



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



Ερευνητική Ομάδα Γνώσης και Αβεβαιότητας

Πτυχιακή εργασία

## Ο χώρος των ευφύων πόλεων

**Μιχάλης Δελαγραμμάτικας**  
2025201200026

**Αντώνης Ψάλτης**  
2025201200124

Επιβλέπων:

**Μανόλης Γουάλλες**  
Επίκουρος Καθηγητής

Τρίπολη, Οκτώβριος, 2017



Εγκρίθηκε από την εξεταστική επιτροπή την 4η Οκτωβρίου 2017.

Εμμανουήλ Γουάλλες  
Επίκουρος Καθηγητής

Κωνσταντίνος Πέππας  
Λέκτορας

.....

Δελαγραμμάτικας Μιχάλης, Αντώνης Ψάλτης  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών  
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Copyright © Δελαγραμμάτικας Μιχάλης, Ψάλτης Αντώνης, 2017  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε σε συνεργασία με την Ερευνητική Ομάδα Γνώσης και Αβεβαιότητας (ΓΑΒ LAB)



# Περίληψη

Ο χώρος των ευφυών πόλεων, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον πολυάριθμων ερευνητικών ομάδων. Μέχρι σήμερα, είναι εύλογη η διατύπωση ότι δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός, μιας και η κάθε ερευνητική ομάδα εστιάζει σε ορισμένες διαστάσεις του όρου “ευφυής πόλη”. Στην παρούσα εργασία, σκοπός μας είναι η συγκέντρωση ορισμών για τις ευφείς πόλεις μέσα από επιστημονικές δημοσιεύσεις, η οργάνωση και η ομαδοποίησή τους σε επιμέρους περιοχές. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, αφού συλλέξουμε και καταγράψουμε τους ορισμούς, θα τους επεξεργαστούμε εξάγοντας λέξεις κλειδιά, δημιουργώντας έναν πίνακα διανυσμάτων. Με την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας, χρησιμοποιούμε τον αλγόριθμο ιεραρχικής ομαδοποίησης για τα δεδομένα των ορισμών, με στόχο την αναγνώριση και την ανάλυσή τους σε επιμέρους ομάδες. Έπειτα, θα εξετάσουμε τα αποτελέσματα, διατυπώνοντας τις παρατηρήσεις μας. Η έρευνα αυτή καταλήγει σε τρεις βασικούς ερευνητικούς άξονες που περιλαμβάνονται στον όρο ευφυής πόλη και ολοκληρώνεται με προτάσεις για συνέχεια της έρευνας, καθώς και μελλοντικές επεκτάσεις, προσθήκες, ή ακόμα παραλλαγές της αντιμετώπισης του θέματος της παρούσας εργασίας.



# Abstract

The field of smart cities, has gained the interest of numerous scientific research groups. Until today, it is reasonable to say that there is no commonly accepted definition, as each research group focuses on some dimensions of the term “smart city”. In this thesis, our purpose is to collect various definitions of smart cities, through scientific publications, and to organize and group them in fields. In this context, after we collect and record the definitions, we will process them, by extracting keywords, creating an array of vectors. With the completion of this process, we use the hierarchical clustering algorithm for the definitions data, in order to recognize individual groups and analyze them. This work results in three main research axes that are included in the term smart city. Finally, this work is completed with recommendations for further research, and also future extensions, additions or even alterations of dealing with the topic of this thesis.





