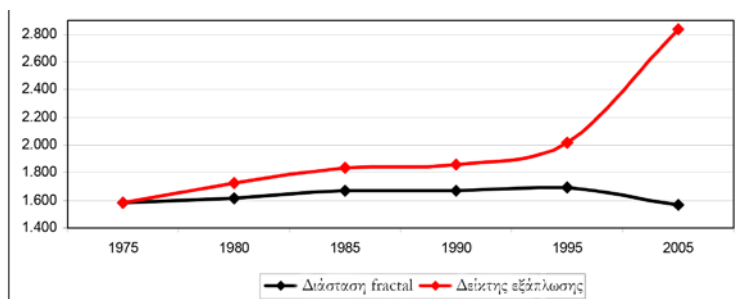


**Πίνακας Γ** Κατανομή αστικής εξάπλωσης σε σχέση με το δείκτη διάστασης fractal. Καλείται  $\mu$  η διάσταση fractal του υπάρχοντος αστικού συστήματος και οι αποκλίσεις από την τιμή αυτή προκαλούν εξάπλωση ή συμπάγεια





**Σχήμα 4.7** Η διαφορετική ανάπτυξη της Κωνσταντινούπολης. Με την πρόταση των νέων Masterplan, καθώς ο δείκτης εξάπλωσης αυξάνεται η διάσταση fractal μειώνεται



**Πίνακας Δ**

Τα χαρακτηριστικά πολυκεντρικής ανάπτυξης που προτάθηκαν από το Masterplan του 1995 (Instabul Metropolitan Municipality- City Planning Directorate, 1995) οδήγησε σε μια αύξηση πυκνότητας σε δευτερεύοντα προασιακά κέντρα, μετατρέποντας τα από **αποσπασματικές περιοχές σε μία ενιαία**. Παρατηρείται (Πίνακας Δ) μια αύξηση του δείκτη εξάπλωσης που υποδεικνύει μια ασυνέχεια στη διαδικασία αστικής εξάπλωσης μετά το 1995, ενώ μια δραματική μείωση της διάστασης fractal αλλάζει από συγκε-

ντρωμένες σε ημι-γραμμικές μορφές, των οποίων οι διαστάσεις fractal είναι μικρότερες από προηγούμενες περιόδους<sup>27</sup>. Η διαφορετική τιμή διάστασης fractal λοιπόν, βλέπουμε ότι μπορεί μας παρέχει ένα είδος **πρό-βλεψης** για την αστική μορφή.

Σκοπός μέχρι στιγμής ήταν να αποδοθούν τρόποι και παραδείγματα μελέτης μιας πόλης που μπορούν να λαμβάνουν υπόψη ή όχι τον πληθυσμό. Είναι το πρώτο από τα αναπτύγματα-κλειδιά που αναφέραμε στο κεφάλαιο 4.2, και αφορά τις διαφορετικές δυναμικές αλλαγής. Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν αλλά και πολλά ακόμη που δεν εμφανίζονται στο παρόν κείμενο, συγκλίνουν προς το γεγονός ότι μια πόλη μπορεί να μελετηθεί υπό το πρίσμα των νέων θεωριών για μια μελλοντική πρόγνωση, όχι μόνο του χτισμένου περιβάλλοντός της, αλλά και των οικονομικών και κοινωνικών σχέσεων που τη διέπουν.

#### 4.4 Μελέτες αστικής ανάπτυξης με bottom-up διαδικασίες

Αντικείμενο μελέτης του παρόντος κεφαλαίου θα αποτελέσουν οι τεχνικές οι οποίες σε συνδυασμό με τη θεωρία του χάους και διάφορα άλλα μαθηματικά μοντέλα, είναι ικανές να προσομοιάσουν τις αναδυόμενες ιδιότητες ενός συστήματος. Με τη χρήση κυτταρικών αυτομάτων και πρακτόρων μπορούμε να δούμε πως δημιουργούνται τα άλλα δύο αναπτύγματα της Θεωρίας Πολυπλοκότητας -δυναμικές αλλαγές από τα κάτω προς τα πάνω και ιεραρχικά δίκτυα. Σημαντική πηγή θα αποτελέσουν οι Batty, Frankhauser και McAdams, που είναι και εκείνοι που έχουν μια σημαντική ποσότητα έργου να επιδείξουν, με προσέγγιση από διαφορετικές πλευρές.

Η χρήση της μορφολογίας fractal για να αναπαρασταθούν και να εντοπιστούν αυτές οι διαδικασίες ανάπτυξης που έχουμε αναφέρει μέχρι στιγμής, απαιτεί να υπάρχει η **ατομική επιλογή** στο μοντέλο, αφού η κάθε μονάδα διαμορφώνει την πόλη με τις αποφάσεις της, τις επιλογές και τις κινήσεις της μέσα σ' αυτήν<sup>28</sup>. Οι αποφάσεις αυτές έχει παρατηρηθεί να παρουσιάζουν μια αυτό-ομοιότητα η οποία είναι ανεξάρτητη από το χωρικό μέγεθος ή την κλίμακα.

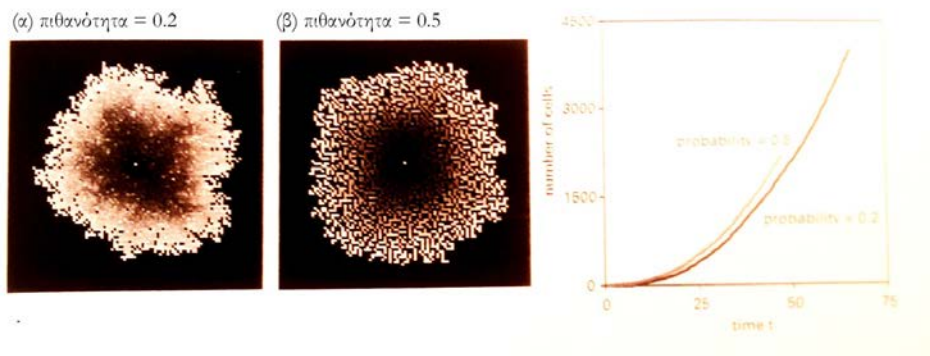
Η βασική μέθοδος προσομοίωσης των μονάδων που ενεργούν στην πόλη είναι τα **κυτταρικά αυτόματα (CA)**. Έχοντας παρατηρήσει πώς αναπτύσσουν ντετερμινιστικές φρακταλικές μορφές σε ένα πλαίσιο (grid)

<sup>27</sup> MCADAMS, M. A., 2007, "Fractal Analyses and the Urban Morphology of a City in a Developing Country: a Case Study of İstanbul", *Marmara Coğrafya Dergisi*, Vol: 15, σελ. 150-171.)

<sup>28</sup> M. Batty, *Building a Science of Cities*, 2011, σελ.2-3)

με την απλή επιλογή ενεργών-ανενεργών θέσεων μπορούμε, παραμετροποιώντας τους όρους ανάπτυξης να θέσουμε πιθανότητες παρουσίας αυτών. Η παραμετροποίηση αυτή παράγει χαοτικές φρακταλικές εικόνες που συνάδουν με την πραγματική αστική εξάπλωση.

Αν πάρουμε για παράδειγμα τους απλούς τύπους για τις δύο διαστάσεις, ορίζουμε το ρυθμό ανάπτυξης των κελιών ως  $N(t) = (2t + 1)^d$ , όπου η σχέση έχει σαν παράμετρο το χρόνο  $t$ , και  $d$  είναι η διάσταση fractal του συστήματος της πόλης.<sup>29</sup> Όπως είδαμε παραπάνω (4.4), από τη στιγμή που το  $d$ <sup>30</sup> ορίζεται ως γραμμική λογαριθμική συνάρτηση, ο τρόπος εξάπλωσης των αυτομάτων είναι fractal. Επίσης παρατηρούμε πως καθώς η τιμή του χρόνου αυξάνεται, ο αριθμός  $N$  των κελιών τείνει να αυξάνεται επίσης, κάτι που συμβαίνει στην πληθώρα των ανθρώπινων οικισμών και συστημάτων. Όλα τα παρακάτω παραδείγματα δίνονται έχοντας κάνει την αναλογία μεταξύ του τρόπου που αναπτύσσονται τα CA και οι πόλεις.



**Σχήμα 4.8** Η εξάπλωση κυτταρικών αυτομάτων με διαφορετικές πιθανότητες εμφάνισης σε γειτονικό κελί

Τα CA παρέχουν εξαιρετικές αναλογίες για την ανάπτυξη «στυλιζαρισμένων» συγκροτημάτων κατοικιών ή το διαχωρισμό πεζών και τροχαίων δικτύων. Στο σχήμα (4.8) βλέπουμε πώς αναπτύσσεται ένα

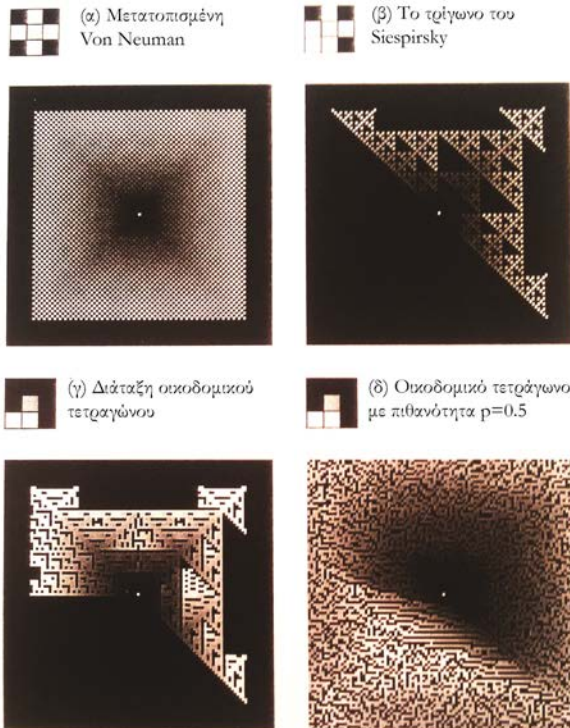
<sup>29</sup> Michael Batty, *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT Press, σελ. 87

<sup>30</sup> Εδώ χρησιμοποιείται η πραγματική διάσταση fractal  $d$  σε αντίθεση με την εκτιμώμενη  $D$ . Στο άρθρο του Guoqiang Shen, "Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas", *int. j. Geographical Information Science*, 2002, Issue 5, Vol.16, δίνεται η σχέση του  $d$  με το  $D$ , σε ένα αστικό χωρίο  $C$  ως:

$d = \text{Log}(N(s)) = \text{Log}(C) + \text{Log}\left(\frac{1}{s}\right) + E_s$ , όπου παρατηρούμε πως λόγω της διαφορετικής μεθόδου υπολογισμού της διάστασης fractal της πόλης και του ντετερμινιστικού fractal, υπάρχει πάντα απόκλιση και σφάλμα

σύστημα κυτταρικών αυτομάτων από έναν σπόρο (seed), με δύο διαφορετικές πιθανότητες ανάπτυξης νέου κελιού (εμμένοντας στο ντετερμινιστικό τους ανάπτυγμα).

Στο σχήμα (4.9γ) βλέπουμε μια διάταξη συμπλέγματος (ας υποθέσουμε κατοικίες), που θεωρείται ως να έχει καλή πρόσβαση στο δίκτυο πεζών και οχημάτων, καθώς και προσανατολισμό για τον καλύτερο δυνατό φωτισμό με πιθανότητα  $p=0.2$ . Στο σχήμα (4.9δ) «χαλαρώνουμε» την πιθανότητα ανάπτυξης σε  $p=0.5$  και βλέπουμε ότι αυτός ο πιο ήπιος περιορισμός παράγει ένα πιο ρεαλιστικό μοτίβο, που υποδεικνύει πως αυτές οι μεταβάσεις μπορούν να οδηγήσουν σε μια **χωρική γραμματική** για τον τρόπο που ενσωματώνουμε φυσικούς περιορισμούς στο σχεδιασμό<sup>31</sup>.



**Σχήμα 4.9** Από τα αυστηρώς ντετερμινιστικά fractal, κάνοντας εισαγωγή έστω και ψευδοτυχαίας μεταβλητής το αποτέλεσμα αποκτά περισσότερο ρεαλιστική μορφή

Κεκαλυμμένες γειτονιές : Περιορισμοί στην ανάπτυξη

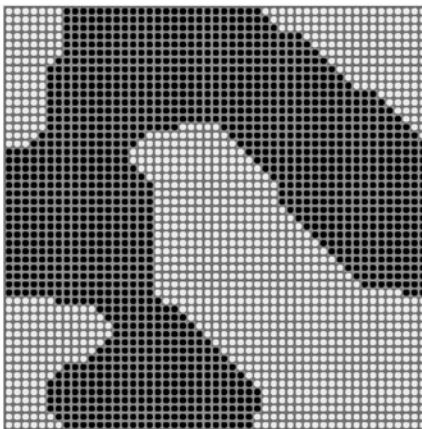
<sup>31</sup> Michael Batty, *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT Press, σελ. 92

Ένα πολύ σημαντικό κέρδος που αποφέρει η μελέτη των αστικών συστημάτων μέσω των CA είναι η ικανότητά τους να παράγουν τις αναδυόμενες ιδιότητες ενός πολύπλοκου συστήματος. Αυτός ο ισχυρισμός όμως, μένει να αποδειχθεί για το σύνολο των ιδιοτήτων που μπορεί να παράξει ένα σύστημα το οποίο όπως έχουμε αναφέρει είναι τόσο μεγάλο, ώστε ποτέ δεν μπορούμε να γνωρίζουμε το αποτέλεσμα με σιγουριά πριν αυτό παραχθεί.

α) Κανονική σκακιέρα με 6 αλλαγές στην υποστήριξη



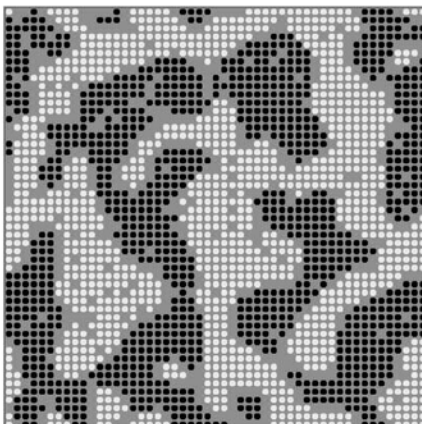
β) Το τελικό διαχωρισμένο μοτίβο σε κατάσταση ισορροπίας



γ) Τυχαία κατανομή προτίμησης με χώρο κίνησης ενδιάμεσα



δ) Το τελικό διαχωρισμένο μοτίβο σε κατάσταση ισορροπίας



**Σχήμα 4.10** Αναδυόμενος διαχωρισμός. Μια ευθραυστη ισότητα (α), οδηγεί στο διαχωρισμό (β), όπως και μία τυχαία πρόσμιξη (γ) σε (δ)

Μέσα από ένα μοντέλο του Schelling (1969, 1977) και από την ανάλυσή του από τον M. Batty<sup>32</sup>, μπορούμε να παρατηρήσουμε πώς μικρές αλλαγές στην προτίμηση των μονάδων μπορούν να αλλάξουν δραματικά τη μορφή της πόλης και πώς γειτονιές μπορούν να υποστούν «εξευγενισμό» ή γκετοποίηση. Στο παραπάνω σχήμα (4.10), έχουμε ένα πλέγμα από 2601 χαρακτήρες (51x51), όπου οι λευκοί θεωρούνται υποστηρικτές της ομάδας της Υεμένης και οι μαύροι, υποστηρικτές της νορβηγικής ομάδας. Η μοναδική προϋπόθεση που πρέπει να καλύπτεται για να βρίσκεται το σύστημα σε ισορροπία, είναι ο καθένας να κατοικεί σε μια περιοχή όπου δεν από-τελεί μειοψηφία, δηλαδή τουλάχιστον οι μισοί του γείτονες να είναι υποστηρικτές της ίδιας ομάδας. Ας υποθέσουμε τώρα ότι 6 από αυτούς, 2 λευκοί και 4 μαύροι (που αποτελούν το 0.01% του πληθυσμού) αποφασίζουν να αλλάξουν την ομάδα υποστήριξής τους. Για να καλύπτεται η παραπάνω σχέση ισορροπίας το σύνολο του πληθυσμού **αλλάζει** την ομάδα προτίμωσής του και το πλέγμα υπόκειται σε δραματικό διαχωρισμό, όπως βλέπουμε στο (4.10.β). Στα σχήματα (4.10.γ, 4.10.δ), αποτυπώνεται το ίδιο πείραμα όμως ο πληθυσμός είναι μικρότερος -κάτι που επιτρέπει τις **μετακινήσεις** σε μια προτιμότερη θέση- και τυχαία κατανεμημένος, έτσι το αποτέλεσμα που παράγεται είναι διαφορετικό.

Πρέπει να αναφέρουμε δύο παραδοχές που έχουν εφαρμοστεί στο παραπάνω μοντέλο και το καθιστούν μη αληθοφανές. Πρώτον ο πληθυσμός δεν έχει την ελευθερία μετανάστευσης (αφήνοντας κενό χώρο για επαναχρησιμοποίηση) και δεύτερον ο μόνος όρος για να επανέλθει το σύστημα σε ισορροπία είναι η κάλυψη μιας και μοναδικής συνθήκης, πράγμα που δε συμβαίνει σε έναν πραγματικό ανθρώπινο πληθυσμό. Παρόλα αυτά το πείραμα καταλήγει σε ένα σημαντικό συμπέρασμα: μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ήπιες προτιμήσεις επιφέρουν μεγάλες αλλαγές. Οι προκύπτουσες επιλογές των χαρακτήρων του παρόντος μοντέλου είναι μόνο ένα απλό παράδειγμα για τον τρόπο με τον οποίο τα CA είναι ικανά να αναπαραστήσουν αναδυόμενες ιδιότητες.

Τέλος, για να καλύψουμε το τρίτο ανάπτυγμα-κλειδί της Θεωρίας Πολυπλοκότητας στο συσχετισμό της με τον αστικό σχεδιασμό, πρέπει να υπερβούμε το ακίνητο κυτταρικό αυτόματο, διότι μας θέτει έναν ακραίο και προφανή περιορισμό στην αναλογία με τον πραγματικό κόσμο. Για να προσδώσουμε στο μοντέλο δυναμικές ενός αστικού συστήματος, πρέπει οι δραστηριότητες των μονάδων να περιέχουν την έννοια της **κίνησης** και της **μετανάστευσης**, γεγονός που διευρύνει το πεδίο δράσεων και διαδράσεων μεταξύ τους. Θα ονομάσουμε λοιπόν αυτά τα «κινούμενα κύτταρα»,

<sup>32</sup> M. Batty, "Complexity and Emergence In City Systems: Implications for Urban Planning", *Malaysian Journal of Environmental Management*, Issue 10, Vol.1, 2009, σελ. 28

**πράκτορες**, δηλαδή αντικείμενα ή γεγονότα που τοποθετούνται σε σχέση με τα κελιά αλλά παρουσιάζουν δυνατότητες κίνησης μεταξύ των κελιών<sup>33</sup>.

Οι **πράκτορες** και τα **πολυπρακτορικά συστήματα** εφαρμόζονται κυρίως στην τεχνολογία των υπολογιστών, ως λογισμικά αντικείμενα που κάνουν μια συγκεκριμένη επαναλαμβανόμενη διαδικασία, γνωστά και ως “bots”. Στην σύγχρονη «διανεμημένη», τεχνητή νοημοσύνη αντί για λίγες μηχανές κεντρικού υπολογισμού, η έμφαση δίνεται σε περισσότερες, πιο απλές μηχανές, όπου η «**ευφυΐα**» αναδύεται από τις, bottom-up, διαδράσεις τους (Hern, 1988; Maes, 1995).

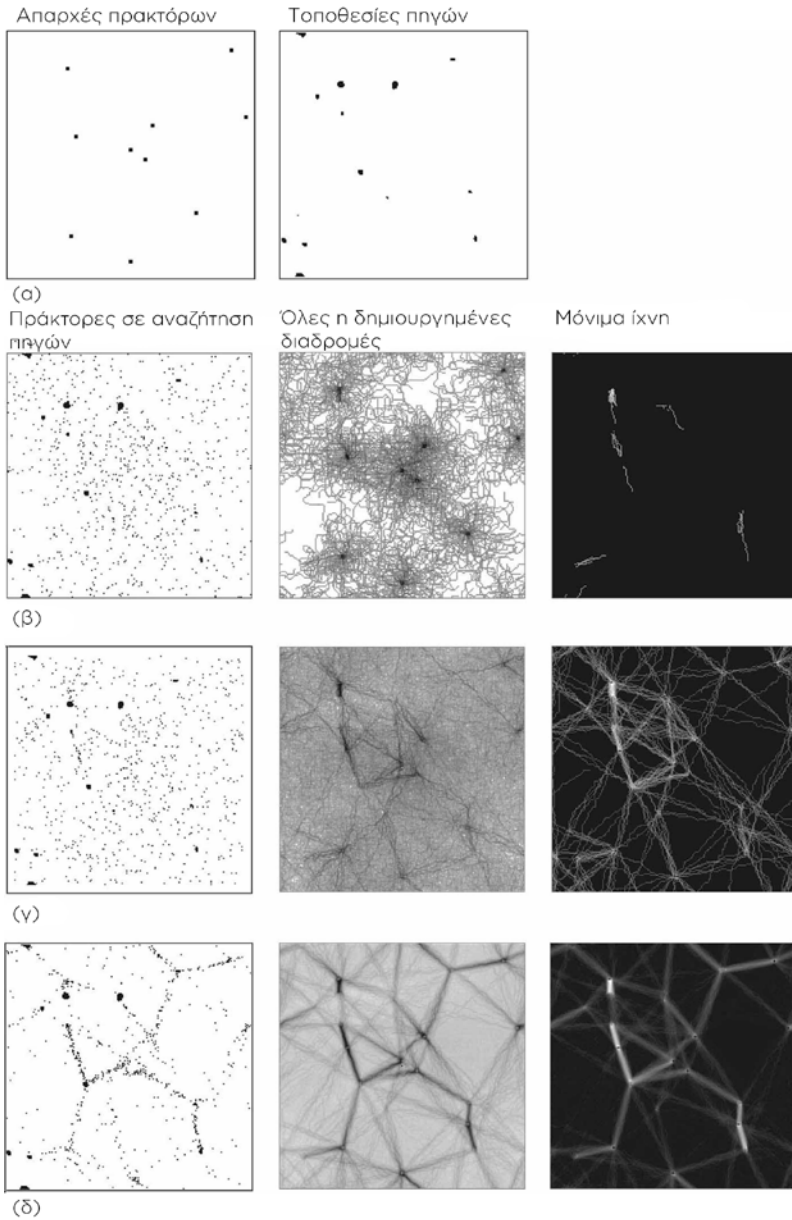
Για τον προγραμματισμό πειραμάτων με τη λογική των πρακτόρων, αρχικά θέτουμε ένα τυχαίο ψηφιακό χώρο και «**πηγές**», δηλαδή σημεία ενδιαφέροντος από τα οποία οι πράκτορες συλλέγουν πληροφορία. Η γενική λογική –και αυτή που προσομοιάζει την ανθρώπινη κίνηση– είναι η εξής: όλοι οι πράκτορες ξεκινούν από ένα σημείο του χώρου και τον εξερευνούν τυχαία αναζητώντας τις πηγές. Όταν βρεθεί μία τότε δημιουργούν ένα μονοπάτι από την πηγή έως το σημείο αφετηρίας τους. Έτσι μεταφέρεται η πληροφορία και στους υπόλοιπους πράκτορες για την τοποθεσία μιας πηγής.

Αυτή η λογική δε διαφέρει σε πολλά από τον τρόπο που οι άνθρωποι δημιουργούν δίκτυα στον πραγματικό κόσμο<sup>34</sup>. Στο σχήμα (4.11) βλέπουμε 10 πράκτορες και τις κινήσεις τους προς 13 πηγές. Παρατηρείται μια ιεραρχία δικτύων από την προτίμηση των πρακτόρων με βάση τη βαρύτητα κάθε πηγής.

---

<sup>33</sup> Michael Batty, *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT Press, σελ. 209

<sup>34</sup> M. Batty, Agents, cells, and cities: new representational models for simulating multiscale urban dynamics, 2004, σελ. 1388



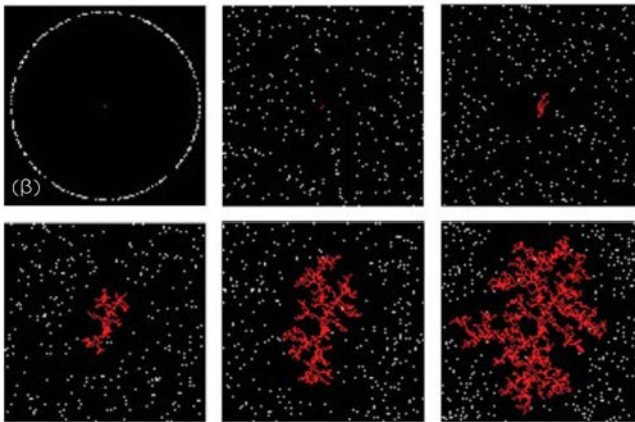
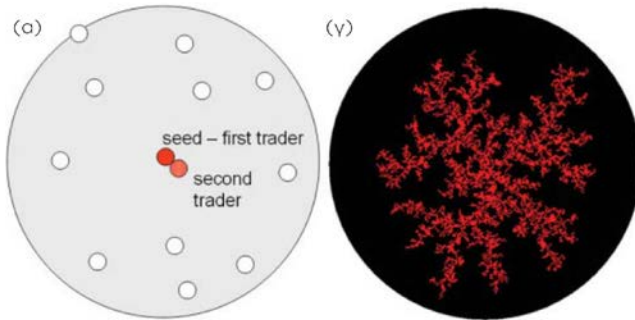
**Σχήμα 4.11** Δημιουργία δικτύου μεταξύ απαρχών των πρακτόρων και κατευθύνσεων. Οι πράκτορες ψάχνουν τυχαία, για πηγές οι οποίες μόλις βρεθούν παρέχουν δεδομένα ώστε να δημιουργηθούν μονοπάτια από την πηγή προς ένα πυρήνα. Τα αποτυπώματα είναι στις στιγμές (β)  $t=50$ , (γ)  $t=500$ , (δ)  $t=5000$



Μια από τις σχέσεις που καθορίζουν την κίνηση τους είναι η εξής:

$$w_i^k(t) \rightarrow w_j^k(t+1), \text{ όπου } j \leftarrow \max_j \{ \nabla S_{ij}(t) + \varepsilon_j^k(t) \} \quad (4.5)$$

Η σχέση αυτή θέτει τις κινήσεις των πρακτόρων ως διανύσματα, που δημιουργούνται από ένα σημείο προς ένα άλλο, και μόλις παγιωθούν αφήνουν ένα αποτύπωμα, το οποίο επιδέχεται πρόσθεσης ή αφαίρεσης παράγοντας ένα υψηλά ιεραρχημένο δίκτυο. Ένα παράδειγμα τέτοιας ιεράρχησης φαίνεται και στο σχήμα (4.12), όπου οι πράκτορες αναπτύσσουν ένα δίκτυο σε έναν ιδεατό χώρο, που η δενδροειδής δομή του προσεγγίζει αρκετά την ανάλυση ανάπτυξης δικτύου του Cardiff, που είδαμε στο σχήμα (4.3).



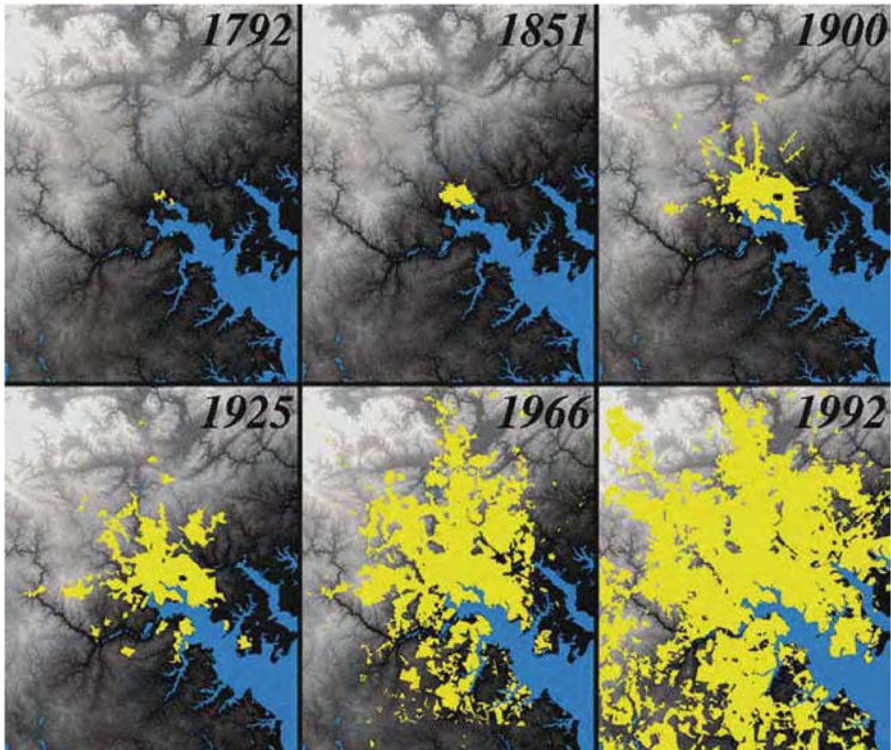
**Σχήμα 4.12**

(α) Η απλή λογική του μοντέλου βασισμένοι σε τυχαία εξερεύνηση του αστικού χώρου  
(β) Ανάπτυγμα της δομής από έναν κεντρικό σπόρο  
(γ) Η δενδροειδική δομή που δημιουργείται όταν ο χώρος "επεκτείνεται".