*Αφιερώνεται σε όσους μας βοήθησαν  
σε αυτή την εργασία.*



# Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Στόχος - Μεθοδολογική προσέγγιση</b>	<b>3</b>
2.1	Συλλογή δεδομένων . . . . .	3
2.2	Επεξεργασία ορισμών, εξαγωγή λέξεων κλειδιά και δημιουργία πίνακα διανυσμάτων	4
2.3	Ομαδοποίηση ορισμών και αποτελέσματα . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Ορισμοί των ευφών πόλεων</b>	<b>7</b>
3.1	Αναφορά ITU . . . . .	7
3.2	Δημιουργία και επεξεργασία καταλόγου ορισμών . . . . .	8
3.3	Ανάλυση ορισμών και εξαγωγή λέξεων κλειδιά . . . . .	9
3.4	Ενημέρωση του καταλόγου ορισμών με πρόσφατες δημοσιεύσεις . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Προεπεξεργασία keywords</b>	<b>13</b>
4.1	Υπολογισμός μοναδικών όρων . . . . .	13
4.2	Ο αλγόριθμος του Porter . . . . .	13
4.3	Επεξεργασία χαρακτήρων, επανάληψη υπολογισμού μοναδικών όρων και αφαίρεση τετριμμένων λέξεων . . . . .	14
4.4	Δημιουργία πίνακα διανυσμάτων . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Ομαδοποίηση των ορισμών βάσει των λέξεων κλειδιά</b>	<b>19</b>
5.1	Η έννοια της ομαδοποίησης και ο αλγόριθμος ιεραρχικής ομαδοποίησης . . . . .	19
5.2	Μέθοδος ομαδοποίησης – Clustering method . . . . .	20
5.3	Μετρικές απόστασης / ομοιότητας - Η απόσταση City-block . . . . .	20
5.4	Το δενδρόγραμμα . . . . .	20
5.5	Το λογισμικό . . . . .	21
5.5.1	Το πρόγραμμα Cluster 3.0 . . . . .	21
5.5.2	Η εφαρμογή Java Tree View . . . . .	25
5.6	Πίνακες διανυσμάτων για διαστάσεις και υπό-διαστάσεις . . . . .	26
<b>6</b>	<b>Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων</b>	<b>29</b>
6.1	Ομαδοποίηση ορισμών, με βάση τις διαστάσεις - dimensions . . . . .	29
6.1.1	Cluster 1 - Environmental Sustainability . . . . .	29
6.1.2	Cluster 2 - Productivity and Physical infrastructure . . . . .	31
6.1.3	Cluster 3 - Physical Infrastructure, Equity and social inclusion, Environmental sustainability . . . . .	31
6.1.4	Cluster 4 - Productivity, Quality of life and Environmental sustainability . . . . .	35

---

6.1.5	Cluster 5 - Information and Communication Technology . . . . .	35
6.1.6	Cluster 6 - Productivity and Equity and Social inclusion . . . . .	36
6.2	Ομαδοποίηση ορισμών με βάση τις υπό-διαστάσεις . . . . .	36
6.2.1	Cluster 1 - Productivity καθώς και οι υπό-διαστάσεις της . . . . .	39
6.2.2	Cluster 2 - Environmental sustainability, Quality of life και Equity and social inclusion . . . . .	39
6.2.3	Cluster 3 - Environmental sustainability και Equity and social inclusion . . . . .	40
6.2.4	Cluster 4 - Services and information platforms, Energy, Innovation, Governance και Connection to services - knowledge infrastructure . . . . .	40
<b>7</b>	<b>Επίλογος</b>	<b>43</b>
<b>A</b>	<b>Ορισμοί των ευφυών πόλεων</b>	<b>45</b>
	<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>65</b>

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Η πρόοδος στην επιστήμη τα τελευταία χρόνια αν και έχει συντελέσει στη βελτίωση του σύγχρονου τρόπου διαβίωσης έχει παράλληλα προκαλέσει πολλές και γόνιμες συζητήσεις αναφορικά με τις αιτίες της διαρκούς ανάπτυξης καθώς και τα κριτήρια, τις μεθόδους και τις λογικές αρχές που τη διέπουν. Η επιστημολογία είναι εκείνος ο τομέας γνώσης που εξετάζει τα παραπάνω κυρίως προβλήματα, τα οποία ανάγονται σε ένα σύνθετο πρόβλημα, γνωστό και ως πρόβλημα οροθέτησης της επιστημονικής γνώσης. Πώς όμως αποκτάται η επιστημονική γνώση;

Ομάδες φοιτητών, καθηγητών, επιστημόνων, ερευνητών συνασπίζονται, δημιουργώντας ερευνητικές ομάδες με στόχο την αντικειμενική αναζήτηση και συγκέντρωση πληροφοριών, προκειμένου να επιλύσουν κάποια δυσχέρεια που τυχόν αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα στο παρόν ή μέλλον ή προκειμένου να εξασφαλίσουν τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου.

Οι πληροφορίες που συγκεντρώνει η επιστημονική ομάδα προέρχονται από βιβλιογραφικό και εμπειρικά τεκμηριωμένο ερευνητικό υλικό από προηγούμενα έτη. Ωστόσο, η κύρια πηγή πληροφορίας είναι το διαδίκτυο το οποίο έχει μεταβάλλει τον τρόπο διάδοσής της τα τελευταία 60 χρόνια. Με την πάροδο των χρόνων το ίντερνετ μπορεί να χαρακτηριστεί σαν πρωταρχικό αγαθό για τον άνθρωπο μιας και καταλαμβάνει μεγάλο μέρος της ζωής του. Αυτή η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει μερικούς καινοτόμους ερευνητές σε νέες επαναστατικές ιδέες που θα βοηθήσουν τον άνθρωπο. Μία από αυτές είναι οι ευφυείς πόλεις.

Όλο και περισσότεροι άνθρωποι από ερευνητές και τεχνολόγους μέχρι πολιτικούς και απλούς πολίτες ενδιαφέρονται για τον χώρο των ευφυών πόλεων και τον τρόπο που μπορούν να βελτιώσουν τη ζωή μας. Παρά το μεγάλο όγκο συζητήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι και σήμερα δεν υπάρχει ένας κοινός ορισμός για τον όρο “ευφυής πόλη”, μιας και ο κάθε άνθρωπος τον αντιλαμβάνεται με διαφορετικό τρόπο δίνοντας βαρύτητα σε διαφορετικό κομμάτι της πόλης. Για παράδειγμα, μερικοί πιστεύουν ότι μια πόλη γίνεται ευφυής μέσω της τεχνολογίας, άλλοι μέσω της κυβέρνησης ή κατασκευάζοντας περιβαλλοντικά ευφυείς σχεδιασμούς.

Στόχος της εργασίας μας είναι η συγκέντρωση των επιστημονικών δημοσιεύσεων του χώρου και η οργάνωσή τους ανά περιοχή, ώστε να είναι φανερές οι διαφορετικές επιστημονικές περιοχές που χρησιμοποιούν τον όρο “ευφυής πόλη”. Φυσικά η κάθε επιστημονική ομάδα δίνει έμφαση στην παρουσίαση των πληροφοριών που κρίνει εκείνη απαραίτητη για αυτό το λόγο πρέπει να τονιστεί ότι η προσέγγισή μας δεν θεωρείται βέλτιστη και εφόσον οι “ευφυείς πόλεις” είναι ένα θέμα που ακόμα “ανθίζει” και δεν έχει εδραιωθεί, υπάρχει δυνατότητα επέκτασης στο μέλλον.

Η δομή του υπολοίπου κειμένου έχει ως ακολούθως: στο κεφάλαιο 2, γίνεται ανάλυση του προβλήματος που στοχεύουμε να αντιμετωπίσουμε και παρουσίαση του τρόπου που επιλέξαμε για την επίτευξη του στόχου μας. Κατόπιν, στο κεφάλαιο 3, παρουσιάζονται οι ορισμοί των ευ-

φυών πόλεων, τα υπάρχοντα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εργασίας, και η μέθοδος με την οποία οργανώσαμε και συλλέξαμε τις πληροφορίες που προέκυψαν από την έρευνα. Στην επόμενη ενότητα, κεφάλαιο 4, παρουσιάζεται η επεξεργασία των λέξεων-κλειδιά μέσα από διάφορες τεχνικές αλλά και η ανάπτυξη εφαρμογής μέσω της οποίας δημιουργήθηκε ο αρχικός πίνακας διανυσμάτων για τους ορισμούς. Έπειτα, στο κεφάλαιο 5, παρουσιάζεται η έννοια της ομαδοποίησης, ο αλγόριθμος με τις διάφορες παραμέτρους του, καθώς και οι βασικές εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται οι δοκιμές και τα αποτελέσματα των ομάδων που προέκυψαν, μετά από την ομαδοποίηση με χρήση δύο εναλλακτικών προσεγγίσεων. Τέλος, στο κεφάλαιο 7 παραθέτουμε τα συμπεράσματα της εργασίας, τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να αξιοποιηθεί και ολοκληρώνουμε με μια αναφορά στις πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις ως συνέχεια αυτής της εργασίας.