Στο σχήμα (4.12), βλέπουμε ξανά την ανάπτυξη της Βαλτιμόρης, αυτή τη φορά με τη χρήση πρακτόρων που προσομοιάζουν την εξάπλωση του αστικού ιστού μέσω ενός συγκεκριμένου μοντέλου, στην πάροδο του χρόνου. Αυτή η μορφή παράγεται από μια διαδικασία που ονομάζεται συσσω-

μάτωμα περιορισμένης διάχυσης (diffusion-limited aggregation, DLA) το οποίο χρησιμοποιείται εκτενώς στην φυσική για να αναπτύξει κρυσταλλικές δομές και για να εξετάσει τρόπους με τους οποίους ένα υλικό εισχωρεί σε ένα άλλο.<sup>35</sup>

Όπως βλέπουμε, τα αποτελέσματα των πειραμάτων στα σχήματα 4.8 και 4.13 παρουσιάζουν ομοιότητες σε επίπεδο εικόνας. Όμως στην εφαρμογή της θεωρίας της Πολυπλοκότητας στην αστική μελέτη, σημασία έχει η διαδικασία και οι αναφορές που μας οδηγούν στο τελικό παραγόμενο αντικείμενο και όχι μόνο το αποτέλεσμα που εξάγεται από τα πειράματα αυτά.



**Σχήμα 4.13** Η Ανάπτυξη τη Βαλτιμόρης μέσω DLA μοντέλου

<sup>35</sup> Michael Batty & Paul Longley, *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ.277

## 4.5 Συμπεράσματα

Τα πολύπλοκα συστήματα -κάτω από μια πληθώρα ορισμών που μπορούμε να τους δώσουμε- έχουν ένα κοινό στοιχείο: είναι αδύνατον να κάνουμε μια πρόγνωση της μελλοντικής τους κατάστασης, με απόλυτη επιτυχία. Μπορούμε να πούμε πως με τη **μετατόπιση από τα top-down συστήματα της συστημικής θεωρίας στα bottom-up της θεωρίας πολυπλοκότητας**, ανοίγει ένα κουτί της Πανδώρας, όσον αφορά την αβεβαιότητα<sup>36</sup>. Παρόλα' αυτά τα θετικά αποτελέσματα που αυτή επιφέρει είναι πολλά.

Σε όλο το κεφάλαιο αναλύσαμε **τη φρακταλική μορφή της πόλης**, για να αντιληφθούμε πώς αυτή **η γεωμετρία μας βοηθά στην αναπαράσταση της**, αφού όλες οι μελέτες που κινούνται στο πλαίσιο της θεωρίας Πολυπλοκότητας τη χρησιμοποιούν για τα διάφορα αστικά μοντέλα. Μέσα από τα παραδείγματα και τις απεικονίσεις που μας προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες μπορούμε να πλησιάσουμε πιο ρεαλιστικά τον ρυθμό και τρόπο ανάπτυξης των πόλεων. Μπορούμε να πούμε πως στην παρούσα φάση, **η θεωρία Πολυπλοκότητας μας παρέχει την ικανότητα να «διαβάζουμε», τις πόλεις, πολύ περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη θεωρία έχει αναπτυχθεί μέχρι στιγμής**<sup>37</sup>.

Πλέον, νέες θεωρίες, μπορούν να προσκολληθούν στη θεωρία πολυπλοκότητας και μεγαλύτερο μέρος της πληροφορίας -που στον 21<sup>ο</sup> αιώνα αυξάνεται εκθετικά- να εισαχθεί σε νέα πειράματα, ώστε να μελετηθεί στο εργαστήριο. Επίσης, στοιχεία που μπορούν να μετρηθούν, αλλά είναι πολύ δύσκολο να επεξεργαστούν χωρίς τη χρήση των υπολογιστών, φέρνουν στην επιφάνεια ανάγκες που μέχρι στιγμής δε λαμβάνονταν υπόψη στον αστικό σχεδιασμό. Για παράδειγμα, η επί μέρους πυκνότητα πολλών περιοχών και η σύνθεσή τους σε ένα συνολικό μοντέλο για μια ευρύτερη αστική περιοχή, εμφανίζει ανάγκες συμπύκνωσης ή αραίωσης του υπάρχοντος αστικού οικοδομήματος.

Η προσέγγιση της παρούσας «Σχολής» **υπολείπεται στην απεικόνιση της τρίτης διάστασης**, που είναι κρίσιμη για μια πλήρη εικόνα της πόλης. Ενώ ο Salingeros, αναφέρεται στη μεγάλη σημασία του διάκοσμου και των όψεων για την συνεκτικότητα της πόλης σε όλες τις κλίμακες, οι χάρτες του Batty και άλλων είναι δυσδιάστατοι. Αυτό συμβαίνει γιατί ακόμη τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται δεν μπορούν εύκολα να απεικονίσουν στις τρεις διαστάσεις την πληροφορία, καθώς οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη υπερπολλαπλασιάζονται, κάτι που κάνει την εισαγωγή τους χρονοβόρα και κοπιαστική εργασία.

<sup>36</sup> Michael Batty & Stephen Marshall, *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, Springer

<sup>37</sup> M. Batty, "Agents, cells, and cities: new representational models for simulating multiscale urban dynamics", *Sage Journal*, Vol. 37, Ιούλιος 2004



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο Δαρβινισμός άλλαξε ριζικά την κατανόησή μας για την προέλευση του ανθρώπινου είδους. Η θεωρία της εξέλιξης, εν τέλει, υπονοεί πως δεν υπάρχει στοχευμένος προορισμός, ούτε καν μια σίγουρη κατεύθυνση και η επικύρωση της επιτυχίας είναι σχετική με το συγκεκριμένο. Κατά μια έννοια ο Δαρβινισμός έθεσε όλη την **αβεβαιότητα και σχετικότητα** πάνω στις οποίες δομήθηκαν οι μεταμοντέρνες φιλοσοφίες<sup>1</sup> και συνέβαλε στην διαμόρφωση της Θεωρίας Πολυπλοκότητας που αφορά στα αστικά, κοινωνικά, βιολογικά και υπολογιστικά συστήματα.

Αυτές οι έννοιες είναι κάτι παραπάνω από μια υπαρξιακή ανησυχία θεωρητικού ενδιαφέροντος και είδαμε ότι επηρεάζουν άμεσα και τους πρωταρχικούς στόχους και λόγους της σύγχρονης αστικής ανάλυσης και σχεδιασμού. Αυτό συμβαίνει γιατί **μακροχρόνια το γενικότερο πλαίσιο τους μεταβάλλεται συνεχώς με πολύπλοκους τρόπους, λόγω της προσαρμοστικότητας και επανατροφοδότησης, ώστε ποτέ να μην προκύπτει η κατάσταση ισορροπίας**. Το ότι γνωρίζουμε πλέον ότι δεν υπάρχει το ιδανικό, και μελετάμε ένα θέμα με την προοπτική να βρούμε επίλυση σε γεωικά και βαθιά αστικά προβλήματα, το ότι επικεντρώνουμε στη διαδικασία παρά στο αποτέλεσμα, στη λειτουργία παρά στη φόρμα, στο χρόνο παρά στο χώρο, είναι όλα σημαντικά για μια καλύτερη κατανόηση του αστικού πεπραγμένου.<sup>155</sup>

Οι θεωρητικοί της Πολυπλοκότητας τείνουν να ακολουθούν την άποψη του Porper (1957) στο ότι **το μέλλον είναι θεμελιωδώς μη-προβλέψιμο** για μη τετριμμένα συστήματα ενδιαφέροντος -στην περίπτωση μας των ανθρώπινων συστημάτων- και γενικεύοντας αυτή την παραδοχή, όσο μεγαλύτερο βάθος χρόνου τίθεται, τόσο μικραίνει η πιθανότητα ορθής πρόβλεψης. **Αυτό κάνει τις πόλεις -που είναι κατ' εξοχήν μακρόχρονα παράγωγα- εγγενώς απρόβλεπτες**. Έτσι, **η μελλοντική πόλη δεν μπορεί απλώς να είναι το προϊόν φαντασίας ενός δημιουργού, όπως ένα κτήριο**. Η ιδέα της σχεδιασμένης ουτοπικής πόλης αποτελεί μια χίμαιρα. Παρόλ' αυτά, η προσπάθεια σχεδίασης δεν σταματά και παρεμβαίνει ώστε να αναγνωρίσουμε και να επιλύσουμε θέματα που θεωρούνται προβληματικά. Αυτό όμως πρέπει να σφυρηλατηθεί μέσα από τη γνώση των περιορισμών του σχεδιασμού καθώς και της παρατήρησης της **εξελικτικής φύσης της αστικής αλλαγής**<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Batty M. και Marshall S., *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, Springer, σελ. 30

<sup>2</sup> Batty, M., και Marshall, S., "The Evolution of Cities: Geddes, Abercrombie, and the New Physicalism", *Town Planning Review, Centenary Edition*, Volume 79, 2009, σελ. 266

Ο μεγαλύτερος όγκος της πληροφορίας που δόθηκε σε αυτή την ερευνητική εργασία, είχε σκοπό να θέσει **διαφορετικούς τρόπους και μεθόδους αναγνώρισης της δομής των αστικών ιστών**. Από τα patterns του Alexander μέχρι τις σχέσεις που παραθέτει ο Salingeros μεταξύ των κλιμάκων και από το Χωρικό Συντακτικό του Hillier -που εφαρμόζεται περισσότερο στη μικρή κλίμακα- ως τα κυτταρικά αυτόματα του Batty -με τα οποία πειραματίζεται κυρίως στη μεγάλη κλίμακα- όλοι έχουν μια κοινή αναφορά, την **παραδοχή πως η πόλη αποτελεί ένα πολύπλοκο σύστημα, που αποτελείται από επιμέρους τμήματα και εμφανίζει αναδυόμενες ιδιότητες**. Έτσι, κάθε «Σχολή» προσφέρει μια θεωρία που εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο της Θεωρίας Πολυπλοκότητας και μεταξύ τους δρουν συμπληρωματικά αλλά και ανταγωνιστικά.

Ο στόχος όλων των παραπάνω θεωριών είναι η **απάντηση των ερωτημάτων και προβλημάτων που αντιμετωπίζει η σύγχρονη πόλη**. Τα εργαλεία τους είναι κυρίως η αφαιρετική συλλογή πληροφοριών για την παραγωγή μοντέλων ή χαρτών και ο εντοπισμός των μηχανισμών που αποτυπώνονται. Η ολοκληρωτική αναπαράσταση των αστικών συστημάτων πέρα από περιπτή είναι και αδύνατη.<sup>3</sup> Η **εξέλιξη των μέσων αλλά και των θεωριών εξαρτάται άμεσα από την ανάπτυξη της επιστήμης των πλέον σύγχρονων Μαθηματικών και των Υπολογιστικών Συστημάτων** κι έτσι, λόγω της παράλληλης ανάπτυξής τους, παρουσιάζονται ανολοκλήρωτα τμήματα και ελλείψεις.

«Οι πόλεις υπερβαίνουν κάθε απλουστευτικό ορισμό που μπορεί κανείς να επιχειρήσει να δώσει, καθώς το άγνωστο κυριαρχεί πάντα πίσω από τα δαιδαλώδη συστήματά της».<sup>4</sup> Αυτός ο ισχυρισμός του Fournier είναι μια αρκετά λακωνική έκφραση της Θεωρίας Πολυπλοκότητας, η οποία αναδεικνύει την πολύπλοκη φύση του αστικού συστήματος ενώ τονίζει τις ελλείψεις των θεωριών που προσπαθούν να ερμηνεύσουν την πόλη και τους μηχανισμούς της. Δεν παραθέτουμε το χωρίο για να ακυρώσουμε άκριτα τις προσπάθειες που γίνονται. Αντιθέτως, **οι συγκεκριμένες θεωρίες πιστεύουμε ότι έχουν εγκολπώσει μια θετική τάση στην αντιμετώπιση των ζητημάτων της πόλης, την αντιμετώπισή της σαν πολυμερές και πολύπλοκο σύστημα**. Ωστόσο, **υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που ακόμη δεν έχουν συμπεριληφθεί στις αναλύσεις που παρουσιάστηκαν**, όπως για παράδειγμα η πληθώρα ορισμών που δίνεται στο «σφάλμα» διάφορων υπολογισμών. Έχοντας, όμως, σαν βάση μια θεωρία που διαμορφώνεται **κυρίως με bottom-up λογική**, νέα στοιχεία είναι ικανά να συμπεριληφθούν για να προκύψει ένα νέο σύνολο, σε μια

<sup>3</sup> Agbossou I., 2007, "Modélisation et simulation multi-agents de la dynamique urbaine: application à la mobilité résidentielle", Université de Franche-Comté

<sup>4</sup> Fournier C., 2013, "The City Beyond Analogy", *Architectural Design: System Cities* Vol.38 Issue 4, Wiley, Λονδίνο, σελ. 130

ανοιχτή διαδικασία που θέτει αλλά και απαντά σε νέα ερωτήματα κάθε φορά.

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία μπορεί να θεωρηθεί περισσότερο σαν μια εισαγωγή στη Θεωρία Πολυπλοκότητας παρά σαν μελέτη της. Η προσπάθειά μας επικεντρώθηκε στην παρουσίαση κάποιων από τις δυναμικές μελέτης του αστικού ιστού που αναδεικνύονται μέσα από επιρροή της Θεωρίας αυτής. Όπως έγινε εμφανές, δεν είναι ακόμη εφικτό μια αστική ανάλυση να λάβει υπόψη **όλους τους παράγοντες** που αναφέρθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια, πόσο μάλλον το σύνολο όσων δεν αναφέρθηκαν. Πολύ πιο δύσκολη είναι η επιτυχής επέμβαση, αν τα κριτήρια είναι η **βιωσιμότητα του παραγόμενου ιστού και ο σεβασμός τη πληθώρα των αναγκών και των παραγόντων που τον επηρεάζουν**. Ο Robert Laurini στο βιβλίο του *Information Systems for Urban Planning*<sup>5</sup>, χρησιμοποιεί τη θεωρία πληροφορίας και συλλέγει στοιχεία για την πόλη δημιουργώντας διαγράμματα ιεραρχίας, **χωρίς να περάσει σε σχεδιαστικές λύσεις. Απαιτείται χρόνος και προοδευτική έρευνα** στο συγκεκριμένο τομέα, **ώστε τα αποτελέσματα που παράγει να αποκτήσουν αξία εφαρμογής και πειραματισμού στα ανθρώπινα συστήματα**. Αυτή η ερευνητική παρουσιάζει μερικές μόνο από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και έχουν σαν πυρήνα θεώρησής τους τη Θεωρία Πολυπλοκότητας. Υπάρχουν πάρα πολλές εφαρμογές της θεωρίας αυτής στον αστικό σχεδιασμό και το πεδίο έρευνας **θα διευρυνθεί** ακόμη περισσότερο. Πέρα από τις δυσκολίες εφαρμογής της θεωρίας αυτής, και την ανάγκη για **συνεργασία επιστημόνων** από αρκετά πεδία -ώστε να παραχθεί ένα ουσιαστικό αποτέλεσμα- μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα περισσότερο εστιασμένα σε συγκεκριμένες πόλεις ή τομείς πόλεων με σκοπό την επίλυση των αστικών τους προβλημάτων σε βάθος χρόνου.

Τέλος, **αντιλαμβανόμενοι το μέγεθος της πληροφορίας ενός συστήματος, που είναι εκθετικά μεγαλύτερο από αυτό του κάθε ξεχωριστού του στοιχείου**, είναι εμφανής η ανάγκη να διαχωρίσουμε τον πολεοδομικό και αστικό σχεδιασμό από τον αρχιτεκτονικό. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα είναι να δούμε πώς μπορούμε να σχεδιάζουμε συστήματα, με διαφορετικές διαδικασίες απ' ότι πιο εύκολα προβλέψιμα αρχιτεκτονήματα. Να αντιληφθούμε πως **ο ρόλος του αρχιτέκτονα στον αστικό και πολεοδομικό σχεδιασμό δεν είναι αυτός του δημιουργού-κριτή**. Εν αντιθέσει, **ο σχεδιασμός του οφείλει να δημιουργεί ένα ευρύ πλαίσιο μέσα στο οποίο η πόλη θα αναπτύσσεται ελεύθερα**.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Laurini R., 2001, *Information Systems for Urban Planning: A Hypermedia Cooperative Approach*, Taylor & Francis, Λονδίνο, Νέα Υόρκη

<sup>6</sup> Hilberseimer L., *The Nature of Cities*, Paul Theobald & Co, Chicago 1995, σελ. 276.







## BIBLIOΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

1. Alexander C., *A Timeless Way of Building*, Oxford 1979, Oxford University Press
2. Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M., 1977, *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, ΟξφόρδηAlexander C., Ishikawa S., Silverstein M., 1977, *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, Οξφόρδη
3. Alexander C., 2002, *The Nature of Order: an Essay on the Art of Building and the Nature of the Universe*, Βιβλία Ι και ΙΙ, Center for Environmental Structure, Μπέρκλεϋ“, ΚαλιφόρνιαAlexander C., 2002, *The Nature of Order: an Essay on the Art of Building and the Nature of the Universe*, Βιβλία Ι και ΙΙ, Center for Environmental Structure, Μπέρκλεϋ“, Καλιφόρνια
4. Alexander C., Neis H., Alexander M., 2012,*The Battle for the Life and Beauty of the Earth*, Oxford University Press, ΟξφόρδηAlexander C., Neis H., Alexander M., 2012,*The Battle for the Life and Beauty of the Earth*, Oxford University Press, Οξφόρδη
5. Alexander C., *Notes of the Synthesis of Form*, Cambridge 1964, Harvard University Press
6. Batty M. & Longley P., *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press
7. Batty M. & Marshall S., *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, SpringerBatty M. & Marshall S., *The Origins of Complexity Theory in Cities and Planning*, στο *Complexity Theory of Cities have come of age*, Berlin 2012, Springer
8. Batty M., *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT PressBatty M., *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT Press
9. Castels M., *The rise of the network society*, West Sussex 2010, Wiley Blackwell Publishing, 2nd EditionCastels M., *The rise of the network society*, West Sussex 2010, Wiley Blackwell Publishing, 2nd Edition
10. Gleick J., *Chaos: Making a New Science*, New York 1988, Penguin Books
11. Gouyet, Jean-François , *Physics and fractal structures*, Paris 1996, Masson SpringerGouyet, Jean-François , *Physics and fractal structures*, Paris 1996, Masson Springer
12. Hilberseimer L., *The Nature of Cities*, Chicago 1995, Paul Theobald&CoHilberseimer L., *The Nature of Cities*, Chicago 1995, Paul

Theobald&Co

13. Hillier B. , 2012, The genetic code for cities : is it simpler than we think στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. Complexity Theories of Cities Have Come of Age. (σελ.129-152). Springer Verlag
14. Hillier B., 2007, Space is the machine, a configurational theory of architecture, έκδοση online, 4 Οκτ 2016, <http://spaceisthemachine.com/>
15. Hillier B. και Hanson J. , 1984, The social logic of space, Cambridge: Cambridge University Press
16. Isard, W., *Location and Space-economy; a General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade, and Urban Structure*, Cambridge 1956, Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and Wiley
17. Jacobs J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, Random House, Νέα Υόρκη Jacobs J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, Random House, Νέα Υόρκη
18. Laurini R., Information Systems for Urban Planning, London 2001, Taylor & Francis
19. Marshall S., *Urban Coding And Planning*, United Kingdom 2012, Routledge
20. Salingaros N., 2008, *A Theory of Architecture*, Umbau-Verlag, Σόλινγκεν
21. Salingaros N., 2005, Principles of Urban Structure, Techne Press, Άμστερνταμ
22. Salingaros N., 2012, Urbanism as Computation, στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. Complexity Theories of Cities Have Come of Age, Springer Verlag
23. Salingaros N., Mena-Quintero F., Build the City: Perspectives on Commons and Culture, “A Brief History of P2P Urbanism”, 2015 , European Cultural Foundation, [https://issuu.com/krytykapolityczna/docs/build\\_the\\_city\\_ebook\\_1\\_](https://issuu.com/krytykapolityczna/docs/build_the_city_ebook_1_)
24. Waguespack L., 2010, Thriving systems theory and Metaphor-Driven Modeling, Springer, London. <http://www.springer.com/978-1-84996-301-5>

## Άρθρα

1. Alexander C., “A City is not a Tree”, αρχική έκδοση 1966, *Architectural Forum*, πηγή
2. Batty M., “Agents, cells, and cities: new representational models for simulating multiscale urban dynamics”, *Sage Journal*, Vol. 37, Ιούλιος 2004
3. Batty M., “Building a Science of Cities”, *J. Cities* (2011), doi:10.1016/j.cities. Νοέμβριος 2011

4. Batty M., "Complexity and Emergence In City Systems: Implications for Urban Planning", *Malaysian Journal of Environmental Management*, Issue 10, Vol.1, 2009
5. Batty M., "Generating Cities from the bottom-up", 2008, *Cluster*, Σεπτέμβριος 2008
6. Batty, M., and Marshall, S., "The Evolution of Cities: Geddes, Abercrombie, and the New Physicalism", *Town Planning Review*, Centenary Edition, Volume 79, 2009
7. Edward Lorenz, "Deterministic Nonperiodic Flow", *Journal of the Atmospheric Sciences* vol.20, 1963
8. Fournier C., 2013, "The City Beyond Analogy", *Architectural Design: System Cities* Vol.38 Issue 4, Wiley, Λονδίνο
9. Frankhauser P., "Comparing the morphology of urban patterns in Europe", *European Cities - Insights on outskirts, Report COST Action 10 Urban Civil Engineering*, Vol. 2, Brussels, 2004
10. Frankhauser P., "Fractal Geometry of Urban Patterns and their Morphogenesis", *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Issue 2, Vol. 2, Δεκέμβριος 1997
11. Hanson Y., "Order and Structure in Urban Design: the plans for the rebuilding of London after the Great Fire of 1666", *Ekistics*, volume 56, 1989
12. Harvey D., "The right to the City", 2008, *New Left Review*, Issue 53, Σεπτέμβριος- Οκτώβριος 2008  
<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1602/1602.08939.pdf>
13. Hillier B. "Studying Cities to Learn about Minds: How geometric intuitions shape urban space and make it work, *Researchgate*. 2 Σεπτ 2016.
14. Hillier B. (2005) "Between Social Physics and Phenomenology: explorations towards an urban synthesis?", πηγή <http://spacesyntax.tudelft.nl/media/Long%20papers%20I/hillier.pdf>
15. Hillier B., Penn A., "Rejoinder to Carlo Ratti", *Environment and Planning B: Planning and Design* 31, Αυγ 2004
16. Hillier, B., Hanson, J., Peponis, J., Hudson, J., & Burdett, R., 1983, "Space Syntax: a different urban perspective", *The Architects Journal*, 30 November, 1983, London.
17. Igor A., 2007, "Modilisation et simulation multi-agents de la dynamique urbaine: application à la mobilité résidentielle", Université de Franche-Comté
18. Jiang B., "A Complex-Network Perspective on Alexander's Wholeness", Faculty of Engineering and Sustainable Development, University of Gavle, Gavle, Ιούλιος 2016
19. Kauffman S., "The Sciences of Complexity and "Origins of Order", *In Press, Philosophy of Science*, Santa Fe Institute, 1991
20. McAdams Michael A., "The application of fractal analysis and spatial technologies for urban analysis", *Journal of Applied Functional Analysis*,

Issue 4, Vol. 4, Οκτώβριος 2009

21. McAdams, M. A., "Fractal Analyses and the Urban Morphology of a City in a Developing Country: a Case Study of İstanbul", *Marmara Coğrafya Dergisi*, Vol: 15, 2007

22. Rana S., Batty M., "Reformulating Space Syntax: The Automatic Definition and Generation of Axial Lines and Axial Maps". (CASA Working Paper Series 58). Centre for Advanced Spatial Analysis: London.  
<http://discovery.ucl.ac.uk/185/>

23. Salinger N., "The Structure of Pattern Languages", *Architectural Research Quarterly*, volume 4 (2000), Cambridge University Press

24. Shannon C.E., "A Mathematical Theory of Communication", *The Bell System Technical Journal*, Vol. 27, Οκτώβριος 1948

25. Shen G , "Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas", int. j. *Geographical Information Science*, 2002, Issue 5, Vol.16, Οκτώβριος 2002

26. Simon H., "The Architecture of Complexity", *Proceedings of the American Philosophical Society*, volume 106, Δεκέμβ 1962,  
<http://uberty.org/wp-content/uploads/2017/01/simon-complexity.pdf>

27. Terzi F. & Keya S., "Analyzing Urban Sprawl Patterns Through Fractal Geometry: The Case of İstanbul Metropolitan Area", *Working Papers Series*, Issue 144, Αύγουστος 2008

28. Tsaparas S., "The Generic Code of Bill Hillier\_ A contribution to Complexity Theory in Cities", *Academia*. 30 Νοεμ 2016.

29. Turner, A., Penn, A., & Hillier, B. (2005), An algorithmic definition of the axial map. *Environment and Planning B: Planning and Design* 32, τόμος 3

30. Vaughan L. "The spatial syntax of urban segregation", *Progress in Planning*, vol. 67, σελ. 205-294, 6 Ιανου 2017,

<http://www.sss7.org/Proceedings/Seminars/Vaughan%20-%20The%20spatial%20syntax%20of%20Urban%20segregation.pdf>

## Διαδίκτυο

1. Sporns O., 2008, Scholarpedia, Complexity Systems, ανασύρθηκε 11 Φεβρουαρίου 2017 από:

[http://www.scholarpedia.org/article/Complex\\_systems](http://www.scholarpedia.org/article/Complex_systems)

2. Meiss J., 2007, Scholarpedia, 2(2):1629, ανασύρθηκε 12 Φεβρουαρίου 2017 από: <http://www.scholarpedia.org/article/Complexity>

3. Wikipedia x.a., τελευταία τροποποίηση άρθρου 23 Σεπτ 2016, Chaos theory, ανασύρθηκε 28 Σεπτ 2016 από:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Chaos\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Chaos_theory)

4. Wikipedia, τελευταία τροποποίηση άρθρου 23 Σεπτ 2016 , Random walk, ανασύρθηκε 28 Σεπτ 2016 από  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Random\\_walk](https://en.wikipedia.org/wiki/Random_walk)

5. Επίσημη ιστοσελίδα του Space Syntax Network. 5 Ιανου 2017 <http://www.spacesyntax.net/>
6. Γλωσσάρι Χωρικού Συντακτικού: <http://otp.spacesyntax.net/glossary/>
7. Wikipedia, τελευταία τροποποίηση άρθρου 5 Μαρτίου 2017, Central business district, ανασύρθηκε 8 Μαρτίου 2017 από: [https://en.wikipedia.org/wiki/Central\\_business\\_district](https://en.wikipedia.org/wiki/Central_business_district)

## Ερευνητικές Εργασίες

1. Abdelbaseer A., "Bill Hillier Mapping Method" από την ερευνητική εργασία *Spatial Conditions For Sustainable Communities : The Case of Informal Settlements in GCR* (Χωρικές συνθήκες για βιώσιμες κοινότητες) στο ερευνητικό ίδρυμα CPAS της Αιγύπτου.
2. Μητροπούλου Ι., *Αναδυόμενη Πόλη: Μελέτη της αστικής Πολυπλοκότητας μέσω μοντέλων προσομοίωσης αναδυόμενης συμπεριφοράς*, Οκτώβριος 2016.