## Κεφάλαιο 2

# Στόχος - Μεθοδολογική προσέγγιση

Τα τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο της ανάπτυξης των πόλεων, το αντικείμενο των ευφυών πόλεων έχει αποκτήσει ολοένα και αυξανόμενη σημασία για την επιστημονική βιβλιογραφία, έρευνα και διεθνή πολιτική. Μέχρι σήμερα, έχουν γίνει διάφορες προσεγγίσεις για την αποσαφήνιση του όρου «ευφυής πόλη», μέσα από αναρίθμητες επιστημονικές δημοσιεύσεις και αναλύσεις. Όμως παρά την ευρεία διάδοση τεχνολογικών μεθόδων, εστιασμένων ειδικά για τις ευφυείς πόλεις και την διατύπωση πολλών ορισμών για αυτές, η επιστημονική κοινότητα ακόμα δεν έχει αποδεχθεί έναν συγκεκριμένο ορισμό ο οποίος να μην περιορίζεται στις εφαρμογές της τεχνολογίας, αλλά να ανταποκρίνεται με ακρίβεια σε όλους τους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας και της κοινωνίας, που προσδιορίζουν το χώρο των ευφυών πόλεων.

Η παρούσα ερευνητική εργασία, αναζητά να συγκεντρώσει επιστημονικές δημοσιεύσεις που περιγράφουν και προσδιορίζουν τις ευφυείς πόλεις, μέσω της αναφοράς τους σε ορισμούς. Παράλληλα, η συλλογή των ορισμών γίνεται μέσα από διαφορετικές προοπτικές, συχνά οι δημοσιεύσεις επικεντρώνονται σε περιοχές από τις οποίες προέρχονται, ενώ άλλοτε συνδυάζουν ευρύτερες περιοχές τις οποίες και αξιολογούν. Η έννοια της ευφυΐας στο πεδίο της πόλης, εκφράζεται μέσα από ένα εύρος αντιπροσωπευτικών όρων όπως, “intelligent city” και “digital city”, οι οποίοι ταυτίζονται με τον όρο “smart city”, ο οποίος φαίνεται να έχει επικρατήσει.

Αντικείμενο της εργασίας είναι η συγκέντρωση και μετέπειτα η οργάνωση ανά περιοχή, ορισμών για τις ευφυείς πόλεις, με τελικό στόχο την απάντηση στην ερώτηση ποιες ακριβώς είναι οι διαφορετικές επιστημονικές περιοχές που χρησιμοποιούν τον όρο ευφυής πόλη καθώς και σε ποιο βαθμό μπορεί κανείς να διακρίνει κατηγορίες για αυτούς τους ορισμούς.

Στη συνέχεια, περιγράφουμε τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιήσαμε το τεχνικό μέρος της εργασίας. Θα αναφερθούμε στις επιμέρους τεχνικές που εφαρμόστηκαν για τη συλλογή της βιβλιογραφίας, την επεξεργασία των δεδομένων, την αναγνώριση και οργάνωση των επιστημονικών περιοχών σε κατηγορίες μέχρι την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

### 2.1 Συλλογή δεδομένων

Η πραγματοποίηση της βιβλιογραφικής έρευνας, έγινε μέσα από το διαδίκτυο. Περιλαμβάνει την αναζήτηση επιστημονικών δημοσιεύσεων σε άρθρα, περιοδικά, βιβλία, πρακτικά επιστημονικών και τεχνικών συνεδρίων, αναφορές επιχειρήσεων και τεχνολογικών οργανισμών. Γίνεται επίσης και μέσα από αποτελέσματα ερευνών διαφόρων άλλων ερευνητικών ομάδων, καθώς και επίσημες αναφορές από κρατικούς ή διεθνείς οργανισμούς.

Συγκεκριμένα, για τη συλλογή των ορισμών για τις ευφυείς πόλεις, η εργασία στηρίχθηκε

στην υπάρχουσα συλλογή ορισμών της αναφοράς της ερευνητικής ομάδας για τις ευφυείς πόλεις του International Telecommunication Union με τίτλο “*Smart sustainable cities: an analysis of definitions*” [1]. Έπειτα, κάθε ορισμός μελετήθηκε και συμπληρώθηκαν τα βιβλιογραφικά του στοιχεία, τα οποία περιγράφονται στο κεφάλαιο 3. Ύστερα δημιουργήθηκε ένας κατάλογος με ορισμούς, αποτελούμενος από διάφορα πεδία και ο οποίος περιέχει όλα τα παραπάνω.

Το επόμενο βήμα της έρευνας, αποτελεί η ενημέρωση του καταλόγου με την προσθήκη ορισμών από πρόσφατες δημοσιεύσεις στο χώρο των ευφυνών πόλεων. Η επίτευξη αυτού του σκοπού, έγινε ύστερα από εξειδικευμένη αναζήτηση ορισμών για τις ευφυείς πόλεις για τα έτη 2015-2017 και μέσω των πηγών βιβλιογραφίας που αναφέρονται στην ενότητα 3.4. Σε αυτό το σημείο είναι θεμιτό να αναφερθούμε στις δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε ως ερευνητές, τόσο κατά την συμπλήρωση των βιβλιογραφικών στοιχείων για τους υπάρχοντες ορισμούς της αναφοράς του ITU, όσο και κατά την προσπάθειά μας για τη συλλογή των πρόσφατων δημοσιεύσεων με ορισμούς. Οι ειδικές συνθήκες εφαρμογής της έρευνας για τα παραπάνω όπως και ο τρόπος αντιμετώπισης των δυσκολιών του εγχειρήματος περιγράφεται στην ενότητα 3.4.

## 2.2 Επεξεργασία ορισμών, εξαγωγή λέξεων κλειδιά και δημιουργία πίνακα διανυσμάτων

Μετά από ολοκλήρωση της βιβλιογραφικής έρευνας και της ενημέρωσης του καταλόγου των ορισμών για τις ευφυείς πόλεις, ακολούθησε η επεξεργασία των τελευταίων και η εξαγωγή λέξεων κλειδιά από αυτούς (ενότητα 3.3). Έπειτα, απαραίτητη είναι η επεξεργασία των λέξεων κλειδιά με τρόπο κατάλληλο ως προς την μετέπειτα χρησιμοποίησή τους από αλγόριθμο και την κατηγοριοποίησή τους. Τέτοια κριτήρια επεξεργασίας είναι: η μοναδικότητα των όρων, η εφαρμογή της τεχνικής του stemming μέσω του αλγόριθμου Porter, η επεξεργασία των χαρακτήρων, η αφαίρεση των τετριμμένων λέξεων. Τα παραπάνω αναλύονται εκτενέστερα στο κεφάλαιο 4.

Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία ενός πίνακα διανυσμάτων ο οποίος πρέπει αφενός να περιέχει τους όρους που «πραγματικά» προσδιορίζουν τις ευφυείς πόλεις, αφετέρου να μην επηρεάζεται (όσο αυτό είναι δυνατό), η ακρίβεια στην αναπαράσταση των ορισμών για την μετέπειτα κατηγοριοποίησή τους.