## Πρακτικά συνεδρίων

1. Hillier, B., Spatial sustainability: organic patterns and sustainable forms, 2009, Seventh International Space Syntax Symposium, 16-36. Royal Institute of Technology, Stockholm.
2. Hillier B., Therefore the Grid: the need for a Theory of Order, 1997, 1<sup>st</sup> International Space Syntax Symposium

## Πηγές εικόνων & Πινάκων

### {Κ 1}

- 1.1. Batty M.& Longley P., *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ. 62, Σχ. 2.1
- 1.2. Batty M.& Longley P., *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ. 72, Σχ. 2.4
- 1.3, 1.4. Batty M.& Longley P., *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ. 75, Πίνακας 2.3
- 1.5.α. Collier P.F., *Collier's World Atlas and Gazetteer*, 1939, P.F. Collier & Son
- 1.5.β. Tange K., *A plan for Tokyo*, 1960

## {K 2}

- 2.1. Διαδικτυακή τοποθεσία του γραφείου μελετών "The Kubala Washatko Architects" <http://www.tkwa.com/wholeness/>
- 2.2. Alexander C., "A City is not a Tree", αρχική έκδοση 1966, *Architectural Forum*, πηγή σχήματος [http://complexitys.com/english/christopher-alexander-a-city-is-not-a-tree/#.WLdnOm\\_yiUk](http://complexitys.com/english/christopher-alexander-a-city-is-not-a-tree/#.WLdnOm_yiUk)
- 2.3, 2.4, 2.5, 2.6. Salinger N., "The Structure of Pattern Languages", *Architectural Research Quarterly*, volume 4 (2000), Cambridge University Press, σελίδα 10, πηγή <http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/StructurePattern.html>

## {K 3}

- 3.1, 3.2, 3.3α, β, 3.4. Hillier, B., Hanson, J., Peponis, J., Hudson, J., & Burdett, R., 1983, "Space Syntax: a different urban perspective", *The Architects Journal*, 30 November, 1983, London.
- 3.5. [https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/methods/dual\\_graph.html](https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/methods/dual_graph.html)
- 3.6. Hillier B. "Studying Cities to Learn about Minds: How geometric intuitions shape urban space and make it work", Researchgate. 2 Σεπ 2016.
- 3.7. <http://urbanfloop.blogspot.gr/2009/05/mapping-information-image-from-guardian.html>
- 3.8. <http://slideplayer.com/slide/3850542/>
- 3.9. Kim Y O, 1999, "Spatial configuration, Spatial cognition and spatial behavior: The role of architectural intelligibility in shaping spatial experience", Ph.D. thesis, University of London, London.
- 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14. Hillier B. , 2012, "The genetic code for cities : is it simpler than we think" στο βιβλίο των Portugali J., Meyer H., Stolk E., Ekim T. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. (σελ.129-152). Springer Verlag

## {K 4}

- 4.1. Batty M., "Building a science of cities". *J. Cities* (2011), doi:10.1016/j.cities. Νοέμβριος 2011, σελ.3, Σχ. 2
- 4.2.α. Batty M.& Longley P., *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ. 86, Πίνακας 8.5
- 4.2.β. Batty M.& Longley P., *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ. 88, Πίνακας 8.6
- 4.3. Batty M.& Longley P., *Fractal Cities*, San Diego 1994, Academic Press, σελ. 80, Πίνακας 4.2
- 4.4. Guoqiang S., "Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas", int. j. *Geographical Information Science*, 2002, Issue 5, Vol.16, Οκτώβριος 2002, σελ. 425, Σχ. 2

- 4.5. Guoqiang S. , “Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas”, int. j. *Geographical Information Science*, 2002, Issue 5, Vol.16, Οκτώβριος 2002, σελ. 426, Σχ. 7
- 4.6. Terzi F. & Keya S., “Analyzing Urban Sprawl Patterns Through Fractal Geometry: The Case of Istanbul Metropolitan Area”, *Working Papers Series*, Issue 144, Αύγουστος 2008, σελ. 12, Σχ.3
- 4.7. Terzi F. & Keya S., “Analyzing Urban Sprawl Patterns Through Fractal Geometry: The Case of Istanbul Metropolitan Area”, *Working Papers Series*, Issue 144, Αύγουστος 2008, σελ. 15, Σχ. 4
- 4.8. Batty M., *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT Press, σελ 82, Σχ.
- 4.9. Batty M., *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge 2005, MIT Press, σελ.90, Σχ.
- 4.10. Batty M., “Complexity and Emergence In City Systems: Implications for Urban Planning”, *Malaysian Journal of Environmental Management*, Issue 10, Vol.1, 2009, σελ. 29, Σχ. 6
- 4.11. Batty M., “Agents, cells, and cities: new representational models for simulating multiscale urban dynamics”, *Environment and Planning A* 2005, Vol. 37, Ιούλιος 2004, σελ. 1389, Σχ. 6
- 4.12. Batty M., *A Digital Breeder for Designing Cities*, σελ.47, Σχ. 1 & Σχ. 2, x.d.
- 4.13. Land cover Institute, ανασύρθηκε 20 Δεκεμβρίου 2016 από [http://landcover.usgs.gov/LCL/urban/unmap/pubs/aspers\\_wma.php](http://landcover.usgs.gov/LCL/urban/unmap/pubs/aspers_wma.php)

**Πίνακας 4.1.** Guoqiang S., “Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas”, int. j. *Geographical Information Science*, 2002, Issue 5, Vol.16, Οκτώβριος 2002, σελ. 427, Πίνακας 2

**Πίνακας 4.2.** Guoqiang S., “Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas”, int.j. *Geographical Information Science*, 2002, Issue 5, Vol.16, Οκτώβριος 2002, σελ. 431, Πίνακας 3

**Πίνακας 4.3.** Terzi F. & Keya S., “Geometry Analyzing Urban Sprawl Patterns Through Fractal: The Case of Istanbul Metropolitan Area”, *Working Papers Series* Issue 144, Αύγουστος 2008, σελ. 11, Σχ. 2

**Πίνακας 4.4.** Terzi F. & Keya S., “Analyzing Urban Sprawl Patterns Through Fractal Geometry: The Case of Istanbul Metropolitan Area”, *Working Papers Series* Issue 144, Αύγουστος 2008, σελ. 16, Σχ. 5

Η εικόνα στο εμπρός εξώφυλλο είναι το έργο “Tokyo Station” του Tomoyuki Tanaka, πηγή: <http://architecturelab.net/inside-tomoyuki-tanakas-x-ray-illustrations-of-tokyo-train-stations/>



Εχθρός του Χάους είναι η Τάξη.  
Αλλά ο εχθρός της Τάξης είναι κι αυτός εχθρός του Χάους.

Gregor Markovich, *Θεωρία της Κοινωνικής Εντροπίας*

Norman Spinrad, *Οι πράκτορες του Χάους*, εκδόσεις Τρίτων, Αθήνα 1997,  
σελ. 45<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Η παραπάνω αναφορά περιέχεται στο βιβλίο *Οι πράκτορες του Χάους* με αρχική έκδοση: Spinrad N., 1967, *Agent of Chaos*, Belmont Books



# Αναδυόμενες θεωρίες δυναμικής αστικής ανάλυσης

{K1}

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

θεωρητικά εργαλεία

{K2}

ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

δομές αστικών συνόλων

{K3}

Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ  
ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ  
ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

συσχετισμός χωρικών και  
κοινωνικών δομών

{K4}

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ  
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ  
FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

πολυπλοκότητα στη  
μεγάλη κλίμακα





## **/η μετάλλαξη της ανθρώπινης πόλης τον 20ο αιώνα**

**“Μέχρι πριν από εκατό, περίπου, χρόνια ήταν κοινώς αποδεκτό πως η κοινωνική και οικονομική ζωή της πόλης καθορίζονταν από τη φυσική της μορφή . Όμως με την πάροδο του 20ου αιώνα η μορφή της πόλης αρχίζει να αλλάζει δραματικά”.**

**- M. Batty**

**Υπάρχουν δομές κοινές σε όλες τις πόλεις.**

**Ο τρόπος προσέγγισης στον 21ο αιώνα οφείλει να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες ανάγκες και λογικές.**



**Φωτογραφία της Αθήνας του 19ου αιώνα**



**Φωτογραφία της σύγχρονης πόλης.  
Απουσία τείχους, μεγαλύτερη έκταση, διαφορετική ανάγκη δικτύων**

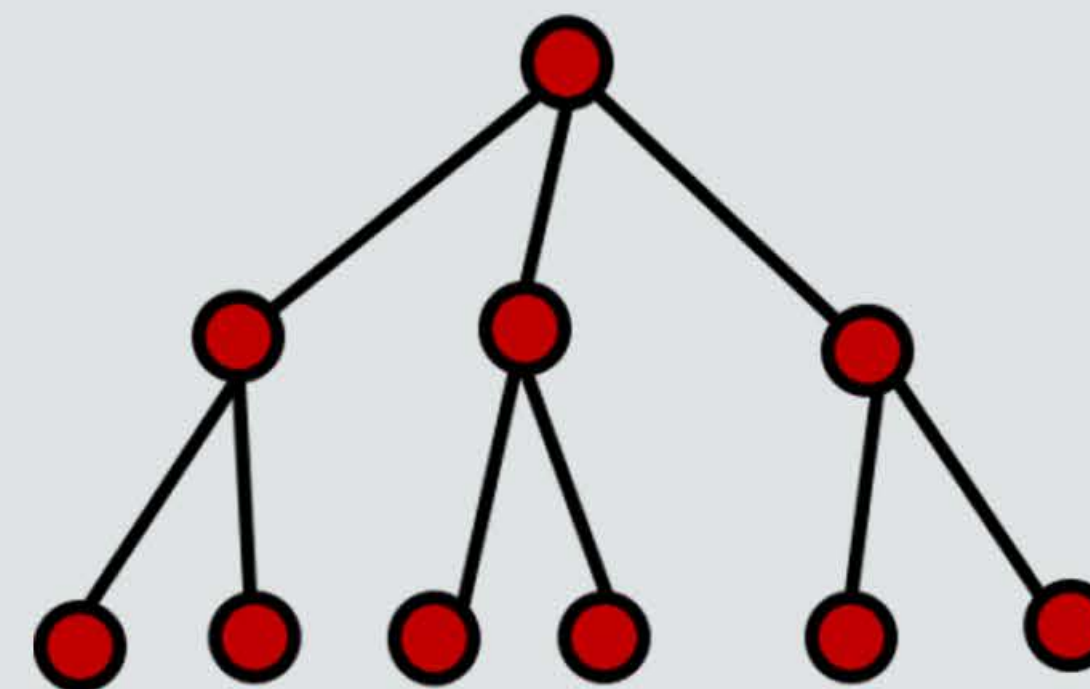


## **/bottom-up & top-down**

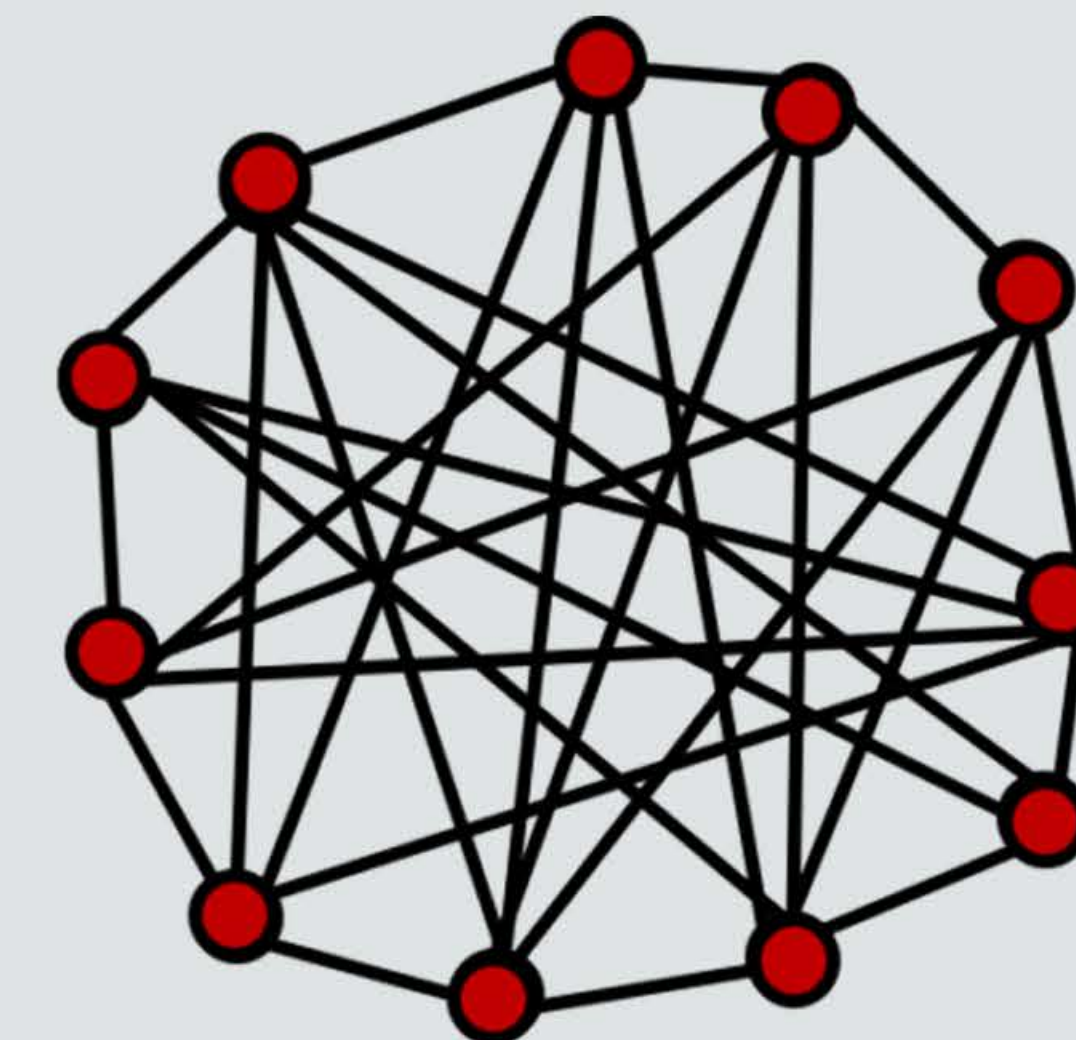
Μέχρι το ξεκίνημα της νεωτερικότητας, ο κόσμος ήταν συγκροτημένος με μία αρχή από πάνω προς τα κάτω, κυρίως λόγω της θεοκρατικής αντίληψης εκείνης της εποχής για τον Κόσμο.

Ο Δαρβίνος θέτει την εξέλιξη ως την επιλογή του καταλληλότερου. Η θεώρηση για τον κόσμο αρχίζει να στρέφεται μακριά από την θεοκρατική αντίληψη, του Μεσαίωνα και την ανθρωποκεντρική αντίληψη, του Διαφωτισμού που υπερίσχυε μέχρι εκείνη τη στιγμή.

Την εποχή που οι περισσότερες επιστήμες στρέφονται σε μια bottom-up λογική για την επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν, η Αρχιτεκτονική εφαρμόζει κυρίως top-down λογικές για την κατασκευή μιας “όμορφης πόλης”.



Top-down



Bottom -up



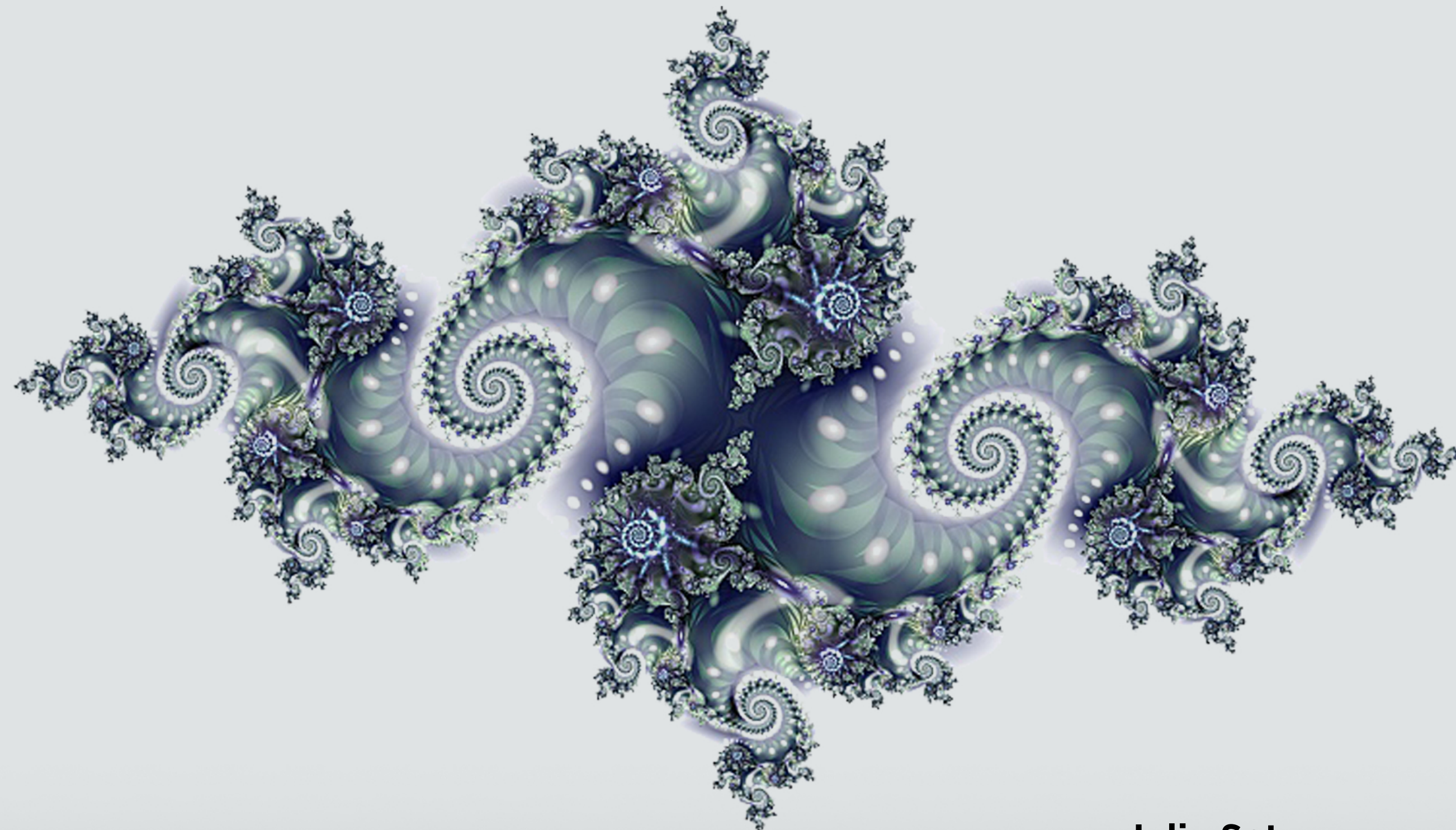
## /πολυπλοκότητα

Η Πολυπλοκότητα αναδύεται ως ένα μετα-Νευτώνειο παράδειγμα προσέγγισης –με μια ενοποιητική ματιά- ενός μεγάλου αριθμού φαινομένων που συμβαίνουν σε συστήματα συγκροτούμενα από αρκετές υπομονάδες, στο σταυροδρόμι των φυσικών, μηχανικών, περιβαλλοντικών, ζωτικών και ανθρωπινων επιστημών.

Υπάρχουν τρία στοιχεία, τα οποία μπορούν να αναγνωριστούν σε κάθε πολύπλοκο σύστημα:

- κάθε πολύπλοκο σύστημα εμφανίζει δομικά στοιχεία
- τα δομικά στοιχεία εμπλέκονται πάντα σε μια σειρά δυναμικών διαδράσεων μεταξύ τους
- η διάδραση των στοιχείων γεννά φαινόμενα, λειτουργίες και αποτελέσματα, που δεν δύναται να αποδώσουμε στις ιδιότητες των ελάχιστων στοιχείων. Αυτή η διαδικασία λέγεται ανάδυση

Μέσω της χρήσης δυναμικών συστημάτων, μπορούμε να μελετήσουμε την εξέλιξη των πολύπλοκων συστημάτων και μέσω της γεωμετρίας fractal, μπορούμε να αναπαραστήσουμε τις δομές τους.



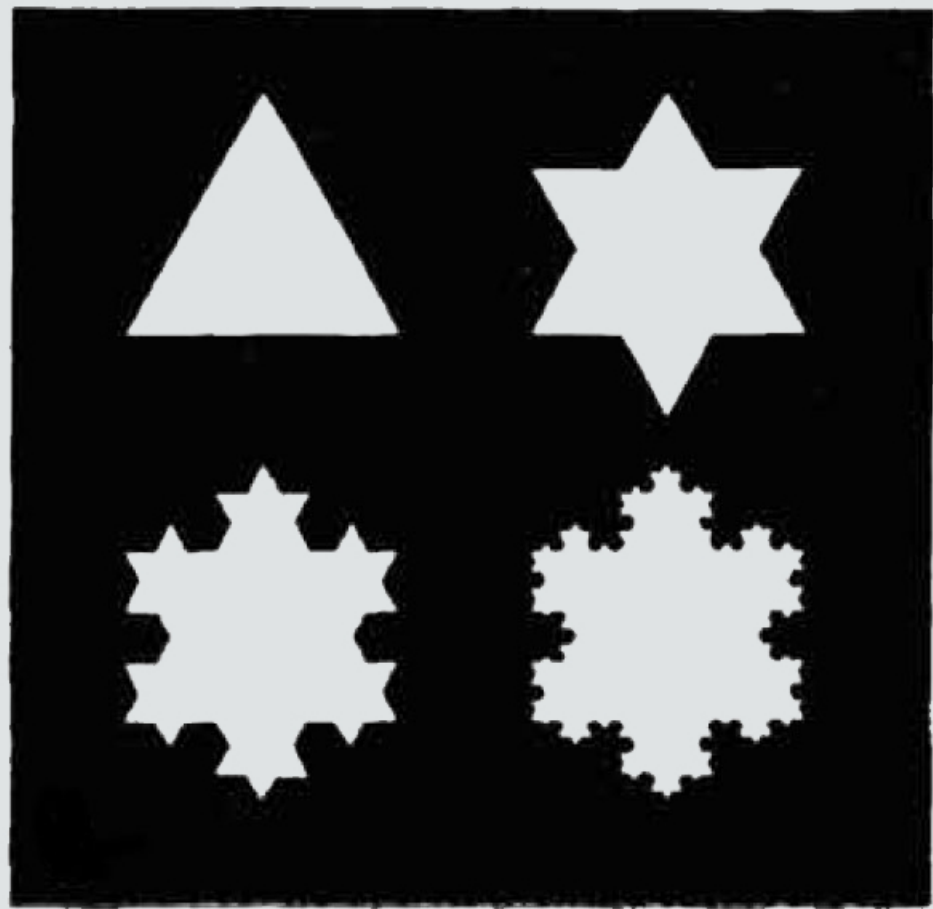
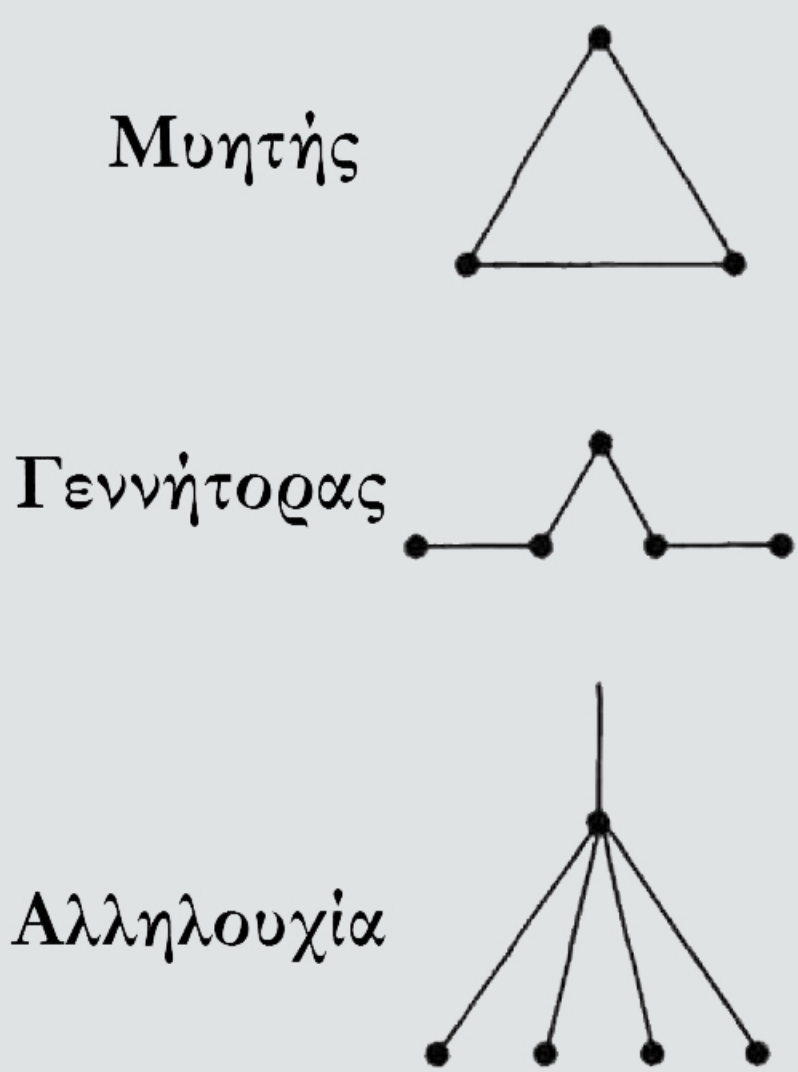
Julia Set



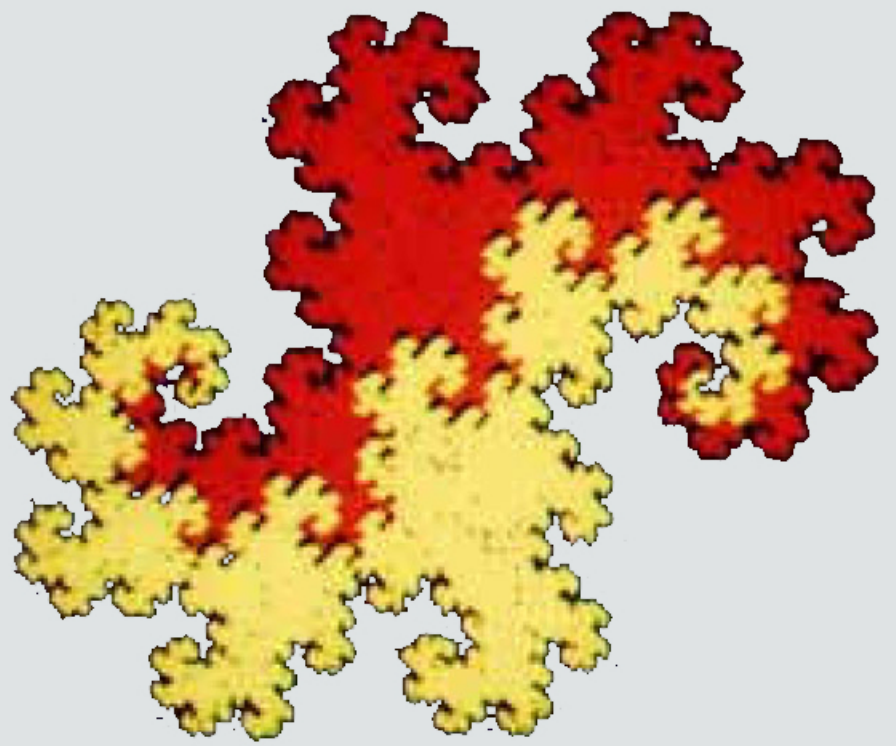
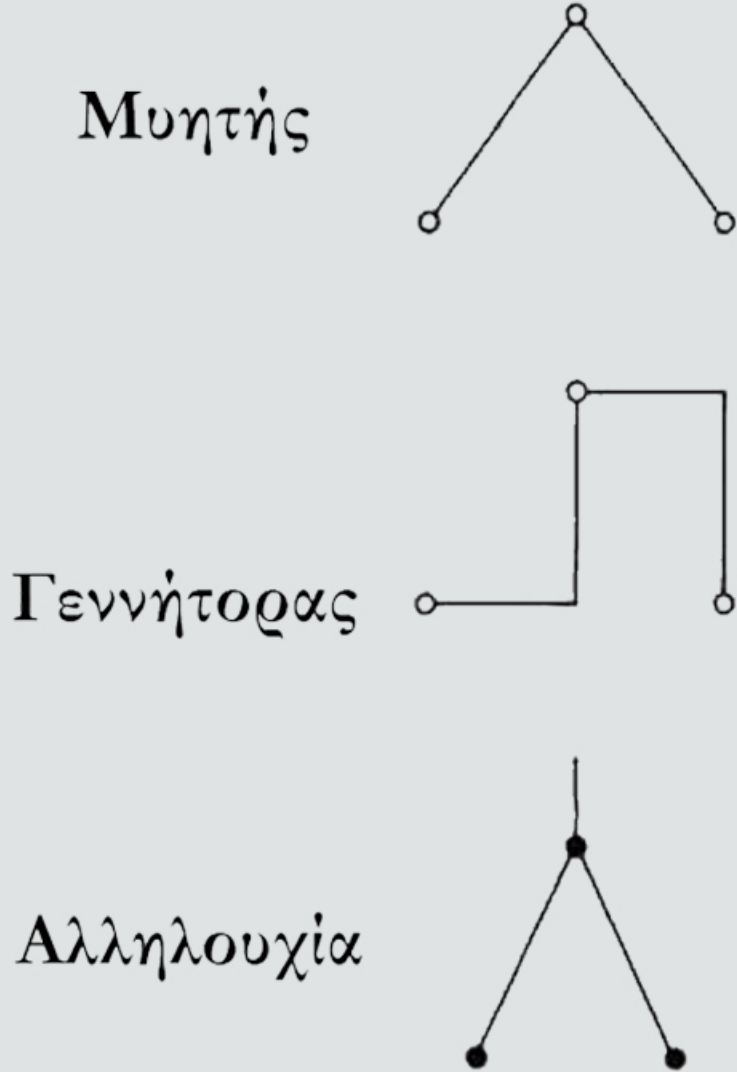
# /γεωμετρία fractal

Τα fractals, όρος που επινοήθηκε από το δημιουργό τους Benoit Mandelbrot (1983), είναι αντικείμενα κάθε είδους των οποίων η χωρική μορφή δεν είναι πουθενά ομαλή, κι έτσι ορίζεται σαν ακανόνιστη, και της οποίας η ανωμαλία επαναλαμβάνεται γεωμετρικά σε όλες τις κλίμακες. Εν συντομία, η ανωμαλία της μορφής είναι όμοια από κλίμακα σε κλίμακα, και το αντικείμενο λέγεται ότι έχει την ιδιότητα της αυτό-ομοιότητας ή ανεξαρτησίας-κλίμακας.

Για να κατασκευάσουμε τα απλούστερα fractals, ακολουθούμε τον Mandelbrot (1983) ξεκινώντας με ένα γεωμετρικό αντικείμενο το οποίο καλούμε μνητή (initiator). Σε αυτόν εφαρμόζουμε ένα μοτίβο το οποίο επαναλαμβάνει τον εαυτό του σε κάθε κλίμακα, το οποίο καλούμε γεννήτορα (generator).



Η νιφάδα Koch



Η καμπύλη των δίδυμων δράκων

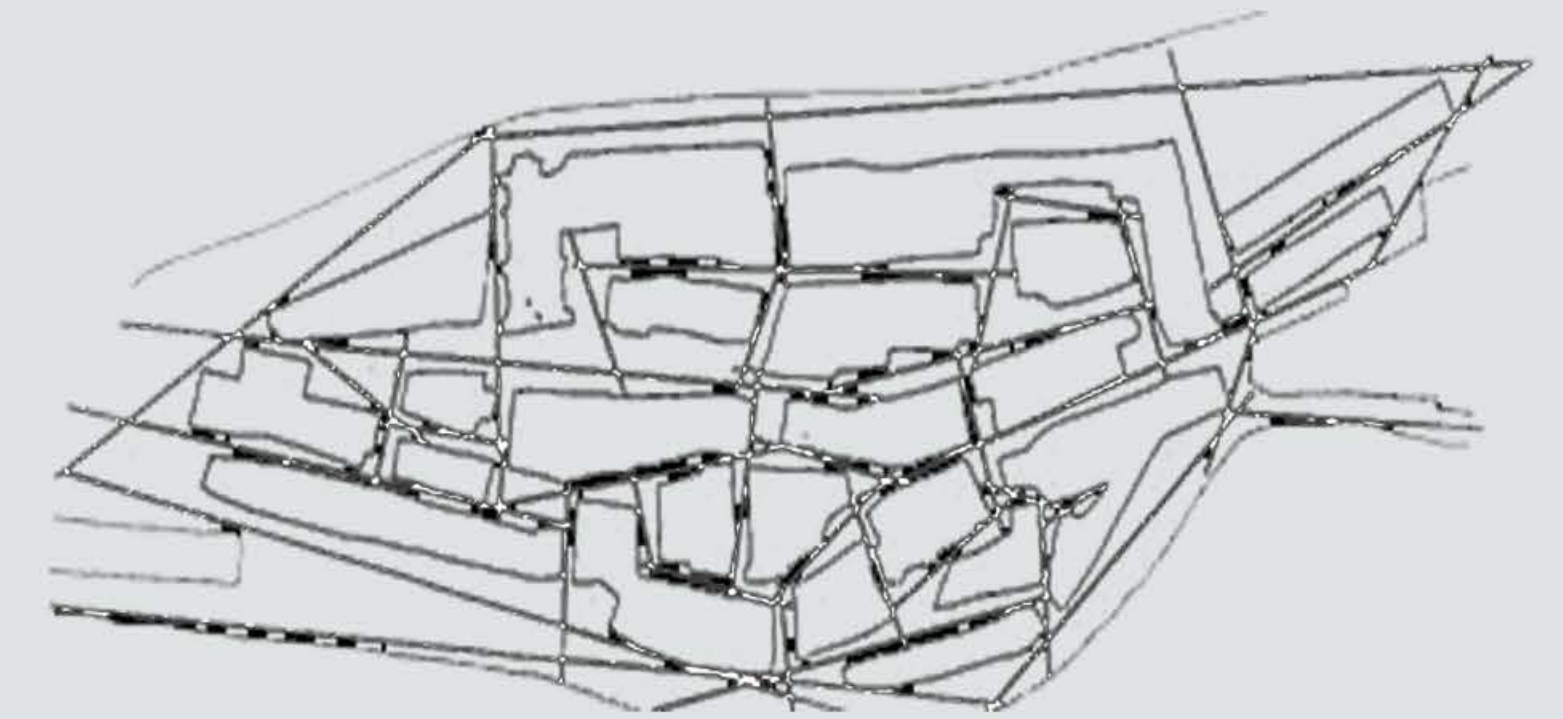


# /οι “Σχολές” της Θεωρίας Πολυπλοκότητας

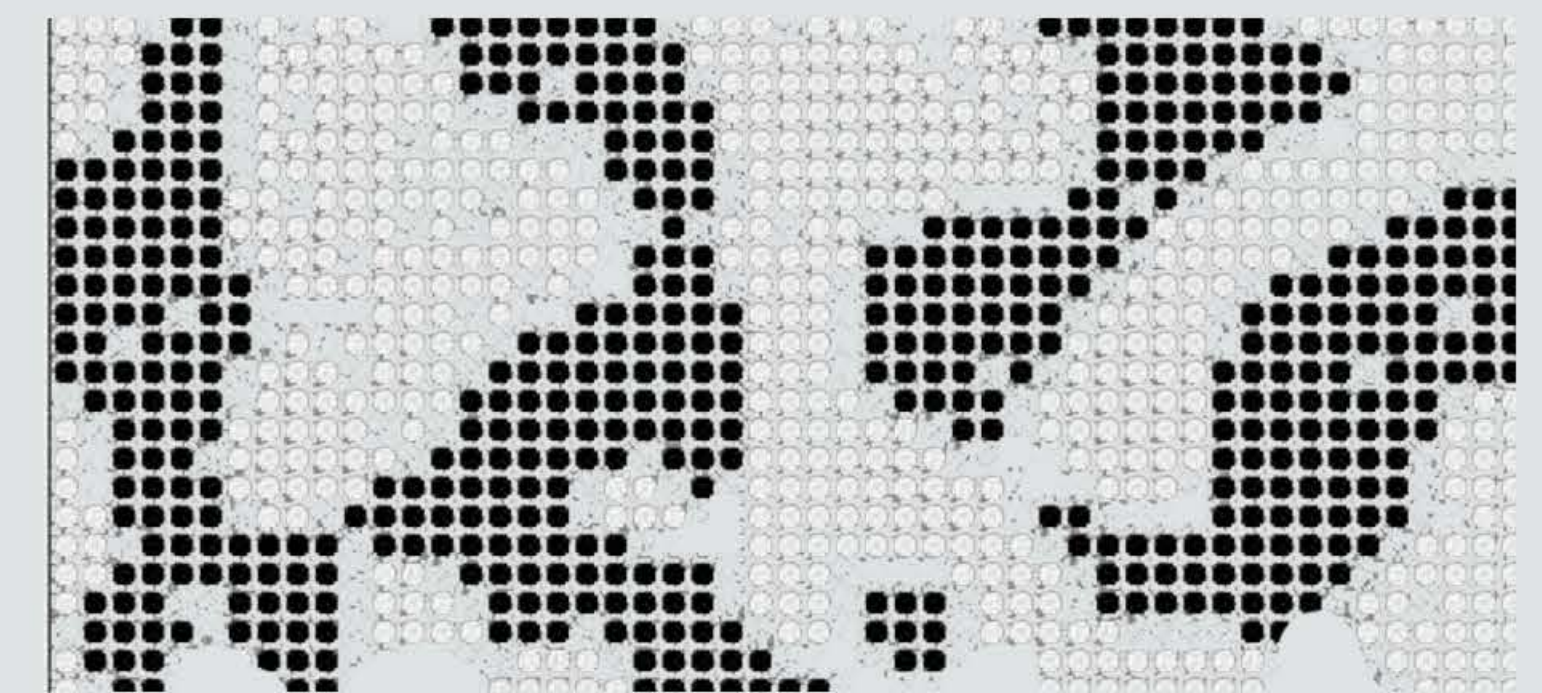
**Cristopher Alexander:**  
Ο πρώτος που εντοπίζει την πολύπλοκη δομή  
στις πόλεις



**Bill Hillier:**  
Διεξοδική μελέτη σχέσεων και κινήσεων στον  
αστικό ιστό



**Michael Batty:**  
Αστικοί σχηματισμοί σαν δομές fractal







## ΖΩΝΤΑ “ΦΥΣΙΚΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ : Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

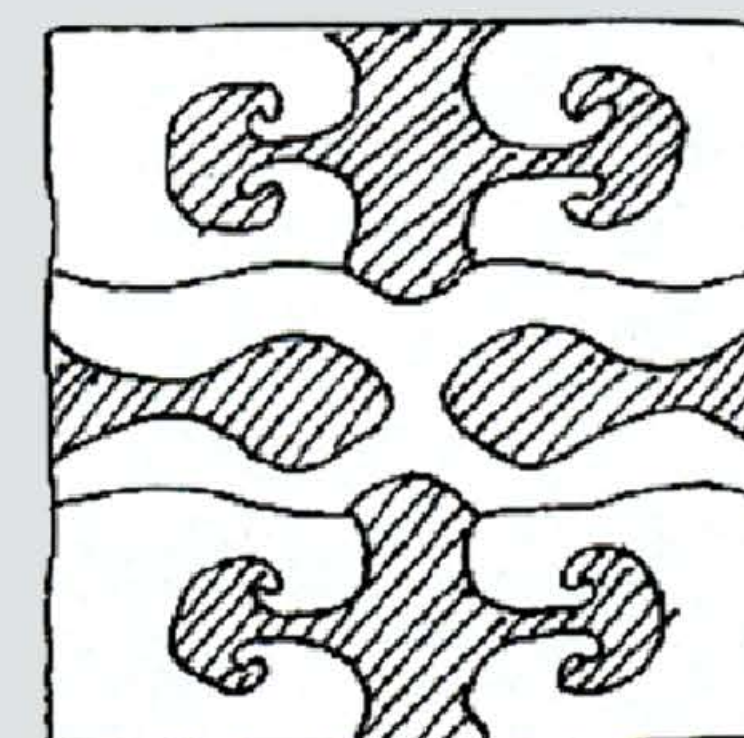
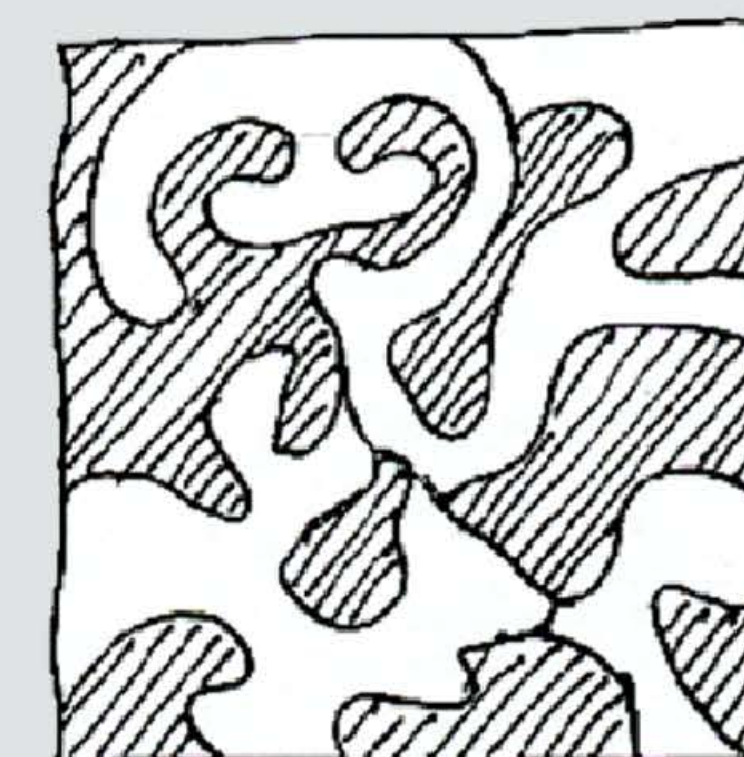
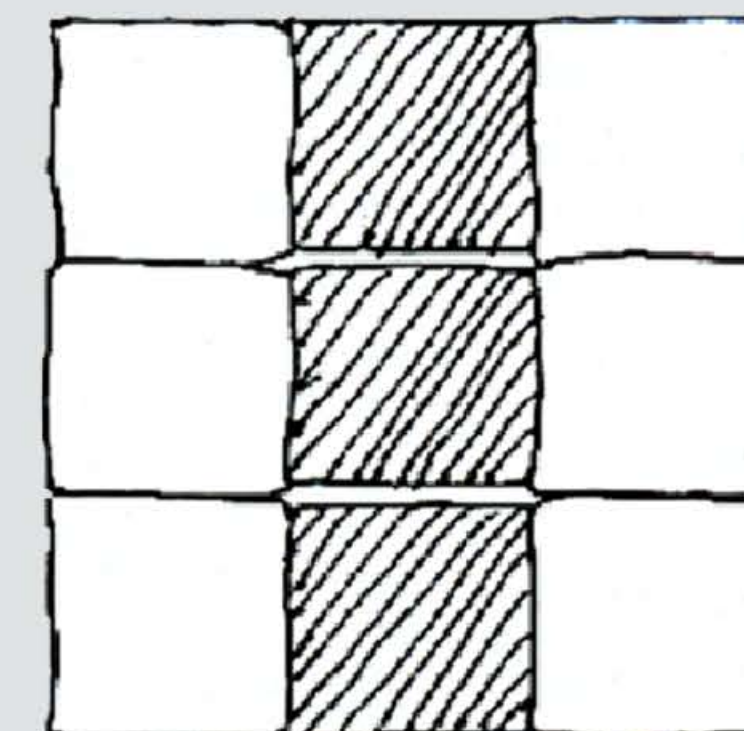
- > ΖΩΝΤΑ “ΦΥΣΙΚΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ
- > Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ “ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ”
- > ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

μηχανισμοί σύνθεσης του αστικού ιστού

αστικά σύνολα: εσωτερικές κ εξωτερικές συνδέσεις

αναδυόμενα χαρακτηριστικά συστημάτων

ζωντανή γεωμετρία και bottom-up δομές







## /τα μοτίβα και οι γλώσσες μοτίβων

✓ ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

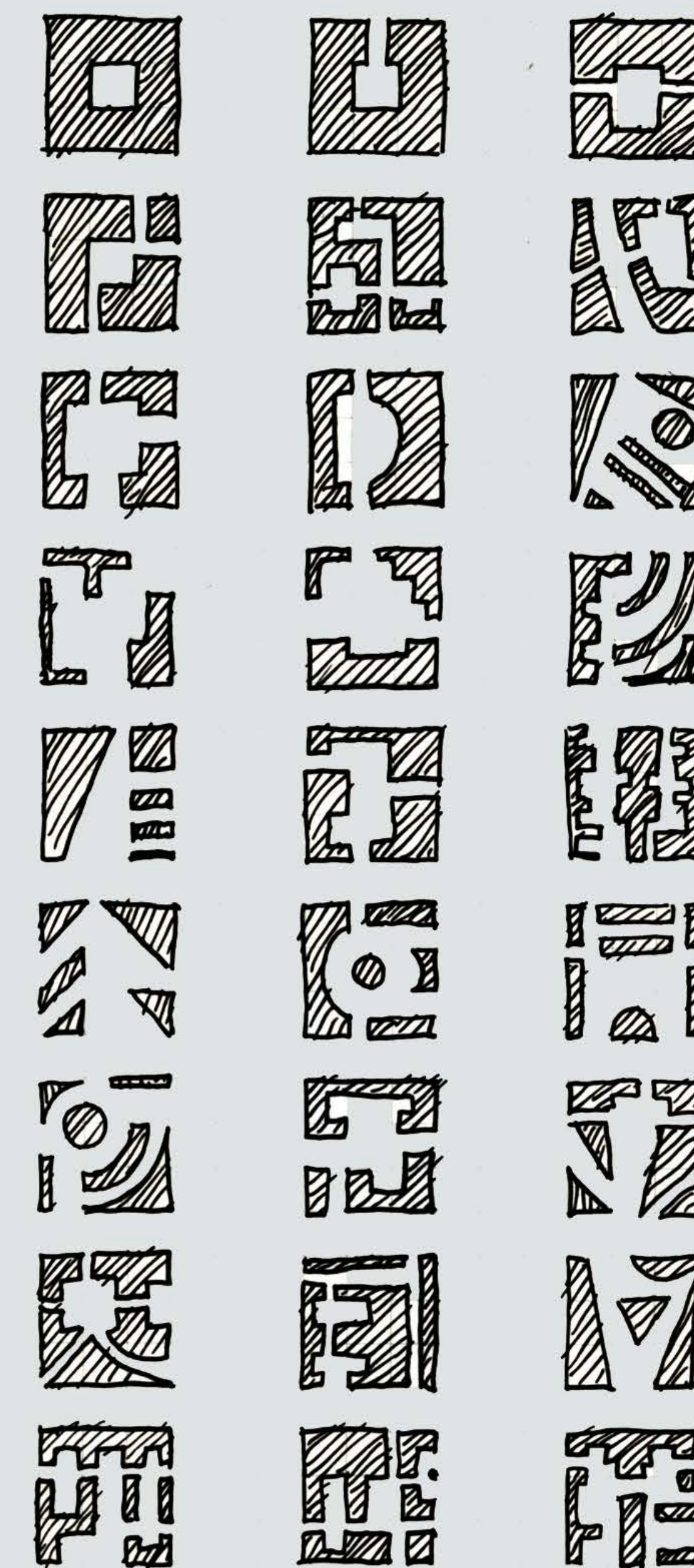
> Μοτίβα και γλώσσες

κόμβοι και συνδέσεις ανθρώπινης δραστηριότητας

επανάληψη και διόρθωση

κανόνες λειτουργίας συστήματος

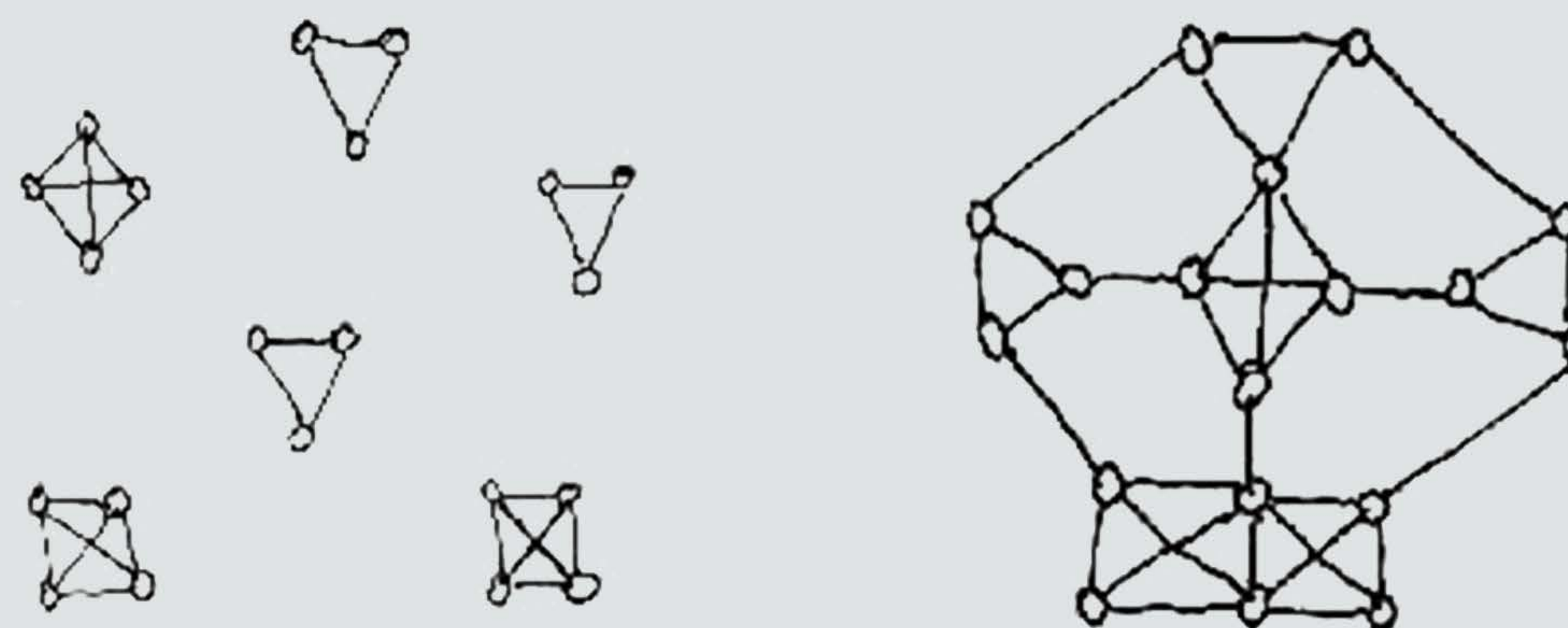
pattern language και form language



Παραδείγματα αστικών μοτίβων

> Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

> ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ



Μεμονωμένα μοτίβα και συνδιασμός μοτίβων βάσει της γλώσσας



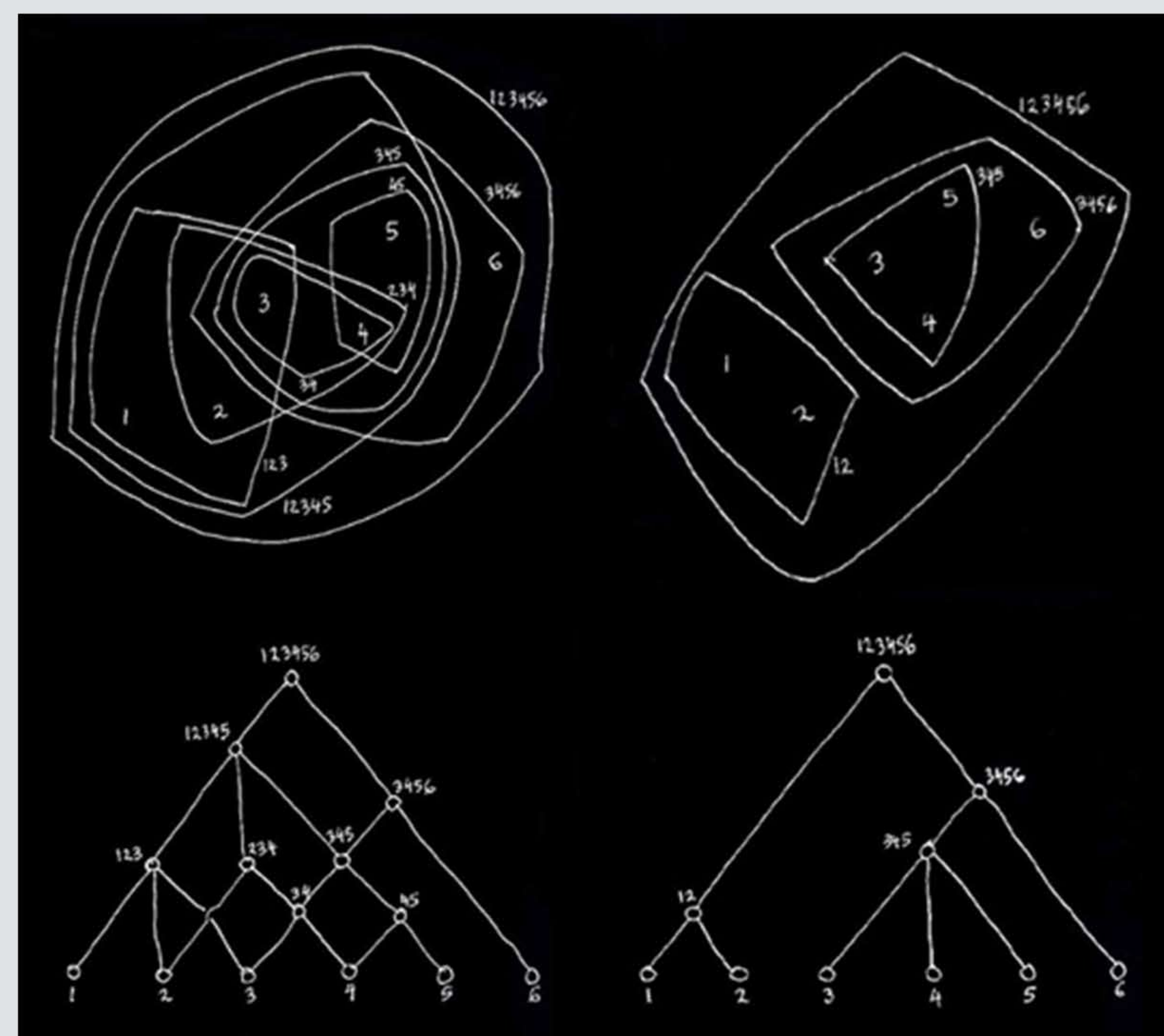


## /“φυσικές και τεχνητές” πόλεις

κόμβοι, σύνολα κόμβων και σχέσεις

δομές “δέντρου” και δομές semi-lattice

top-down αστικές παρεμβάσεις και  
bottom-up παραδοσιακοί οικισμοί

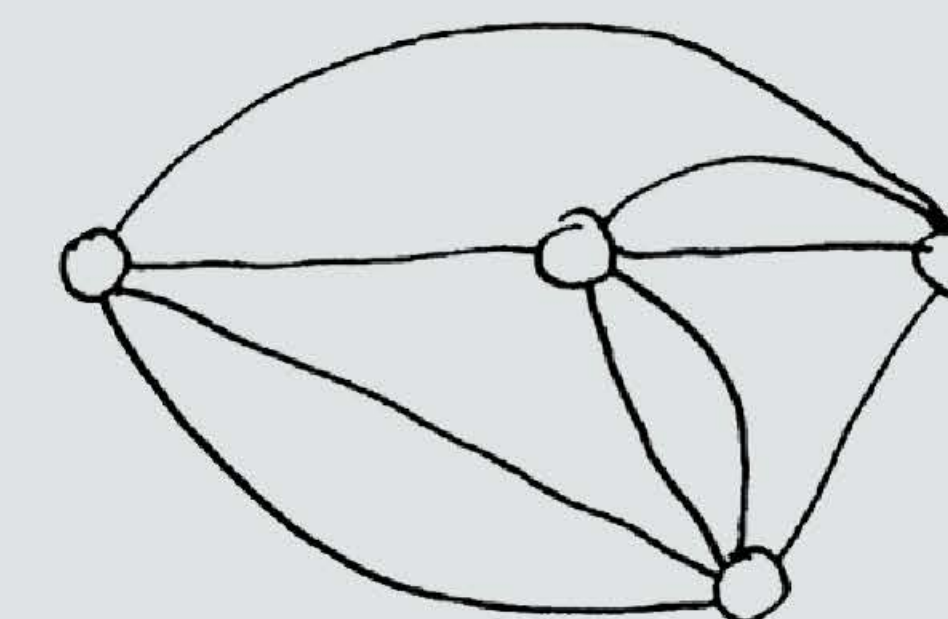


δομή δέντρου και δομή semi-lattice

(a)



(b)

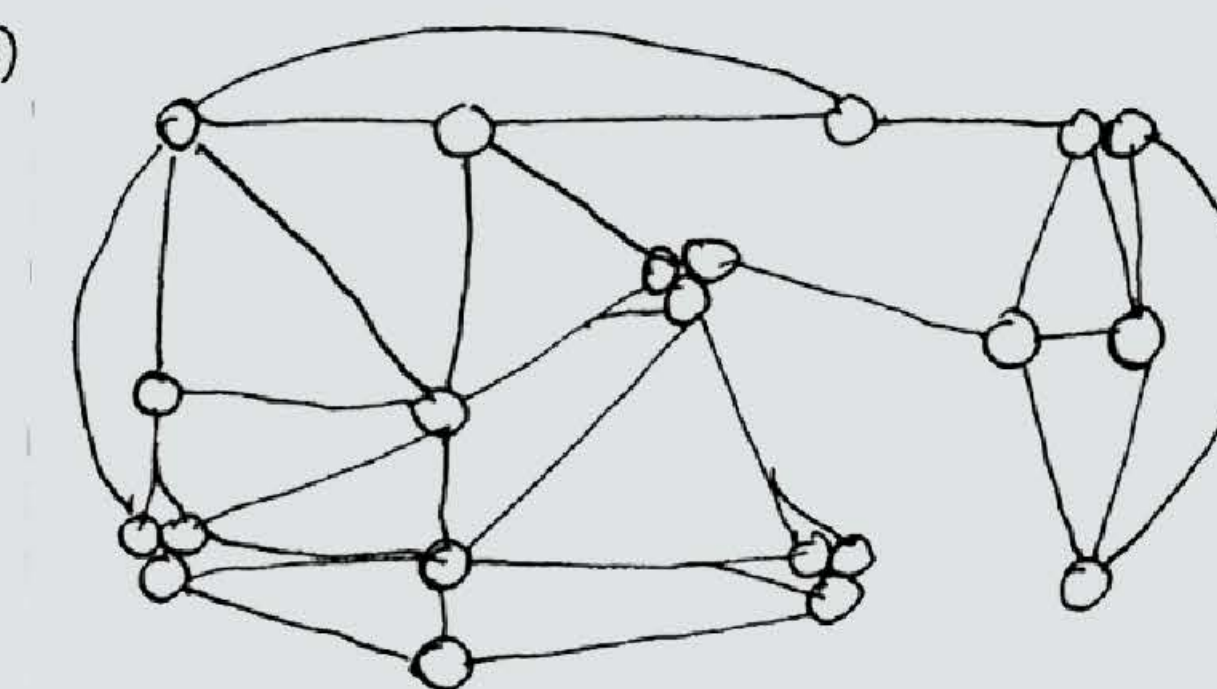


τρόποι σύνδεσης κόμβων

(a)



(b)



✓ ΖΩΝΤΑ “ΦΥΣΙΚΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

➤ Μοτίβα και γλώσσες

➤ “Φυσικές” και  
“Τεχνητές” πόλεις

➤ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ “ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ”

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ





# /"ζωντανή" γεωμετρία και ιεραρχία

## συνδέσεις και τάσεις στο σύνολο

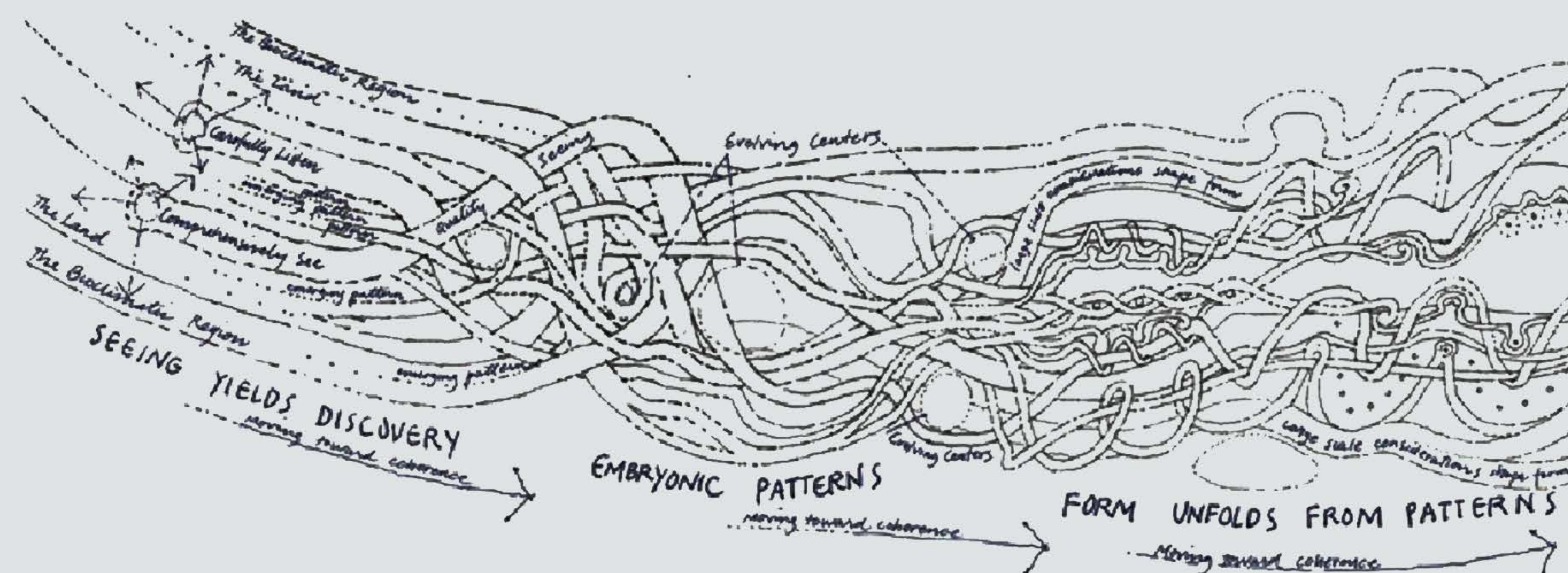
***“Στον ορισμό του το σύνολο είναι μια συλλογή απο  
στοιχεία, τα οποία για κάποιο λόγο σκεφτόμαστε ως να  
ανήκουν μαζί. Όταν τα στοιχεία ενός συνόλου  
συνυπάρχουν επειδή συνεργάζονται με κάποιο τρόπο  
καλούμε το σύνολο αυτών των στοιχείων σύστημα”***

**-C.Alexander**

**η γεωμετρική συνεκτικότητα προκύπτει από ένα σφικτά πλεγμένο σύνολο σε όλες τις κλίμακες**

**η ιεραρχία κλιμάκων πολύπλοκων συνδέσεων είναι σημαντική ιδιότητα της συνεκτικής “φυσικής” πόλης**

**σε μια πόλη δεν υπάρχει επικρατέστερη κλίμακα**



## ✓ ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- Μοτίβα και γλώσσες
- “Φυσικές” και “Τεχνητές” πόλεις
- “Ζωντανή” γεωμετρία





## /αναδυόμενες ιδιότητες και χαρακτηριστικά δομών

### ✓ ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

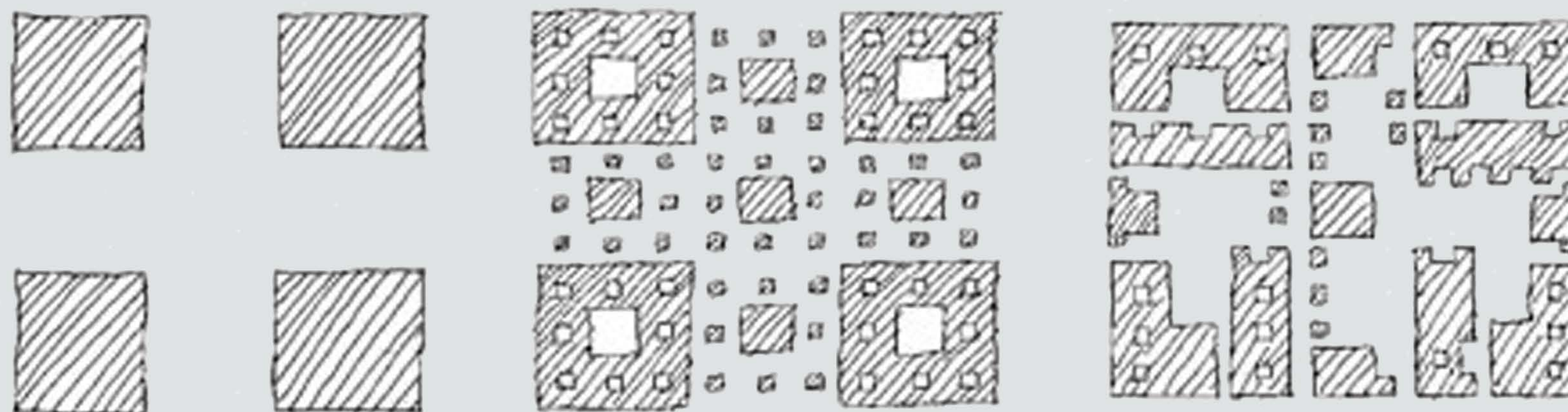
- Μοτίβα και γλώσσες
- "Φυσικές" και "Τεχνητές" πόλεις
- "Ζωντανή" γεωμετρία
- Αναδυόμενες ιδιότητες

➤ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

**bottom-up δυναμική τάξη**

**συμπλήρωση-αποκατάσταση-εξέλιξη μοτίβων**



**ο top-down σχεδιασμός παρουσιάζει έλλειψη αναδυόμενων ιδιοτήτων**

**κάποια μοτίβα λειτουργούν σε διάφορα επίπεδα**

**οικονομία στη γλώσσα μέσω της αυτο-ομοιότητας**



# Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

➤ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

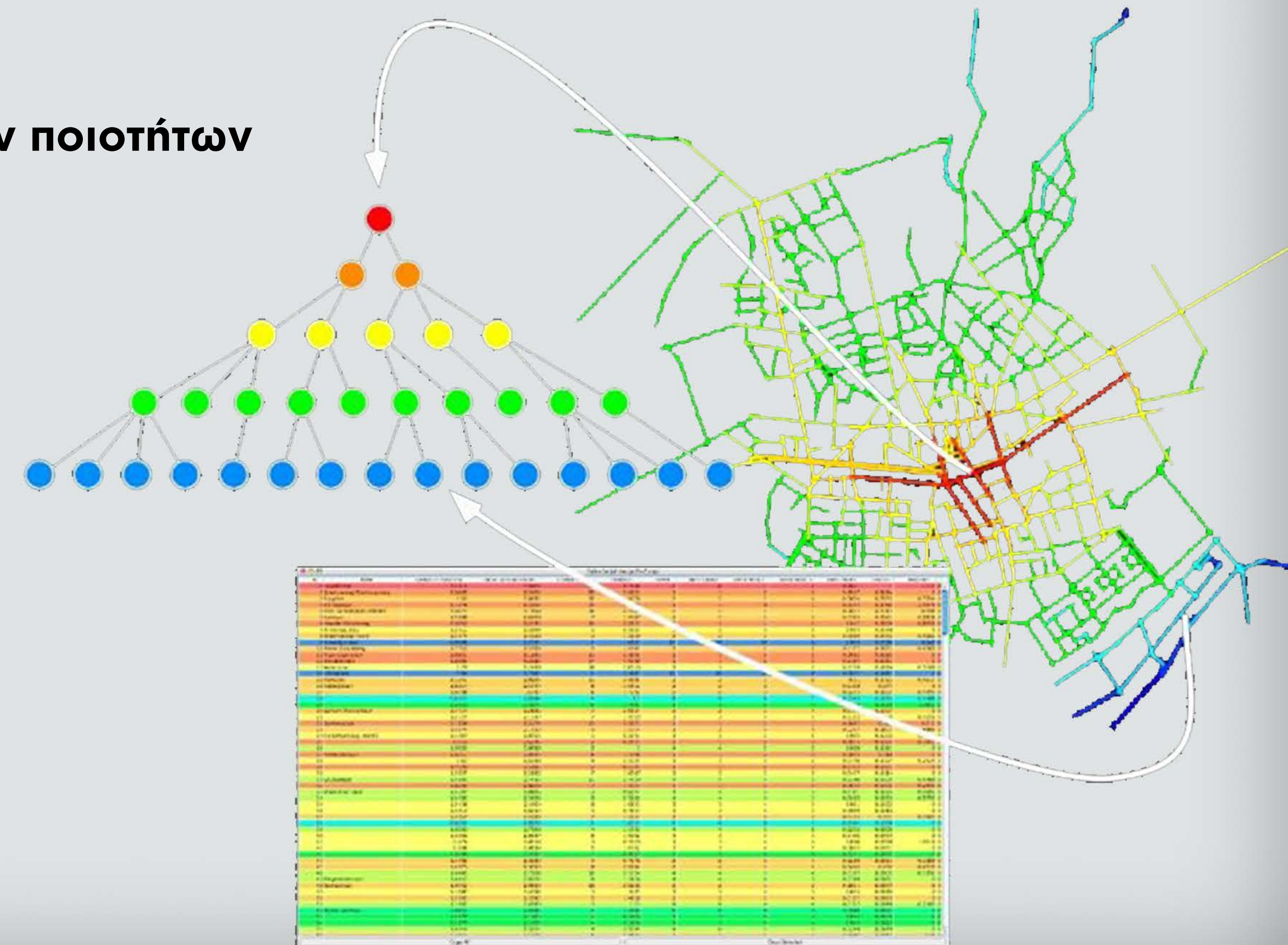
**διερεύνηση για τη σχέση χωρικών και  
κοινωνικών μοτίβων**

**κοινή ή καθολική δομή πίσω από τη χαώδη  
λειτουργία των αστικών συστημάτων**

**μοτίβα χρήσεων γης και δημιουργία κέντρων**

**ιεράρχιση δικτύων δρόμων**

**ποσοτικός προσδιορισμός αστικών ποιοτήτων**





# /διαμόρφωση φυσικού και κοινωνικού δικτύου

ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

✓ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

➤ Διαμόρφωση δικτύων

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

ο χώρος παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη διαμόρφωση  
της ανθρώπινης δραστηριότητας στις πόλεις

διαμόρφωση - configuration: ένα σύνολο από  
αλληλεξαρτημένες σχέσεις μέσα στο οποίο η  
κάθε μια ορίζεται από τη σχέση της με όλες τις  
άλλες.





# /βασικά εργαλεία και έννοιες Χωρικής Σύνταξης

ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

την χωρική διαμόρφωση του αστικού συστήματος ο Hillier  
την αποτυπώνει σε μια σειρά από μετρήσεις και χάρτες.

βασικά εργαλεία:  
αξονικός χάρτης

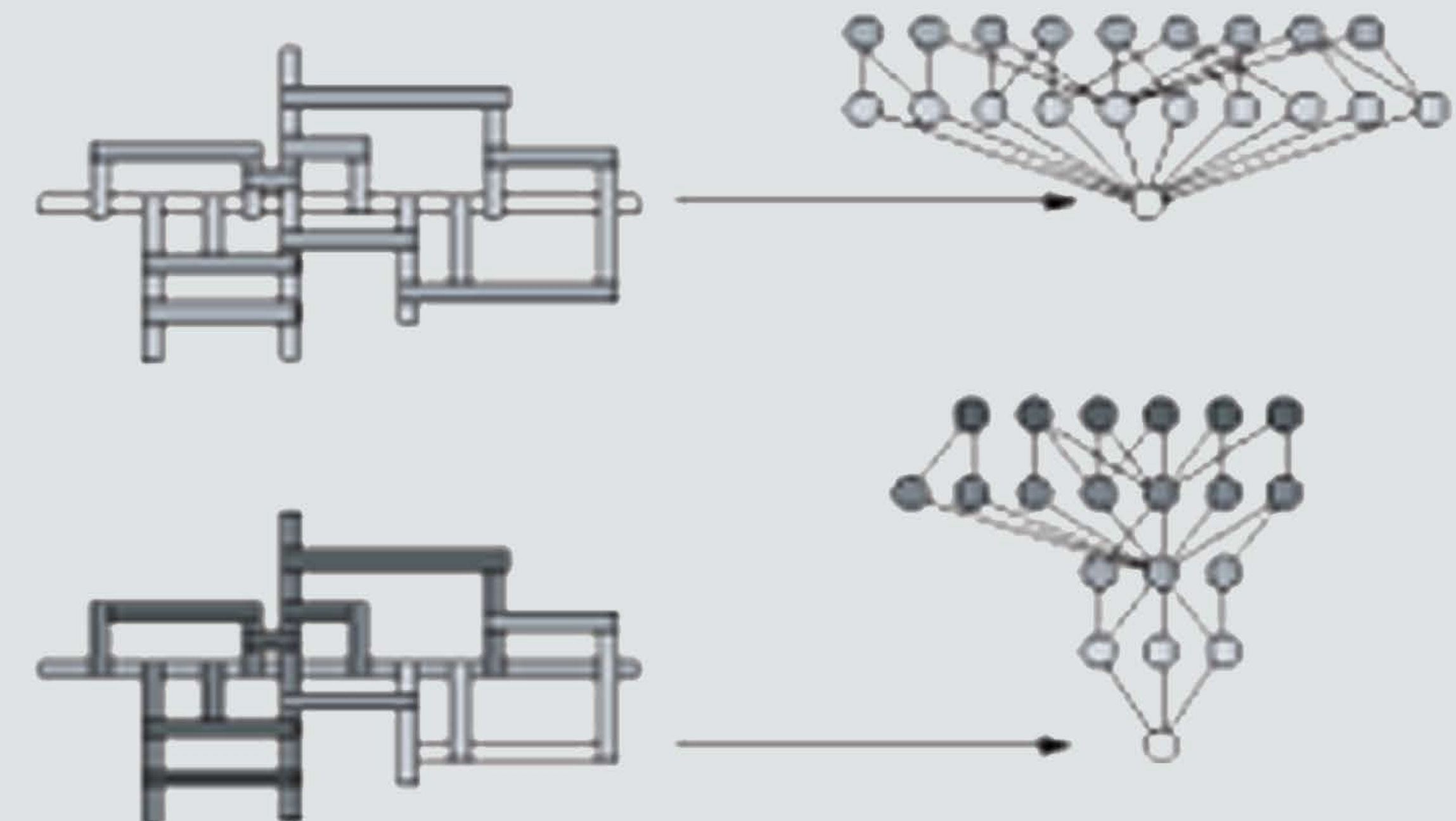


✓ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

- Διαμόρφωση δικτύων
- Βασικά εργαλεία και έννοιες

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

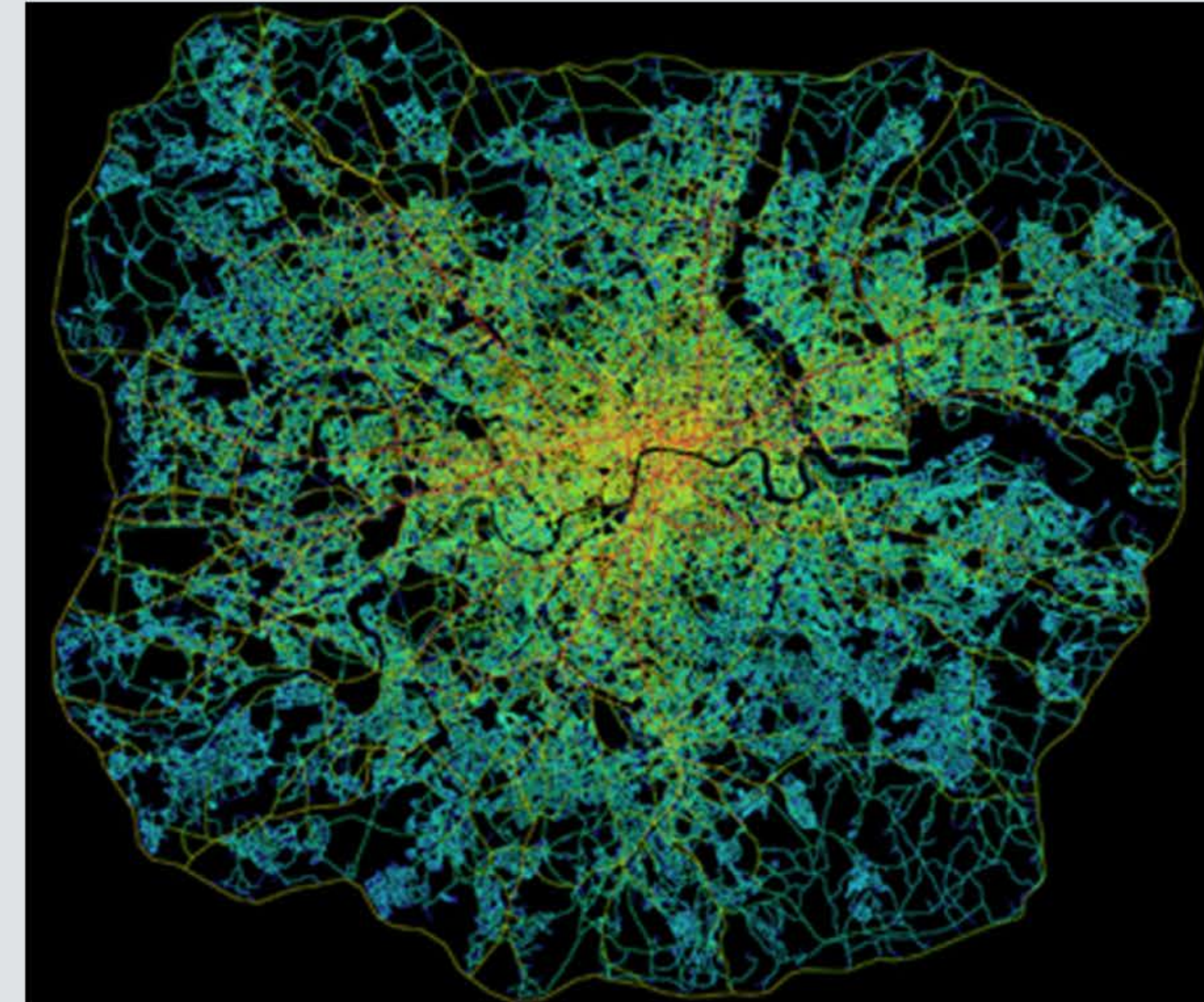
βάθος ή σχετική απόσταση  
βαθμός ενσωμάτωσης άξονα





# /βασικά εργαλεία και έννοιες Χωρικής Σύνταξης

## πυρήνας ενσωμάτωσης



η αξία ενσωμάτωσης  
διαφοροποιείται ανάλογα με  
τον αριθμό των επιπέδων που  
συμπεριλαμβάνονται στην  
μέτρηση

## γενική και R-3 ενσωμάτωση



αξονική συνέργεια  
φυσική κίνηση

ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

✓ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

- Διαμόρφωση δικτύων
- Βασικά εργαλεία και έννοιες

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ



## /δομή "Καθολικής Πόλης" και γενετικός κώδικας

**"Το χωρικό αποτέλεσμα του συνδιασμού ενός δικτύου κέντρων σε πρώτο πλάνο - στο προσκήνιο, καθορισμένο από τη μικροοικονομία και ανεπτυγμένο σε όλες τις κλίμακες και ενός κοινωνικό-πολιτισμικού δικτύου σε δεύτερο πλάνο - στο παρασκήνιο - αποτελούμενο από περιοχές κατοικιάς"**  
**- B. Hillier**

**κοινές-καθολικές ιδιότητες σε διάφορες κλίμακες**

**διάχυτη-διαπεραστική κεντρικότητα**



**γενετικός κώδικας ιστών**

**πραγματικό "φυσικό" υλικό**

**δίκτυο δραστηριοτήτων**

ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

✓ **Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"**

- Διαμόρφωση δικτύων
- Βασικά εργαλεία και έννοιες
- Δομή "Καθολικής Πόλης"

➤ **ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ**



# /νόμοι αστικής διαμόρφωσης

ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ  
/ Μοτίβα και γλώσσες  
/ "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις  
/ "Ζωντανή" γεωμετρία  
/ Ανάδιόμενες ιδιότητες  
/ Πρόταση: P2P Urbanism

## ✓ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

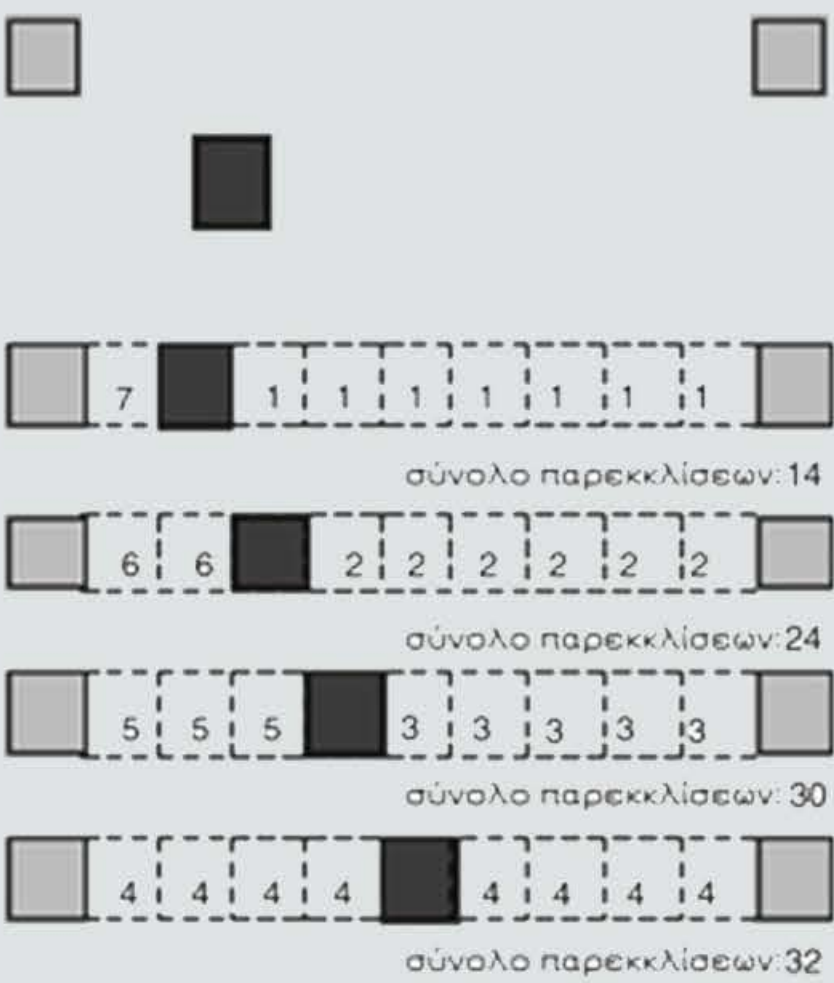
- Διαμόρφωση δικτύων
- Βασικά εργαλεία και έννοιες
- Δομή "Καθολικής Πόλης"
- Νόμοι αστικής διαμόρφωσης

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

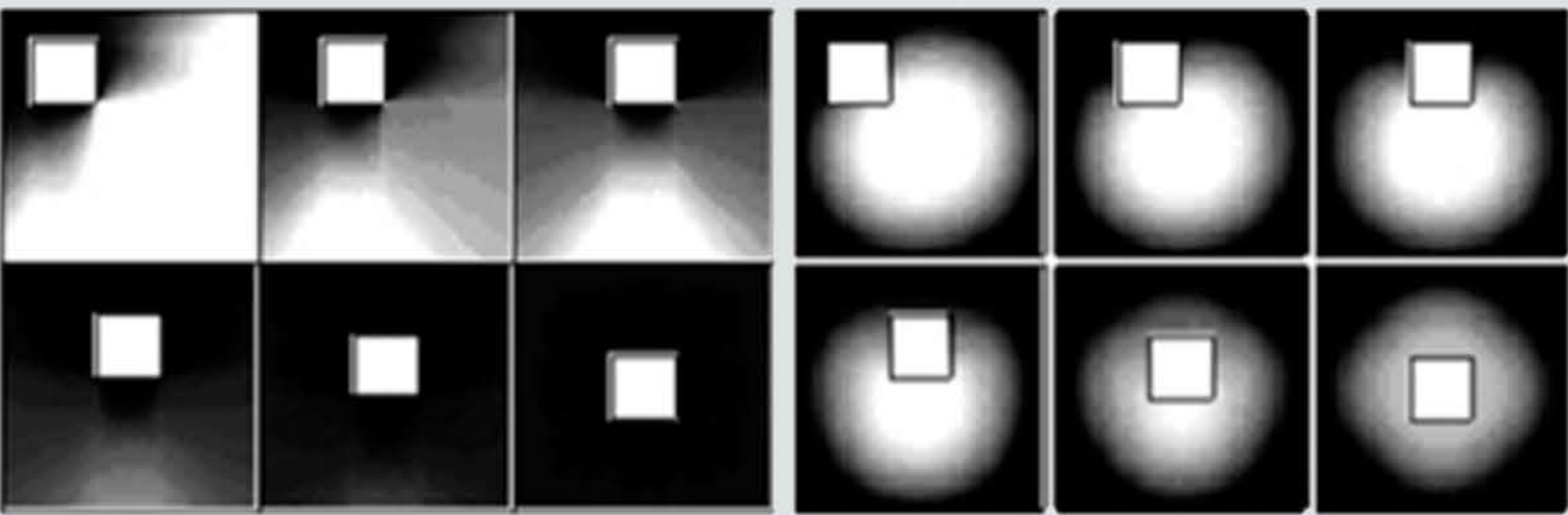
συγκεντρωτικός νόμος

διαμορφωτικός νόμος ή νόμος του τετραγώνου

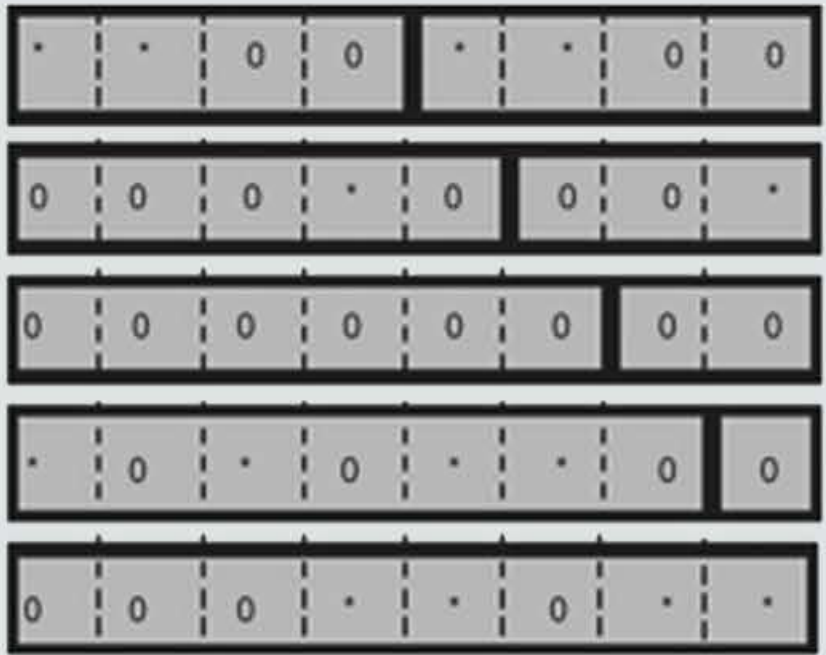
καθολική απόσταση - universal distance: είναι μια  
τοπολογική έννοια που ορίζει την απόσταση ενός  
αντικείμενου από όλα τα υπολοιπα



η δια-προσβασιμότητα  
αυξάνεται καθώς το  
στοιχείο μετακινείται  
προς το κέντρο

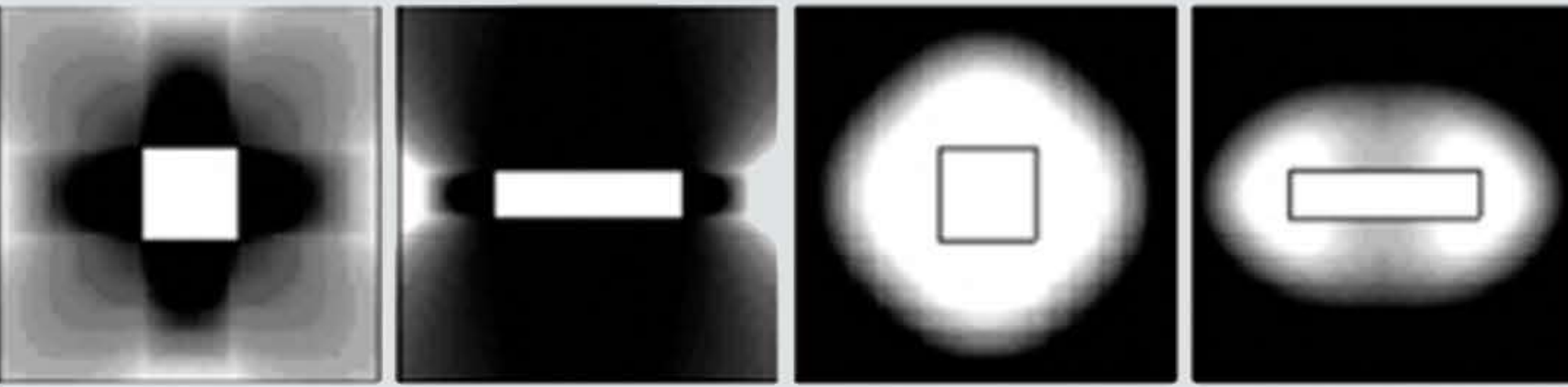


η δια-ορατότητα μειώνεται καθώς το  
στοιχείο μετακινείται προς το κέντρο  
της διάταξης



η δια-ορατότητα  
ταυτόχρονα μειώνεται  
βάσει της νόμου του  
τετραγώνου

ενώ μειώνεται όταν τα αντικείμενα  
επιμηκύνονται





## /σχέση "όλων με όλα"

**αυτό-οργανωμένη διαδικασία διαμόρφωσης:**

**το δίκτυο και οι συνδέσεις διαμορφώνουν τις κινήσεις και τα μοτίβα χρήσεων γης τα οποία με τη σειρά τους επαναπροσδιορίζουν το δίκτυο**

**συνδιασμός top-down και bottom-up δομών**

**η κρισιμότητα των αστικών στοιχείων κρίνεται από το συνδιασμό του ρόλου τους στα τοπικά και μη τοπικά συστήματα, όσον αφορά τα χωρικά και λειτουργικά μοτίβα αντίστοιχα**



➤ ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

✓ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

- Διαμόρφωση δικτύων
- Βασικά εργαλεία και έννοιες
- Δομή "Καθολικής Πόλης"
- Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
- Σχέση "όλων με όλα"

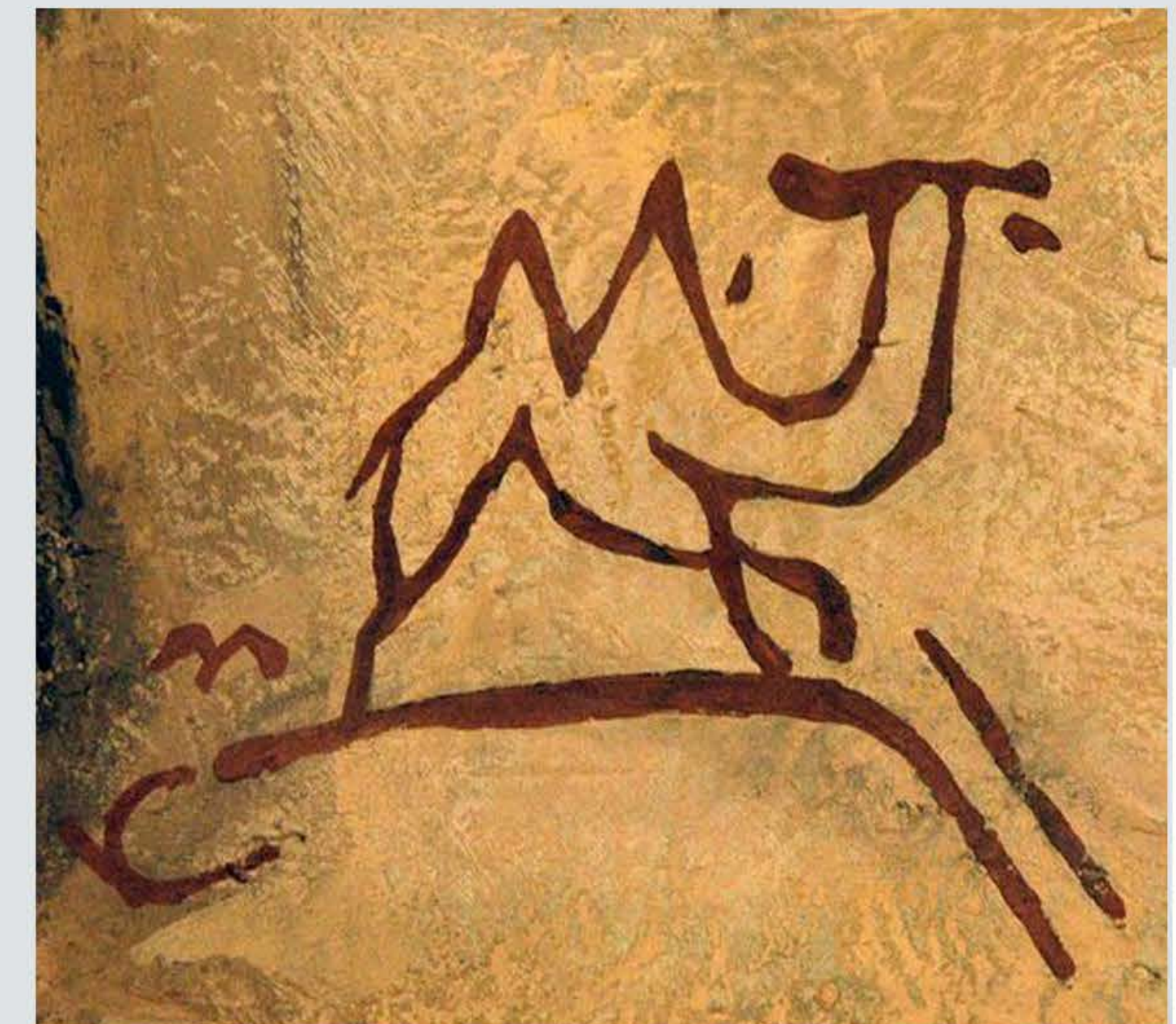
➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ



## ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

**«Ας υποθέσουμε ότι θέλω να κατανοήσω τη «δομή» από κάτι. Τι ακριβώς σημαίνει αυτό; Σημαίνει, φυσικά, πως θέλω να φτιάξω μια απλή εικόνα του, στο μυαλό μου, που μου επιτρέπει να το αδράξω ως ολότητα. Και σημαίνει, επίσης, ότι όσο είναι δυνατόν, θέλω να σκιαγραφήσω αυτήν την εικόνα, με τα λιγότερα δυνατά στοιχεία. Όσο λιγότερα στοιχεία υπάρχουν, τόσο πλουσιότερες οι σχέσεις μεταξύ τους, και τόσο περισσότερο η εικόνα κείται στη «δομή» αυτών των σχέσεων.»**

**-C. Alexander**



### ➤ ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

### ➤ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

- / Διαμόρφωση δικτύων
- / Βασικά εργαλεία και έννοιες
- / Δομή "Καθολικής Πόλης"
- / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
- / Σχέση "όλων με όλα"

### ➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ



## /η φρακταλική δομή πόλης

Πλουραλιστικές πόλεις, παράγωγα πολλών ανθρώπων

Απουσία κατάστασης ισορροπίας

Μελέτη ως οργανισμός και όχι ως μηχανή

Εισαγωγή Θεωρίας Πολυπλοκότητας, Χάους, Καταστροφών και Διακλαδώσεων.

Όλες οι οργανικές πόλεις παρουσιάζουν φρακταλικές δομές.

➤ ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

➤ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

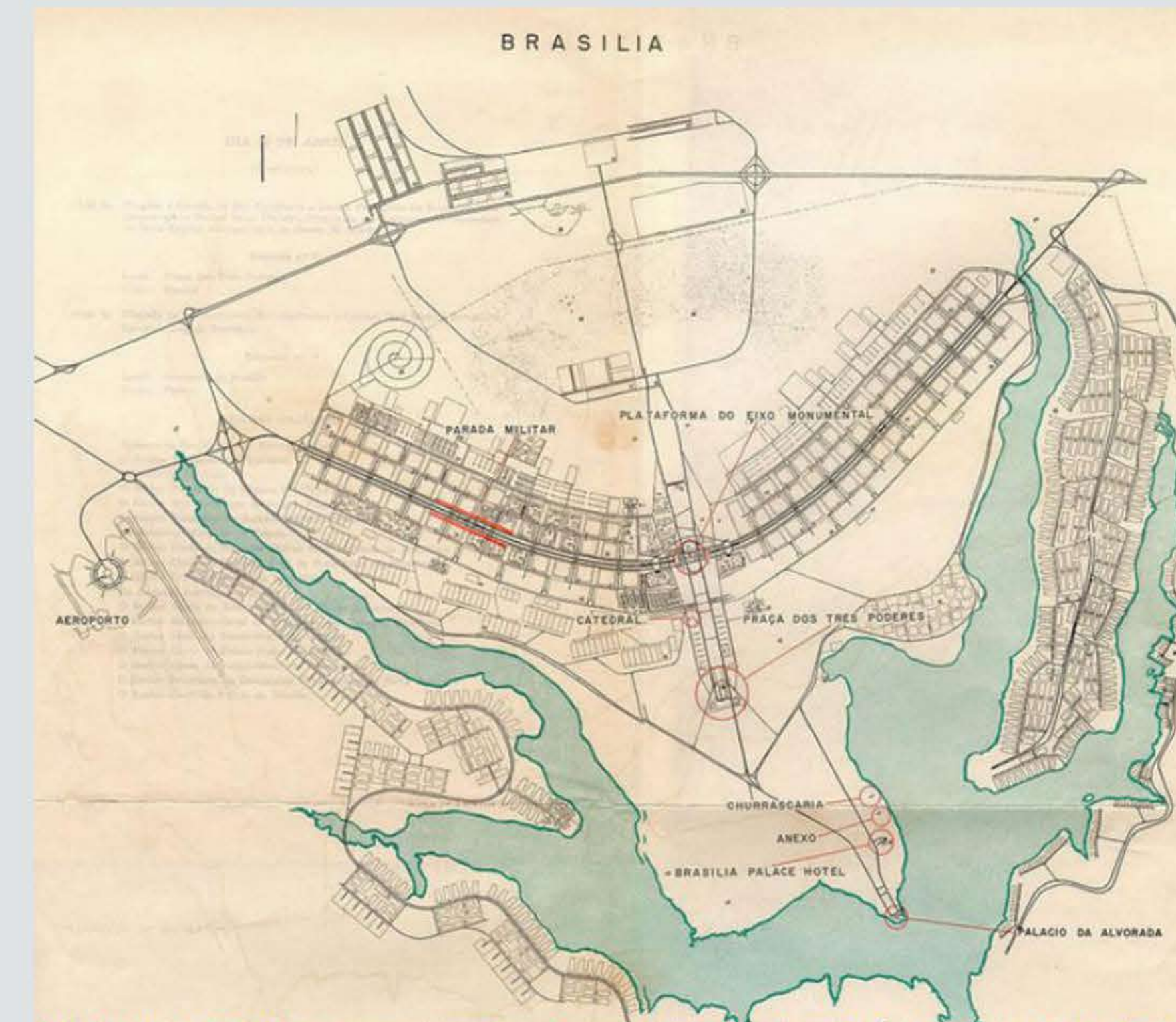
- / Διαμόρφωση δικτύων
- / Βασικά εργαλεία και έννοιες
- / Δομή "Καθολικής Πόλης"
- / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
- / Σχέση "όλων με όλα"

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

➤ Φρακταλική δομή οργανικών  
πόλεων



Σχέδιο του Τελ Αβίβ από  
Patrick Geddes, 1925



Σχέδιο της Μπραζίλια από  
Lucio Costa & Oscar Niemeyer, 1956



## /διαφορετικές δυναμικές, αναδυόμενα μοτίβα και δίκτυα



Προάστια Λονδίνου



Κέντρου Λονδίνου



Οξφόρδη

### > ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

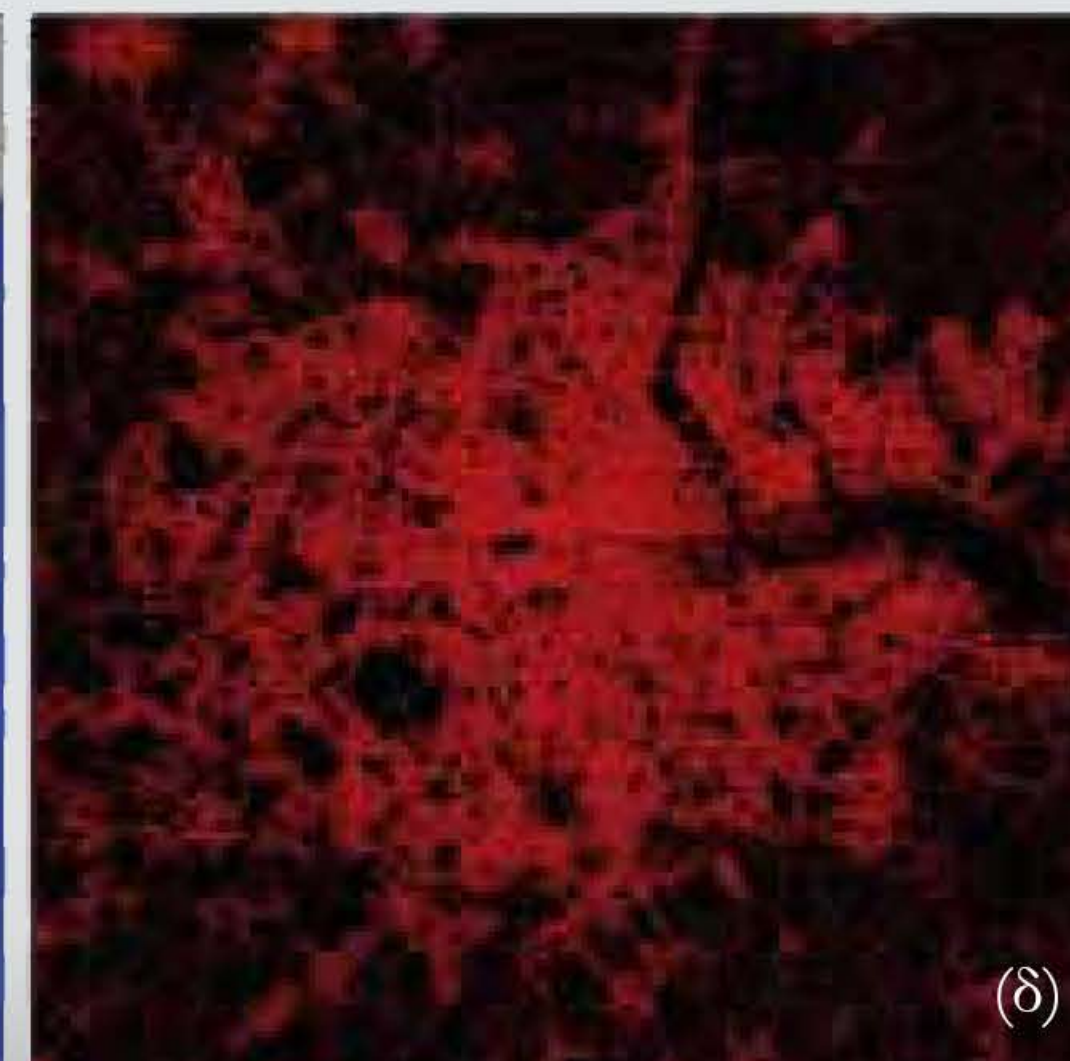
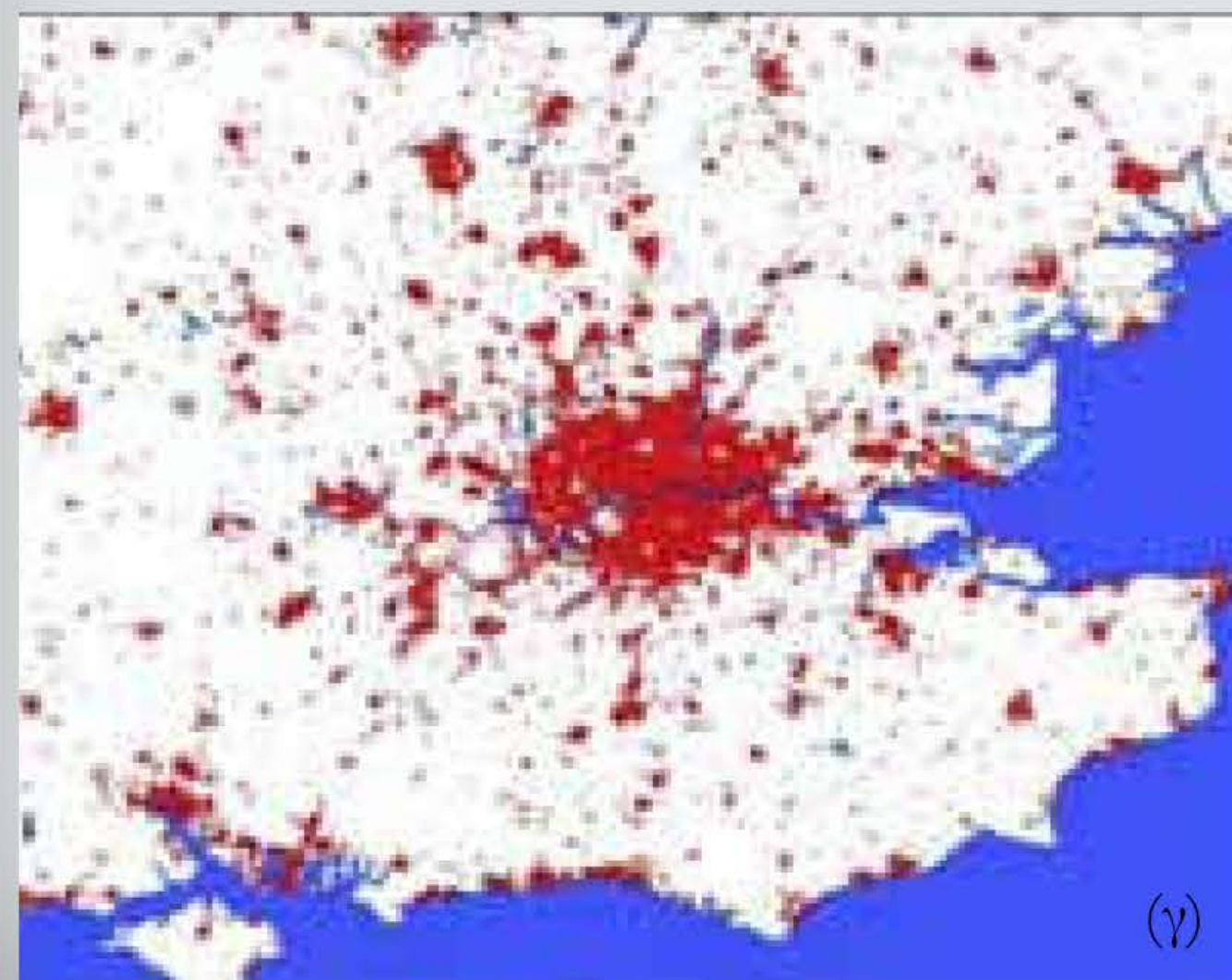
- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

### > Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

- / Διαμόρφωση δικτύων
- / Βασικά εργαλεία και έννοιες
- / Δομή "Καθολικής Πόλης"
- / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
- / Σχέση "όλων με όλα"

### ✓ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

- > Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
- > Διαφορετικές δυναμικές, ανάδυση και δίκτυα



Η αυτο-ομοιότητα που παρατηρείται στους ανθρώπινους οικισμούς απεικονίζεται με τη γεωμετρία fractal, σε εργαστήρια (Batty M., Longley P., Terzi F., Serdar K., κ.α.)

Μελέτη με Θέματα (Μοντέλα):

/ Διαφορετικών ειδών δυναμικές  
(Αστική Εξάπλωση)

/ Διάφορα μοτίβα που αναδύονται  
(δημιουργούνται λόγω συλλογικής ανάγκης)

/ Μορφή Δικτύων  
(Ροές)

Μελέτη Αγγλικών πόλεων σε σχέση με την απόστασή τους από μεγάλα αστικά κέντρα

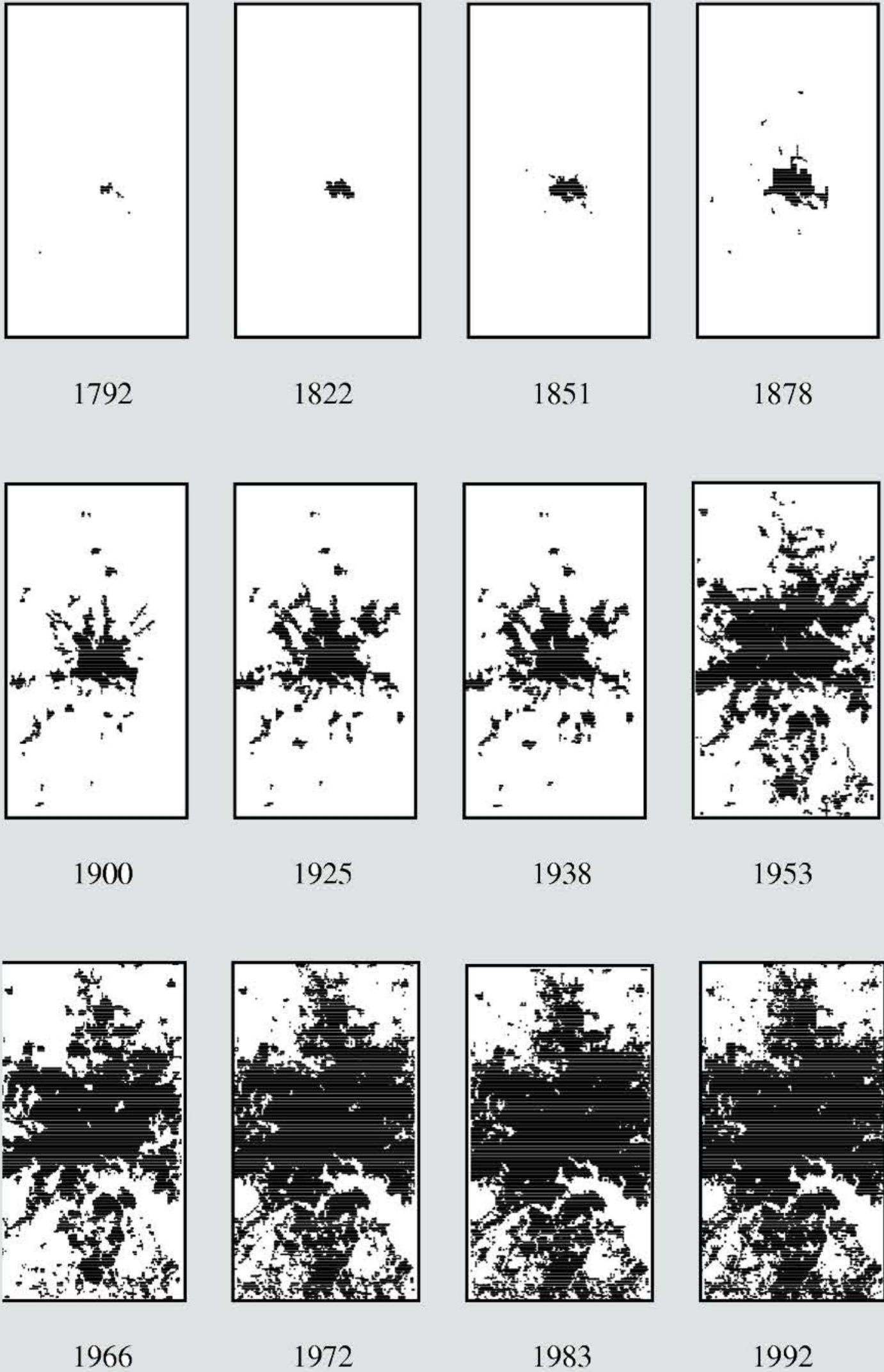
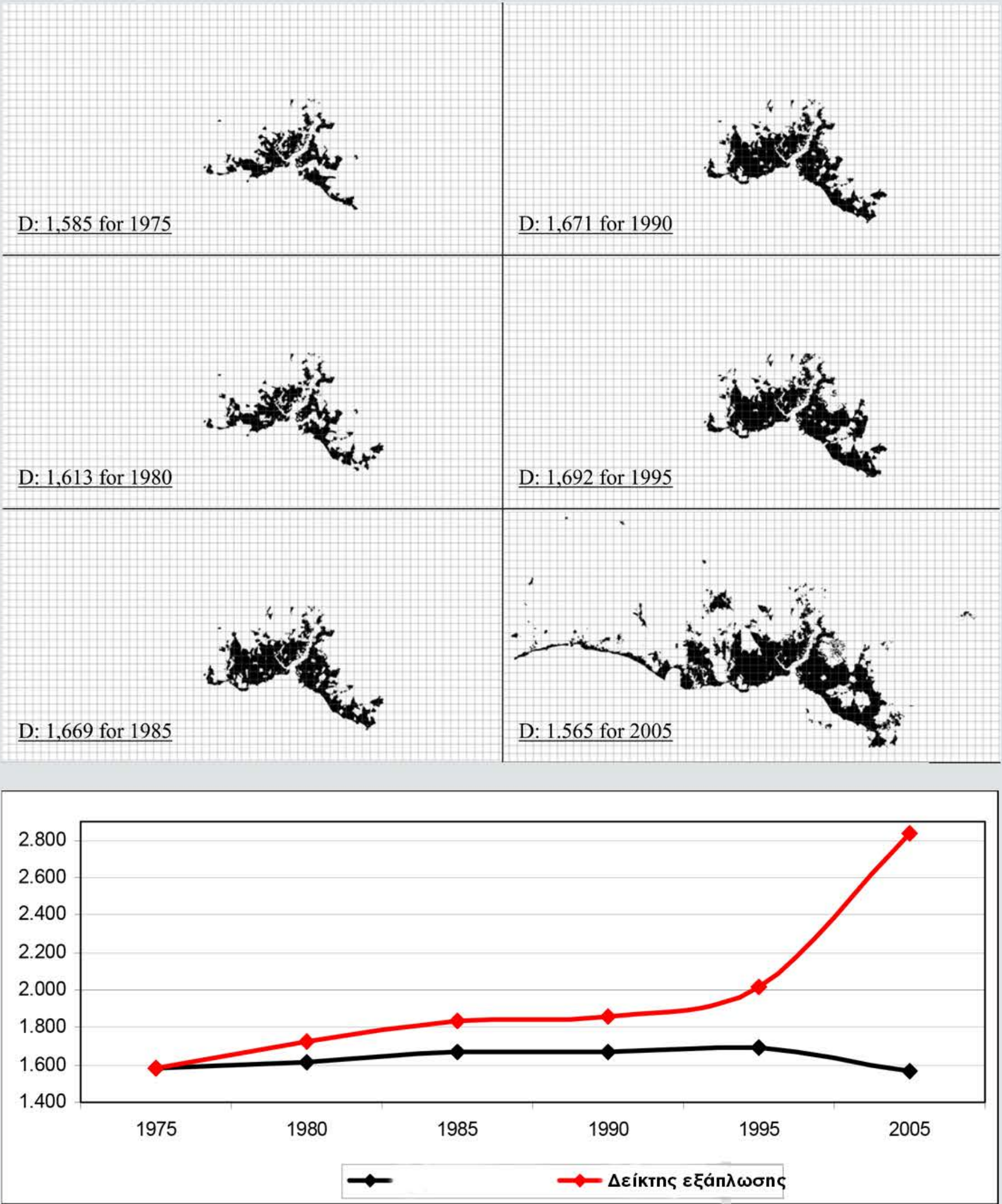


# /αστική εξάπλωση

- ΖΩΝΤΑ “ΦΥΣΙΚΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ  
/ Μοτίβα και γλώσσες  
/ “Φυσικές και Τεχνητές” πόλεις  
/ “Ζωντανή” γεωμετρία  
/ Ανάδιόμενες ιδιότητες  
/ Πρόταση: P2P Urbanism
- Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ “ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ”  
/ Διαμόρφωση δικτύων  
/ Βασικά εργαλεία και έννοιες  
/ Δομή “Καθολικής Πόλης”  
/ Νόμοι αστικής διαμόρφωσης  
/ Σχέση “όλων με όλα”

## ➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

- Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
- Διαφορετικές δυναμικές, ανάδυση και δίκτυα
- Αστική εξάπλωση μέσω της διάστασης fractal (D)



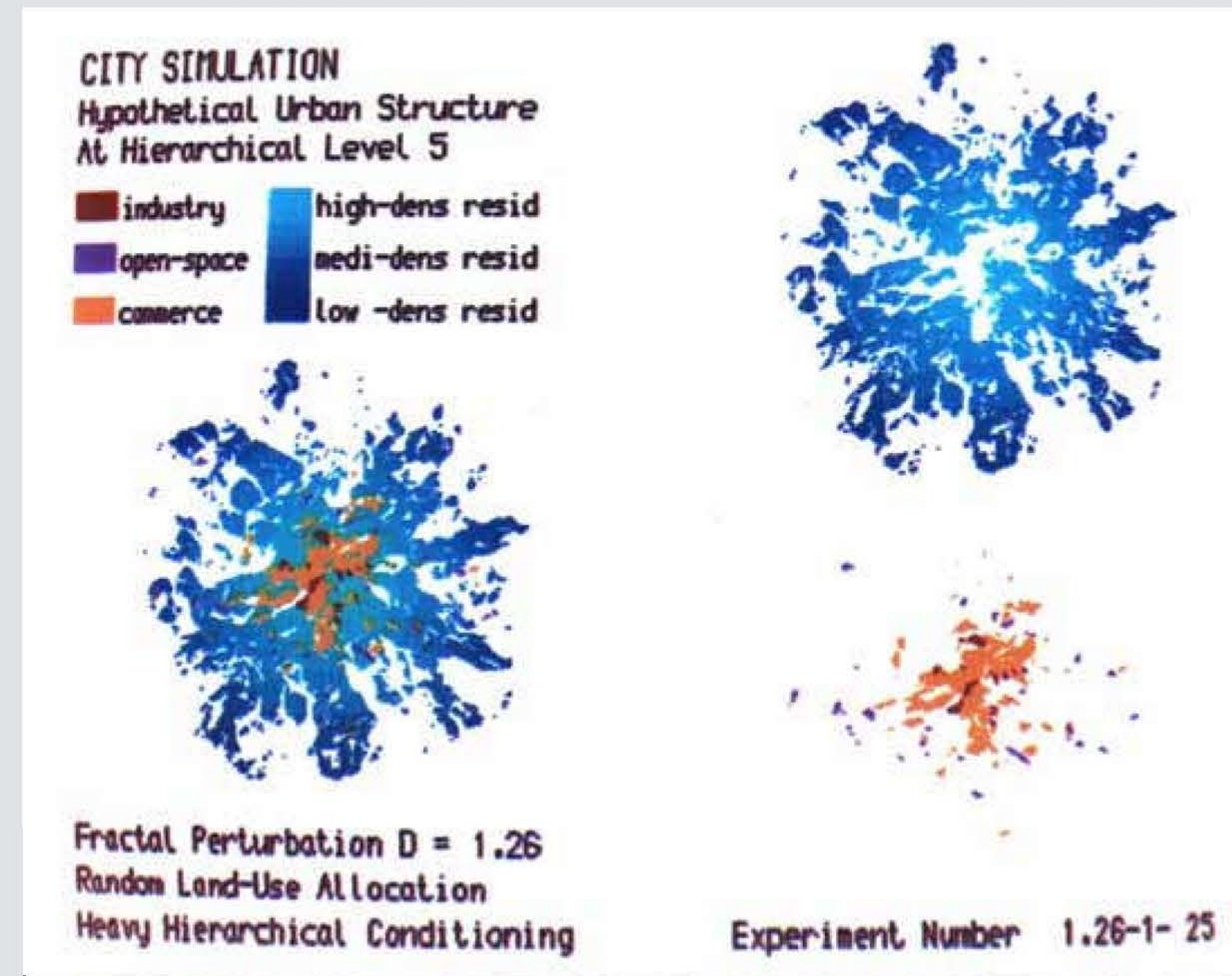
Η διάσταση fractal (D), μπορεί να εφαρμοστεί σε μια αστική φόρμα και να παραλλαχθεί, ώστε να μας παράξει εικόνες της πόλης.

Η εικόνα της Κωνσταντινούπολης (Αριστερά) και της Βοστόνης (Δεξιά) έχουν προσεγγιστεί υπολογιστικά.



## /αστική εξάπλωση

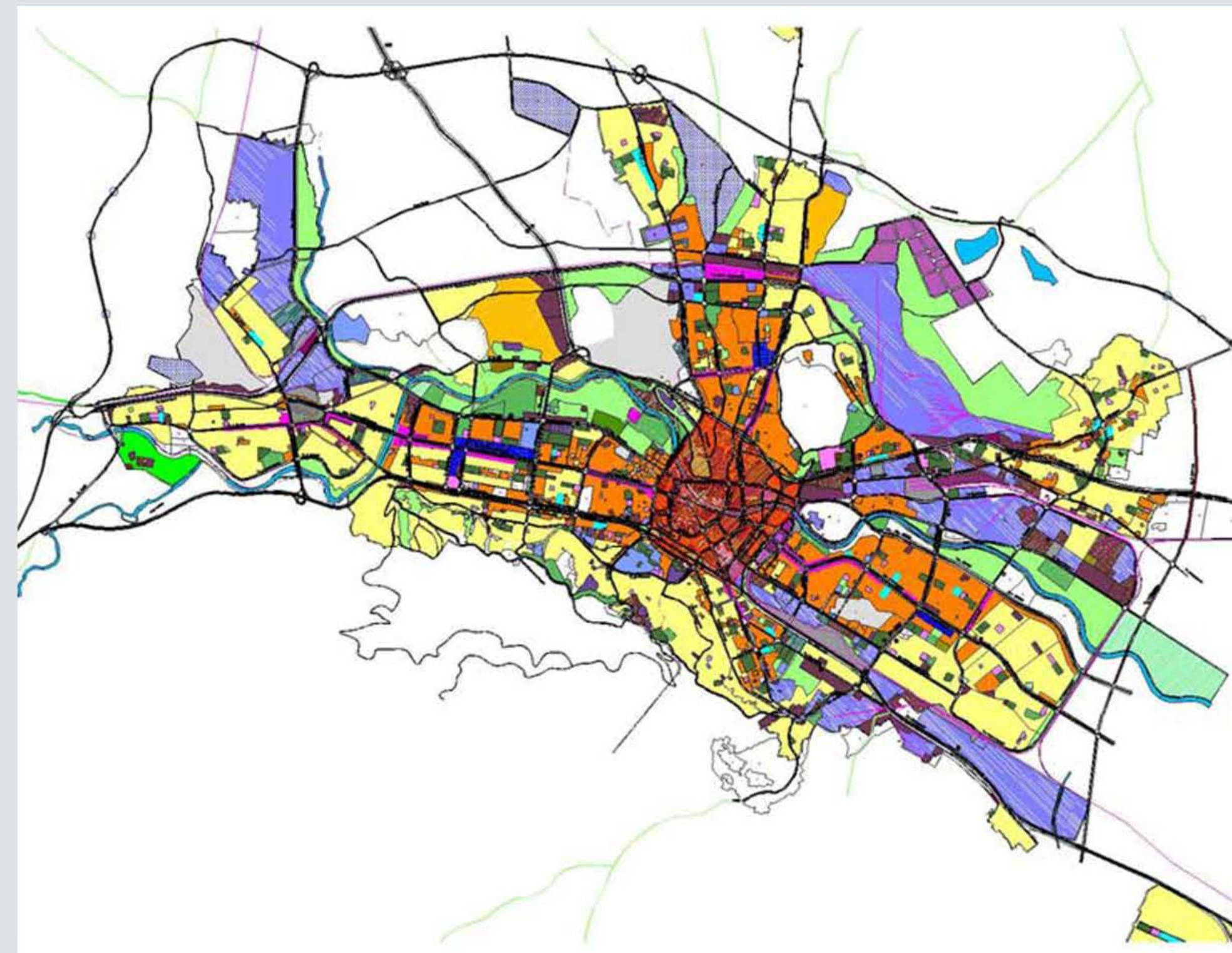
- ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ
  - / Μοτίβα και γλώσσες
  - / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
  - / "Ζωντανή" γεωμετρία
  - / Ανάδιόμενες ιδιότητες
  - / Πρόταση: P2P Urbanism
- Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"
  - / Διαμόρφωση δικτύων
  - / Βασικά εργαλεία και έννοιες
  - / Δομή "Καθολικής Πόλης"
  - / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
  - / Σχέση "όλων με όλα"
- ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ
  - Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
  - Διαφορετικές δυναμικές, ανάδυση και δίκτυα
  - Αστική εξάπλωση μέσω της διάστασης fractal (D)



Η διάσταση fractal, καθώς μεταβάλλεται στο μοντέλο παράγει ένα μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας στην αστική εικόνα

Η ανεξαρτισία κλίμακας χρησιμοποιείται, για να αποτυπωθούν οι δυναμικές αλλαγές που δε συμπεριλαμβάνουν τον πληθυσμό.

φρακταλική απεικόνιση του Λονδίνου



ζωνοποίηση των Σκοπίων





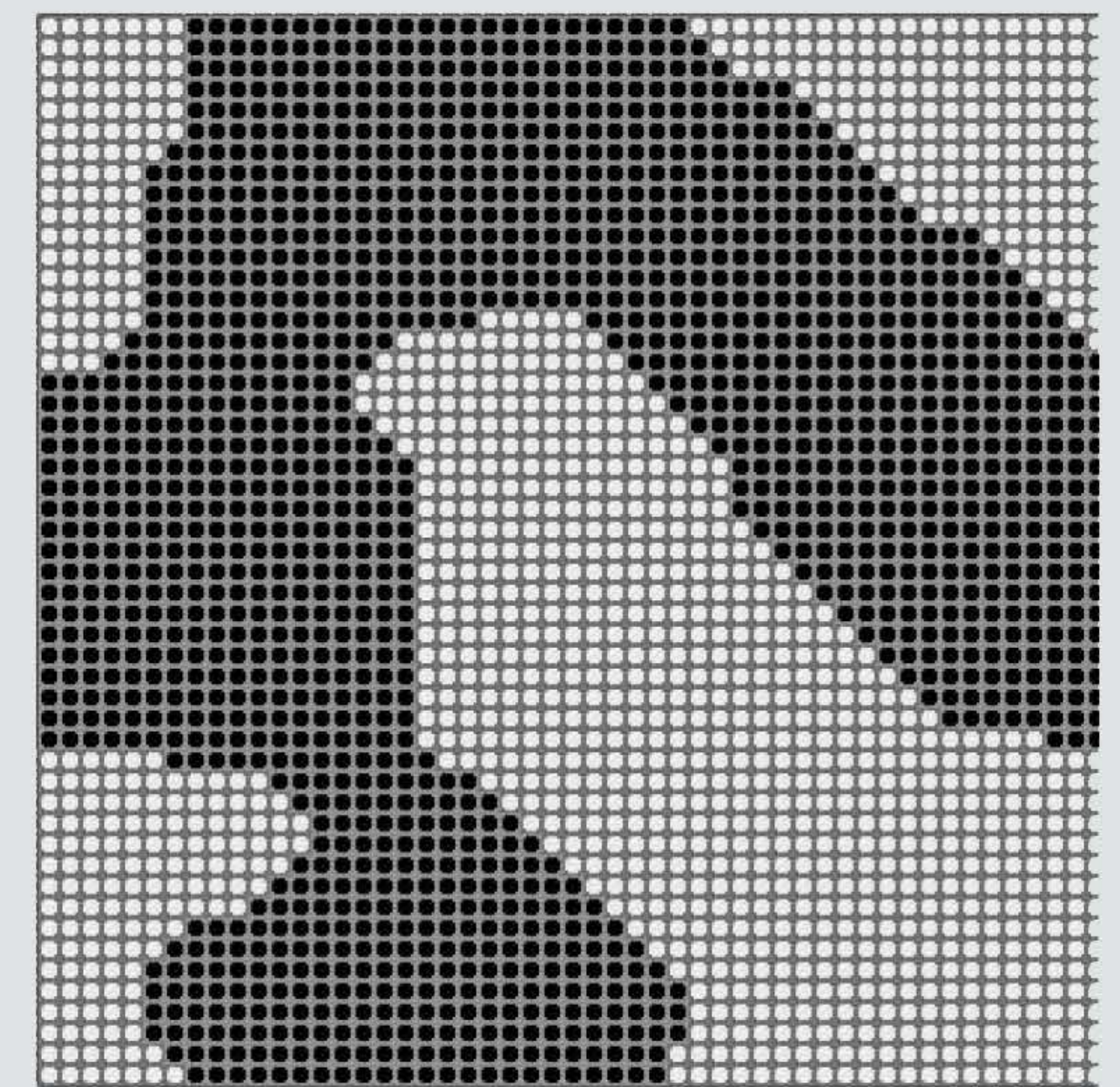
- ΖΩΝΤΑ “ΦΥΣΙΚΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ  
/ Μοτίβα και γλώσσες  
/ “Φυσικές και Τεχνητές” πόλεις  
/ “Ζωντανή” γεωμετρία  
/ Αναδιόμενες ιδιότητες  
/ Πρόταση: P2P Urbanism
- Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ “ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ”  
/ Διαμόρφωση δικτύων  
/ Βασικά εργαλεία και έννοιες  
/ Δομή “Καθολικής Πόλης”  
/ Νόμοι αστικής διαμόρφωσης  
/ Σχέση “όλων με όλα”
- ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ
  - Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
  - Διαφορετικές δυναμικές, ανάδυση και δίκτυα
  - Αστική εξάπλωση μέσω της διάστασης fractal (D)
  - C.A και επιλογή

## /αναδυόμενες ιδιότητες

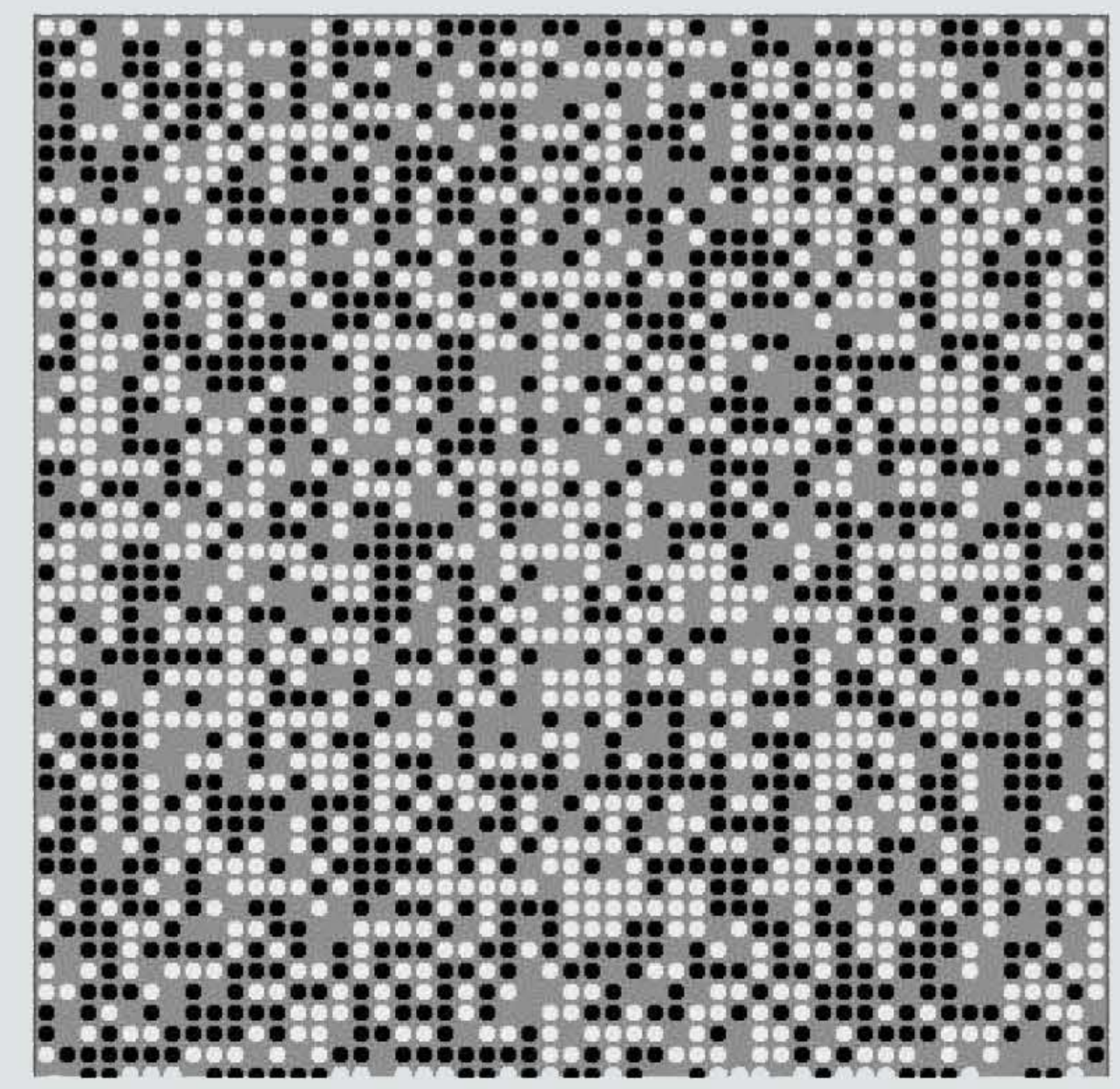
α) Κανονική σκακιέρα με 6 αλλαγές στην υποστήριξη



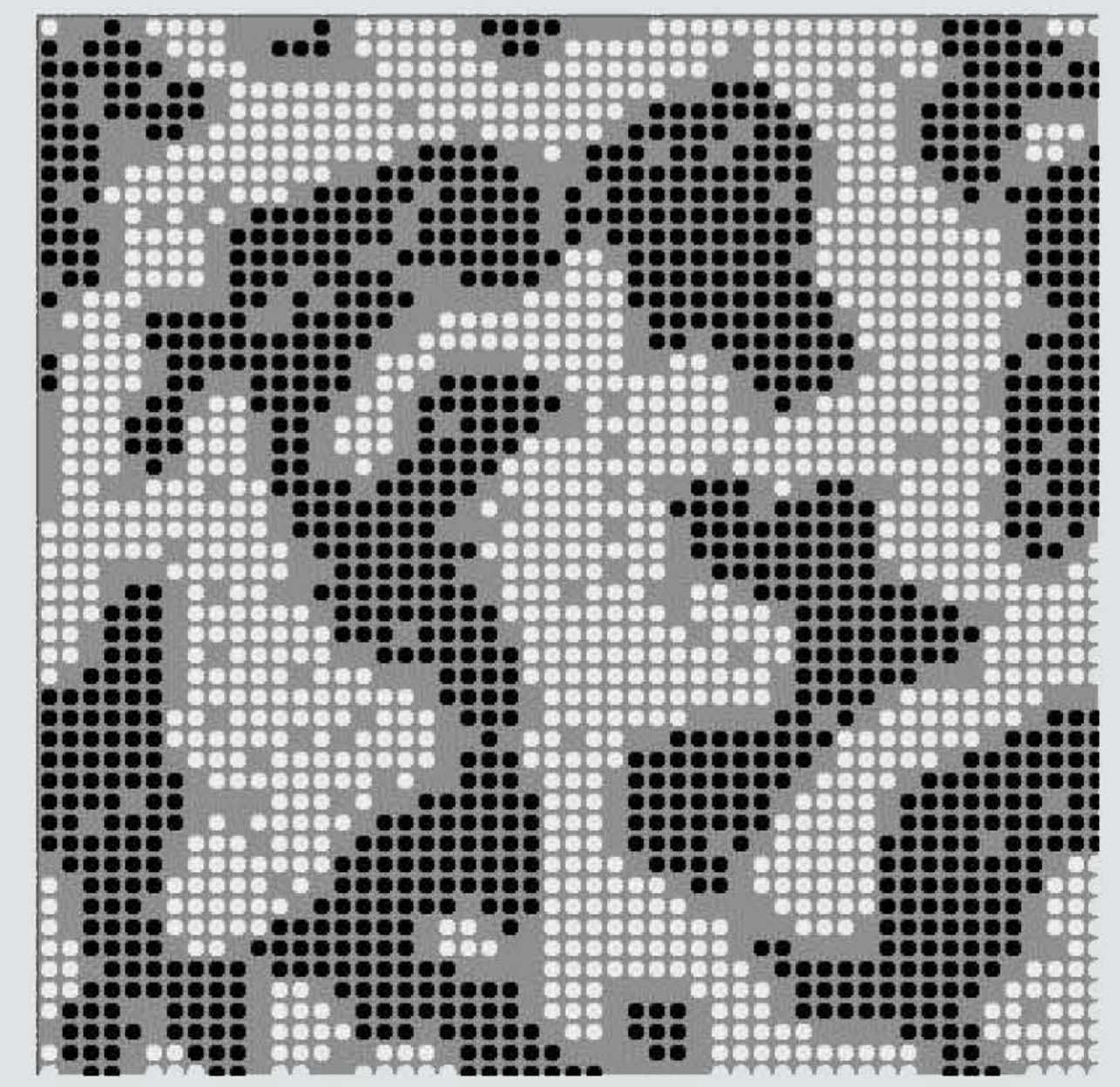
β) Το τελικό διαχωρισμένο μοτίβο σε κατάσταση ισορροπίας



γ) Τυχαία κατανομή προτίμησης με χώρο κίνησης ενδιάμεσα



δ) Το τελικό διαχωρισμένο μοτίβο σε κατάσταση ισορροπίας



Σχήμα 4.10 Αναδυόμενος διαχωρισμός. Μια ευθραυστη ισότητα (α), οδηγεί στο διαχωρισμό (β), όπως και μία τυχαία πρόσμιξη (γ) σε (δ)

Μοντέλο του Schelling,  
όπου δείχνει την επιλογή των  
μονάδων

Bottom-up οργάνωση απόφασης

Χρήση κυτταρικών αυτομάτων,  
δημιουργώντας ένα πλέγμα στο  
οποίο κινούνται οι μονάδες των  
οργανισμών



## /αναδυόμενες ιδιότητες

- ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ
  - / Μοτίβα και γλώσσες
  - / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
  - / "Ζωντανή" γεωμετρία
  - / Αναδιόμενες ιδιότητες
  - / Πρόταση: P2P Urbanism
- Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"
  - / Διαμόρφωση δικτύων
  - / Βασικά εργαλεία και έννοιες
  - / Δομή "Καθολικής Πόλης"
  - / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
  - / Σχέση "όλων με όλα"

### ✓ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

- Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
- Διαφορετικές δυναμικές, ανάδυση και δίκτυα
- Αστική εξάπλωση μέσω της διάστασης fractal (D)
- C.A και επιλογή



Επάνω: Μεταξουργείο, Αθήνα.



Κάτω: Αριστερά, Bottom-up ghetto, Rio de Janeiro  
Δεξιά, Top-down ghetto, Harlem





## /δίκτυα

### > ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

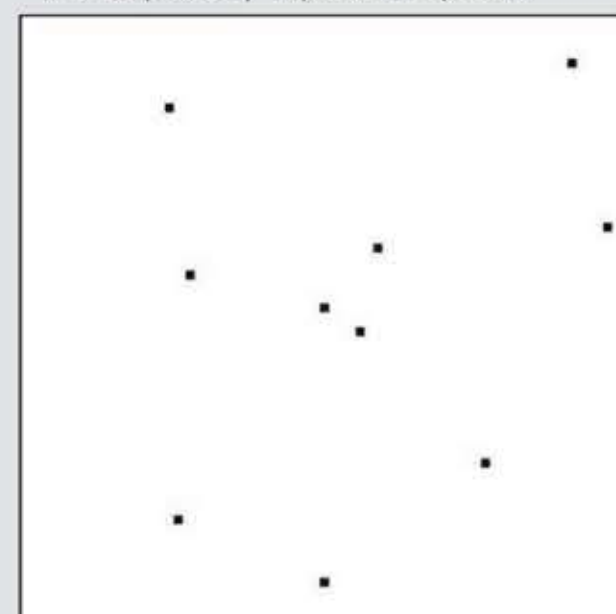
### > Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

- / Διαμόρφωση δικτύων
- / Βασικά εργαλεία και έννοιες
- / Δομή "Καθολικής Πόλης"
- / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
- / Σχέση "όλων με όλα"

### ✓ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

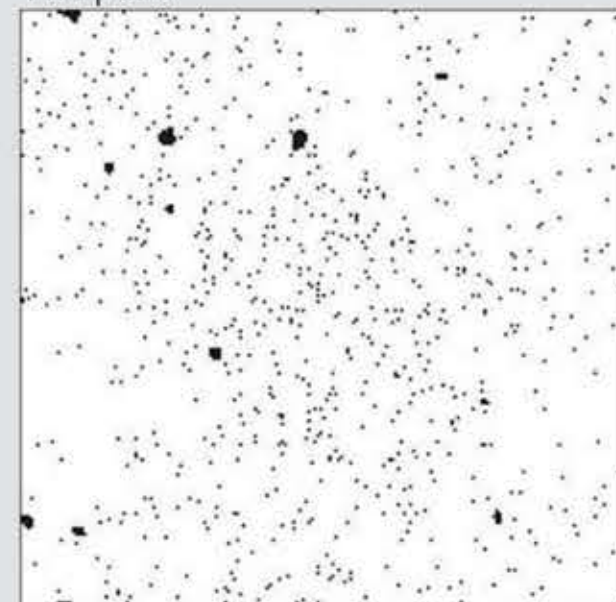
- > Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
- > Διαφορετικές δυναμικές, ανάδυση και δίκτυα
- > Αστική εξάπλωση μέσω της διάστασης fractal (D)
- > C.A και επιλογή
- > Πράκτορες, κίνηση και χρόνος

Απαρχές πρακτόρων



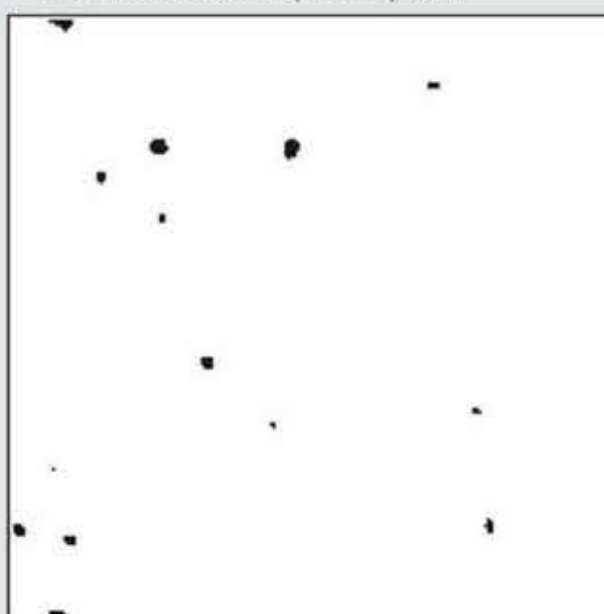
(α)

Πράκτορες σε αναζήτηση πηγών

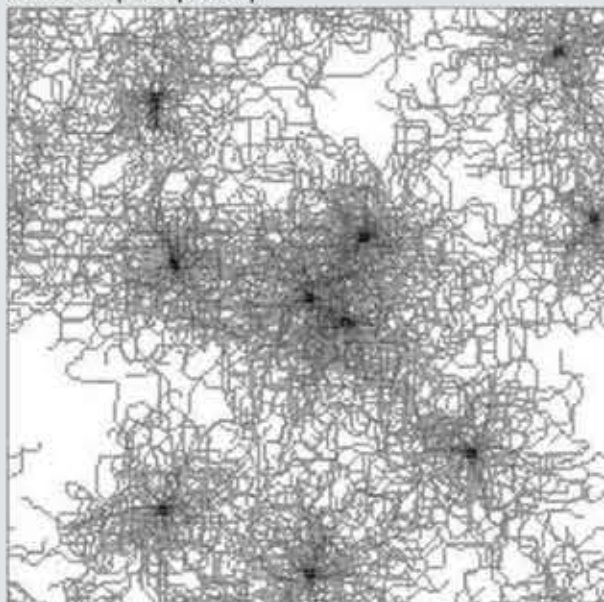


(β)

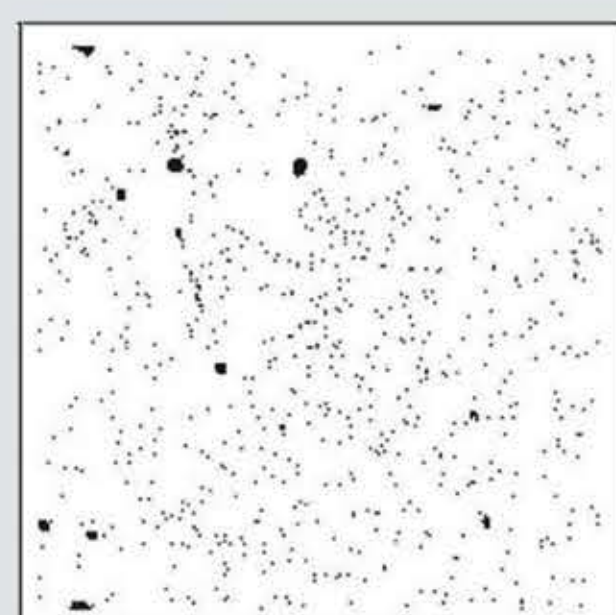
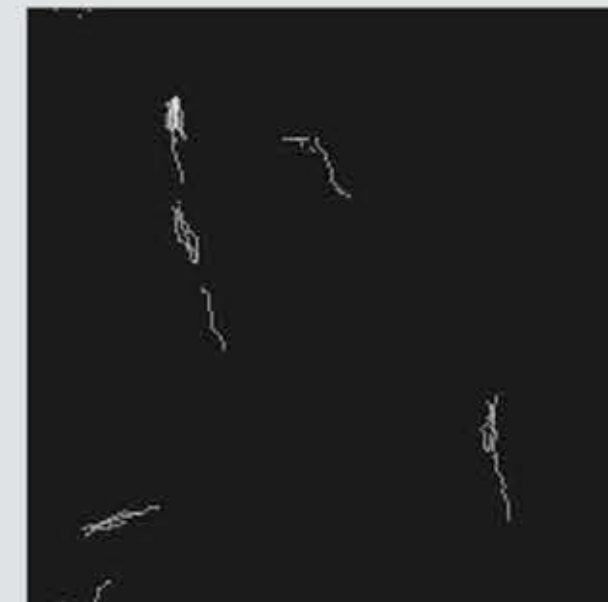
Τοποθεσίες πηγών



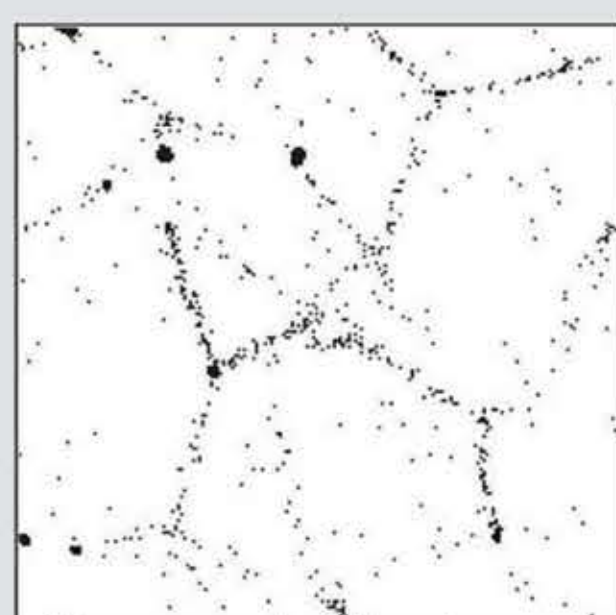
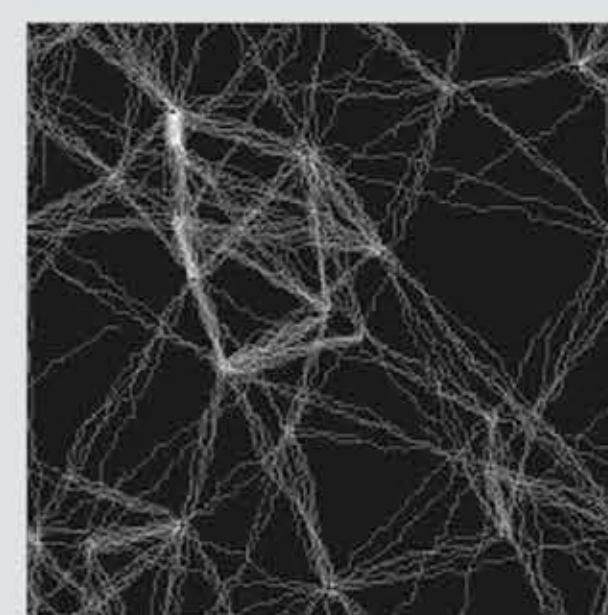
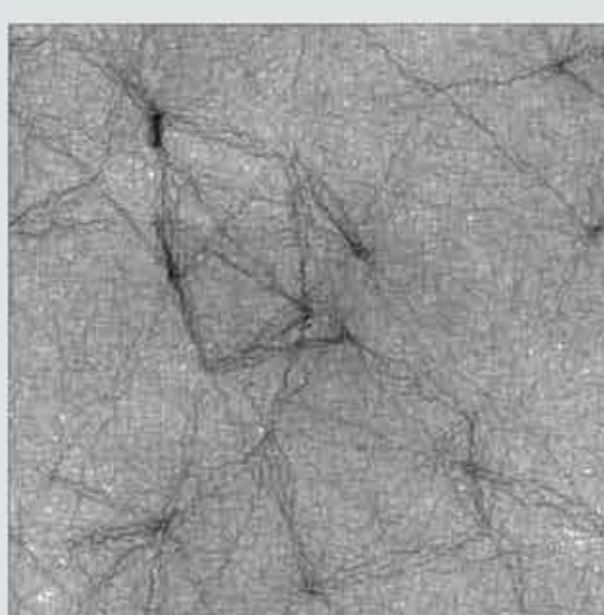
Όλες η δημιουργημένες διαδρομές



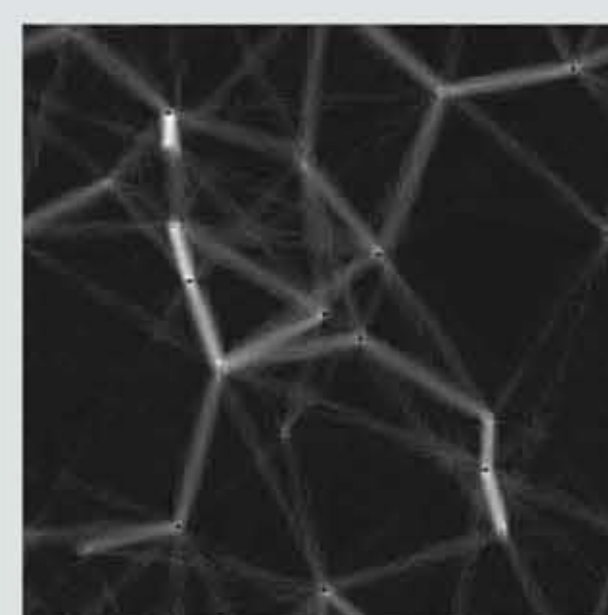
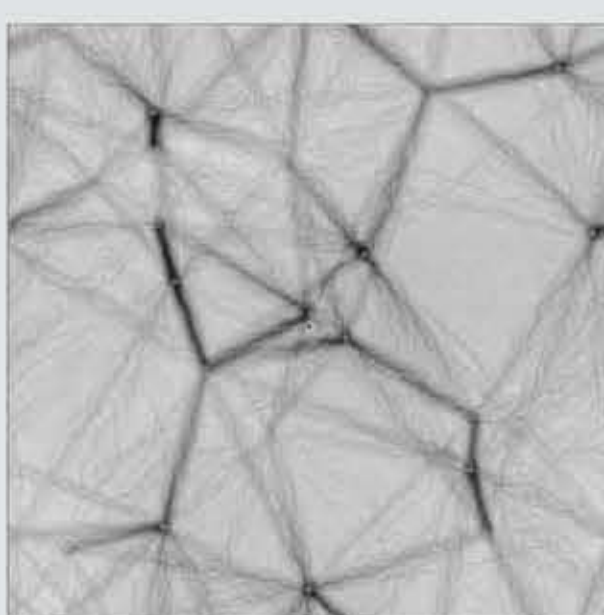
Μόνιμα ίχνη



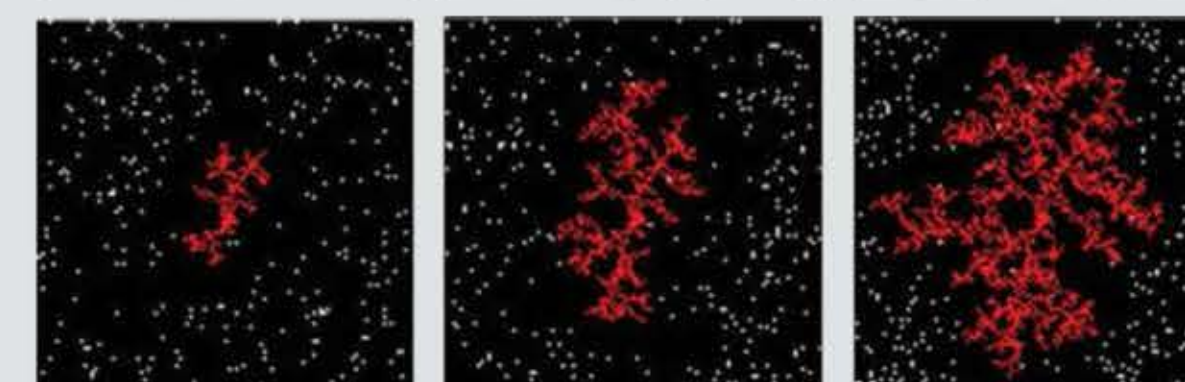
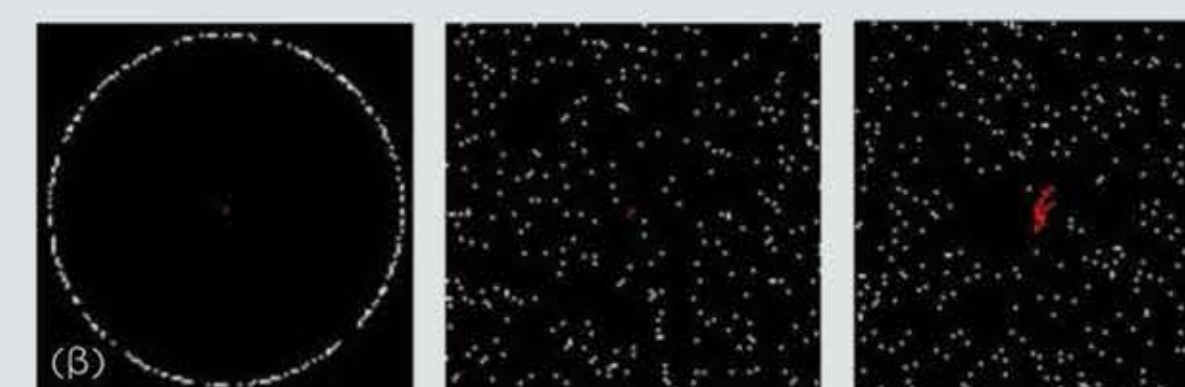
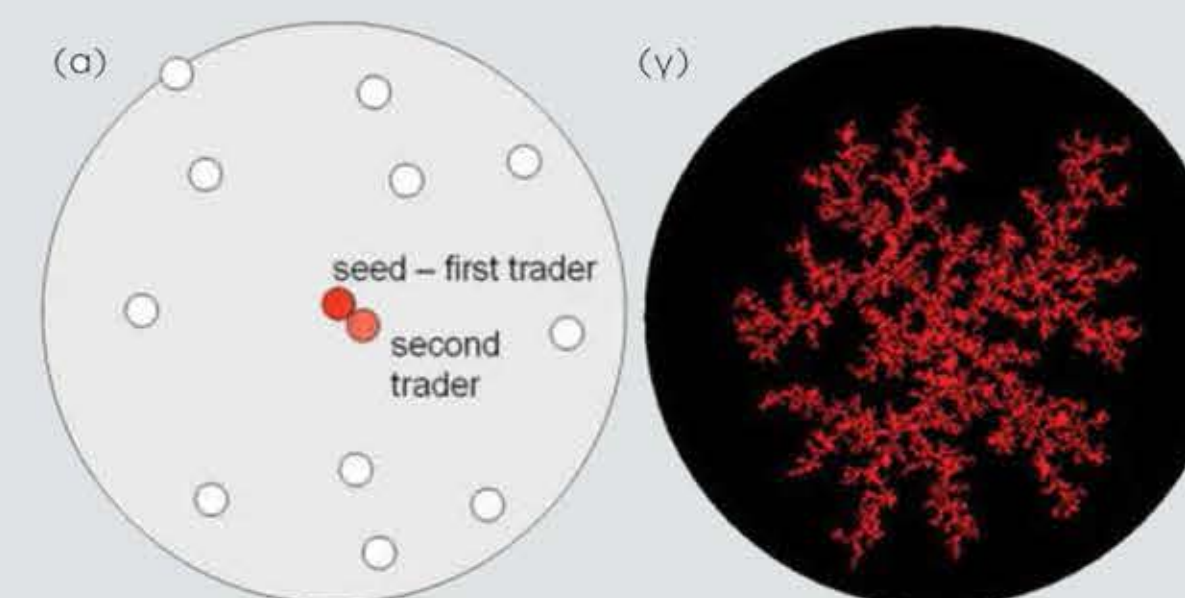
(γ)



(δ)



**Σχήμα 4.11** Δημιουργία δικτύου μεταξύ απαρχών των πρακτόρων και κατευθύνσεων. Οι πράκτορες ψάχνουν τυχαία, για πηγές οι οποίες μόλις βρεθούν παρέχουν δεδομένα ώστε να δημιουργηθούν μονοπάτια από την πηγή προς ένα πυρήνα. Τα αποτυπώματα είναι στις στιγμές (β)  $t=50$ , (γ)  $t=500$ , (δ)  $t=5000$



**Σχήμα 4.12**

(α) Η απλή λογική του μοντέλου βασισμένου σε τυχαία εξερεύνηση του αστικού χώρου  
(β) Ανάπτυγμα της δομής από έναν κεντρικό σπόρο  
(γ) Η δενδριτική δομή που δημιουργείται όταν ο χώρος "επεκτείνεται".

**Με τη χρήση πρακτόρων, και με τις κινήσεις που πραγματοποιούν σε έναν ιδεατό χώρο, δημιουργούνται δίκτυα**

**Τα δίκτυα είναι ανάλογα των ροών πληροφορίας που εξυπηρετούν.**

**Αλλαγές εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου, καθώς δίκτυα φθίνουν και άλλα αντικαθιστούνται.**



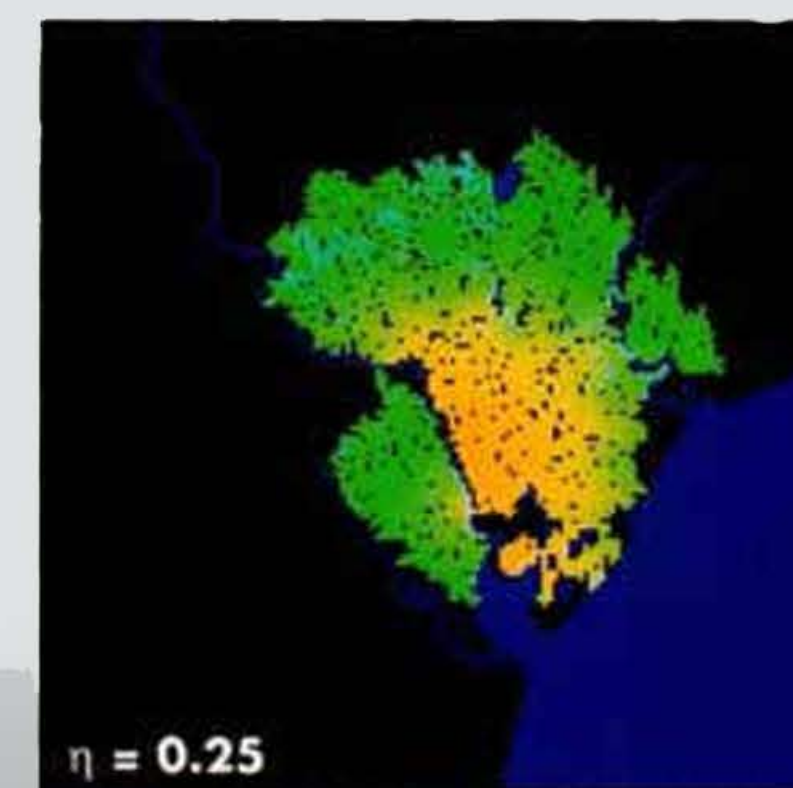
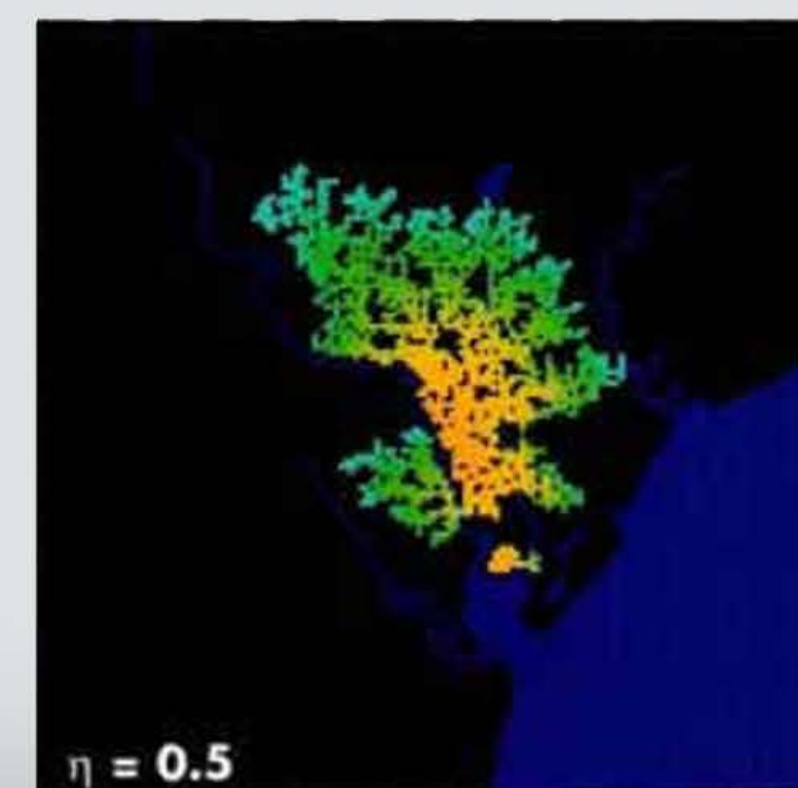
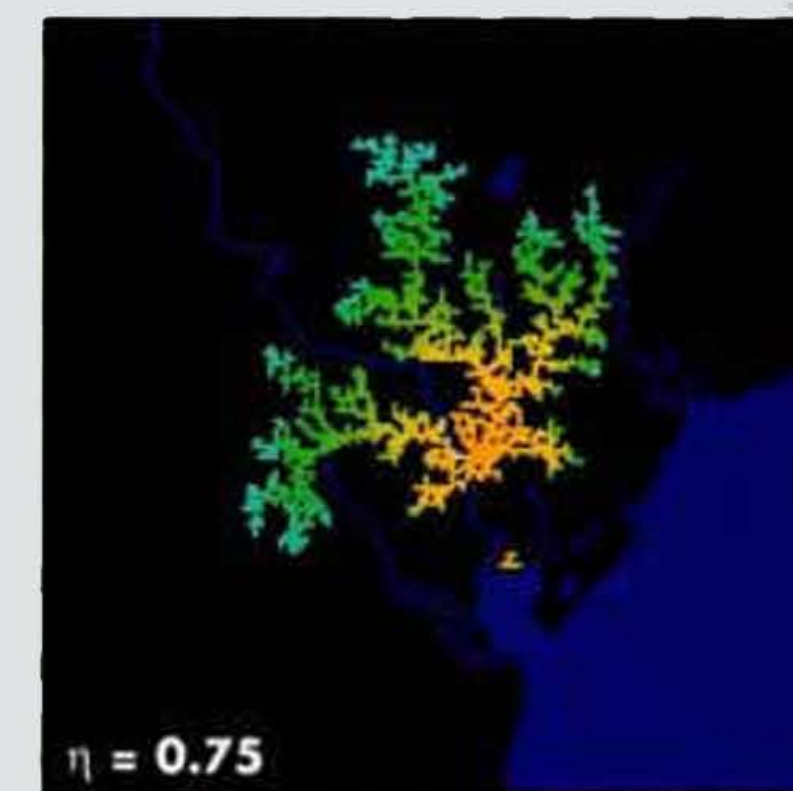
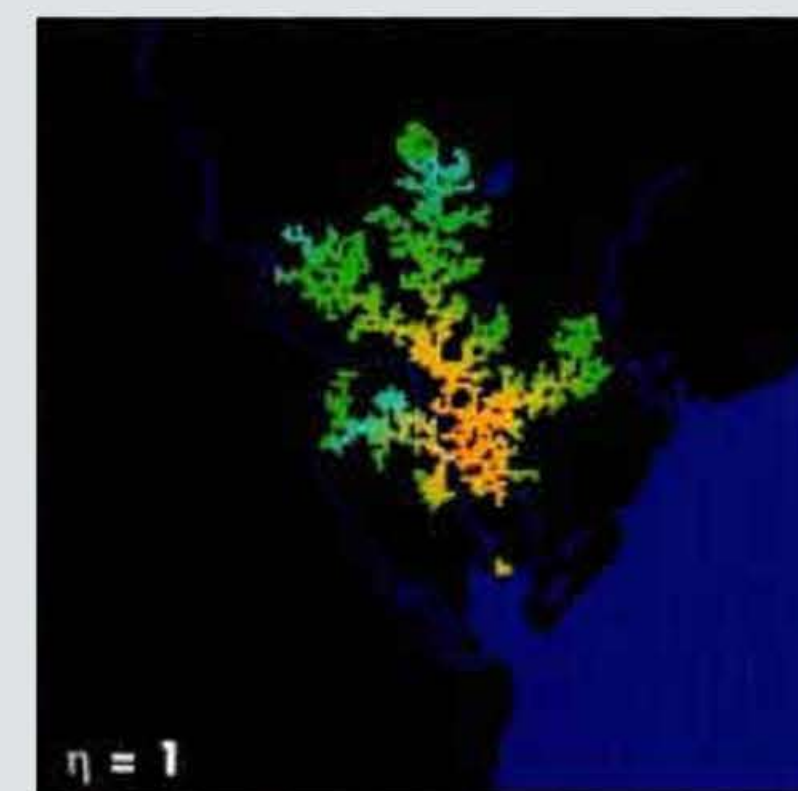
## /δίκτυα



Δίκτυα ανθρώπινων οικισμών  
και προσομοίωση εξάπλωσης του  
Cardiff.

Αποτυπώματα πυκνότητας, μεγέθους,  
περιορισμών (π.χ. φυσικών)

Η λεπτομέρεια στην οποία απεικονίζοντα  
τα δίκτυα, θέτει την πολυπλοκότητα  
που παρέχει ένας χάρτης



➤ ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

- / Μοτίβα και γλώσσες
- / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
- / "Ζωντανή" γεωμετρία
- / Ανάδιόμενες ιδιότητες
- / Πρόταση: P2P Urbanism

➤ Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"

- / Διαμόρφωση δικτύων
- / Βασικά εργαλεία και έννοιες
- / Δομή "Καθολικής Πόλης"
- / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
- / Σχέση "όλων με όλα"

➤ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

- Φρακταλική δομή οργανικών  
πόλεων
- Διαφορετικές δυναμικές,  
ανάδυση και δίκτυα
- Αστική εξάπλωση μέσω της  
διάστασης fractal (D)
- C.A και επιλογή
- Πράκτορες, κίνηση και χρόνος



## Συμπεράσματα

Η Θεωρία Πολυπλοκότητας βασίζεται στην αβεβαιότητα και στη σχετικότητα, έννοιες που εισήγαγε ο Δαρβινισμός.

Προσαρμοστικότητα, επανατροφοδότηση και η απουσία κατάστασης ισορροπίας είναι διαδικασίες της ζωής των συστημάτων.

Το μέλλον των αστικών συστημάτων είναι εγγενώς απρόβλεπτο, λόγω της εξελικτικής τους φύσης.

“Οι πόλεις υπερβαίνουν κάθε απλουστευτικό ορισμό που μπορεί κανείς να επιχειρήσει να δώσει...”  
- Fournier

Ανάλυση τρόπων και μεθόδων προσέγγισης της πολύπλοκης δομής, ανάλογα με την αναγνώριση των μερών, των συνδέσεων και των αναδυόμενων φαινομένων.

Οι συγκεκριμένες θεωρίες έχουν εγκολπώσει την πολυμέρεια στην αντιμετώπιση των ζητημάτων της πόλης.

Ωστόσο, δεν συμπεριλαμβάνονται όλοι οι παράγοντες στις αναλύσεις, ενώ είναι αναγκαία η γνώση των πλέον σύγχρονων Μαθηματικών, για την επέκτασή τους.

- ΖΩΝΤΑ “ΦΥΣΙΚΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ
  - / Μοτίβα και γλώσσες
  - / “Φυσικές και Τεχνητές” πόλεις
  - / “Ζωντανή” γεωμετρία
  - / Αναδυόμενες ιδιότητες
  - / Πρόταση: P2P Urbanism
- Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ “ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ”
  - / Διαμόρφωση Δικτύων
  - / Βασικά εργαλεία και έννοιες
  - / Δομή “Καθολικής Πόλης”
  - / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
  - / Σχέση “όλων με όλα”
- ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ
  - / Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
  - / Διαφορετικές δυναμικές, Δίκτυα, Αναδυόμενα μοτίβα
  - / Αστική εξάπλωση μέσω διάσπασης fractal (D)
  - / C.A. και επιλογή
  - / Πράκτορες κίνηση και χρόνος



## Συμπεράσματα

**Δυσκολία στην επιτυχή επέμβαση, αν τα κριτήρια είναι η βιωσιμότητα του παραγόμενου ιστού και ο σεβασμός τη πληθώρα των αναγκών και των παραγόντων που τον επηρεάζουν.**

**Τέλος, αντιλαμβανόμενοι το μέγεθος της πληροφορίας ενός συστήματος, που είναι εκθετικά μεγαλύτερο από αυτό του κάθε ξεχωριστού του στοιχείου, είναι εμφανής η ανάγκη να διαχωρίσουμε τον πολεοδομικό και αστικό σχεδιασμό από τον αρχιτεκτονικό. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα είναι να δούμε πώς μπορούμε να σχεδιάζουμε συστήματα, με διαφορετικές διαδικασίες απ' ότι πιο εύκολα προβλέψιμα αρχιτεκτονήματα.**

**Να αντιληφθούμε πως ο ρόλος του αρχιτέκτονα στον αστικό και πολεοδομικό σχεδιασμό δεν είναι αυτός του δημιουργού-κριτή. Εν αντιθέσει, ο σχεδιασμός του οφείλει να δημιουργεί ένα ευρύ πλαίσιο μέσα στο οποίο η πόλη θα αναπτύσσεται ελεύθερα.**

- **ΖΩΝΤΑ "ΦΥΣΙΚΑ" ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:  
Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ**
  - / Μοτίβα και γλώσσες
  - / "Φυσικές και Τεχνητές" πόλεις
  - / "Ζωντανή" γεωμετρία
  - / Αναδυόμενες ιδιότητες
  - / Πρόταση: P2P Urbanism
- **Η ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ  
ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ "ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ"**
  - / Διαμόρφωση Δικτύων
  - / Βασικά εργαλεία και έννοιες
  - / Δομή "Καθολικής Πόλης"
  - / Νόμοι αστικής διαμόρφωσης
  - / Σχέση "όλων με όλα"
- **ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΜΕ ΤΗ FRACTAL ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ**
  - / Φρακταλική δομή οργανικών πόλεων
  - / Διαφορετικές δυναμικές, Δίκτυα, Αναδυόμενα μοτίβα
  - / Αστική εξάπλωση μέσω διάσπασης fractal (D)
  - / C.A. και επιλογή
  - / Πράκτορες κίνηση και χρόνος