Η αρχική μας προσέγγιση, απαιτούσε τη δημιουργία ενός πίνακα διανυσμάτων ο οποίος διατηρεί όλες τις μοναδικές λέξεις κλειδιά (1062 λέξεις, ύστερα από την παραπάνω επεξεργασία τους). Συγκεκριμένα, για καθένα από τους 133 ορισμούς, υπολογίστηκε το διάνυσμα εμφάνισης όρων, όπου σημειώθηκε η εμφάνιση της εκάστοτε λέξης-κλειδί στο συγκεκριμένο ορισμό με χρήση δυαδικών τιμών αντίστοιχα. Όμως μετέπειτα, έγινε αντιληπτή η ανάγκη για περιορισμό των διαστάσεων και βελτιστοποίηση του πίνακα μέσω αντιστοίχισης των λέξεων-κλειδιά σε προκαθορισμένες κατηγορίες και αφαίρεση όσων δεν ήταν δυνατή η αντιστοίχιση τους σε αυτές. Για το λόγο αυτό, οι λέξεις-κλειδιά αντιστοιχίστηκαν στις λεγόμενες υπό-διαστάσεις οι οποίες αφορούν εξειδικευμένους τομείς για τις ευφυείς πόλεις. Οι υπό-διαστάσεις με τη σειρά τους γενικεύονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες που ονομάζονται διαστάσεις και αφορούν τομείς εφαρμογής της επιστήμης, της τεχνολογίας καθώς και της κοινωνίας. Η προσέγγιση με τις υπό-διαστάσεις και τις διαστάσεις αποτελεί μια βελτιστοποίηση της εκδοχής του πίνακα διανυσμάτων, και περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο ... Ενδεικτικά, αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα της αποτελούν, ο περιορισμός των διαστάσεων, η περαιτέρω μείωση ασήμαντων λέξεων αλλά και απλούστερη ομαδοποίησή τους, όπως αναφέρεται στη συνέχεια.



## 2.3 Ομαδοποίηση ορισμών και αποτελέσματα

Μόλις, ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία, είμαστε πλέον σε θέση να εκτελέσουμε τον αλγόριθμο ιεραρχικής ομαδοποίησης, με δεδομένα εισόδου τους πίνακες διανυσμάτων για τους ορισμούς με βάση τις λέξεις. Η υλοποίηση της ιεραρχικής ομαδοποίησης πραγματοποιείται με τη χρήση προγράμματος το οποίο διαβάζει ένα κατάλληλα δομημένο αρχείο με τους πίνακες διανυσμάτων, αναλαμβάνει την ομαδοποίηση σύμφωνα με παραμέτρους καθορισμένες από το χρήστη.

Παράλληλα, οι παράμετροι της ομαδοποίησης που επιλέγονται σχετίζονται, ως προς τον τρόπο υπολογισμού της απόστασης μεταξύ των ορισμών και τη μέθοδο σύνδεσης των ομάδων που προκύπτουν από τη συνένωση ομάδων σε κάθε βήμα του αλγορίθμου.

Στο σημείο αυτό, ο αλγόριθμος εκτελείται πρώτα για την περίπτωση του πίνακα διανυσμάτων όπου οι λέξεις των ορισμών έχουν αντικατασταθεί με τις έξι διαστάσεις, έπειτα για την περίπτωση των υπό-διαστάσεων, όπως προαναφέρθηκαν.

Ταυτόχρονα, η εκτέλεση του αλγορίθμου για τις δύο περιπτώσεις, γίνεται με τις ίδιες παραμέτρους, με σκοπό την δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων τους μετέπειτα.

Αφού ολοκληρωθεί η εκτέλεση του αλγορίθμου, τα αποτελέσματα που προκύπτουν, εκφράζονται σε μορφή πινάκων. Όμως για την βέλτιστη παρουσίαση τους καθώς και για την αποτίμησή τους, είναι σκόπιμη η απεικόνισή τους σε μορφή διαγράμματος (δενδρόγραμμα). Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιείται ένα πρόγραμμα που μετατρέπει τους πίνακες με τις ομαδοποιήσεις σε δενδρόγραμμα στο οποίο είναι άμεσα διαθέσιμες αναγκαίες πληροφορίες, όπως οι ομαδοποιήσεις σε κάθε δεδομένο στάδιο της εκτέλεσης, τα στοιχεία που αποτελούν τις ομάδες, το πλήθος των ομάδων σε μία δεδομένη στιγμή καθώς και λειτουργίες αναζήτησης στοιχείων με βάση το κωδικό αριθμό τους, κ.ά.

Με αυτό τον τρόπο, μπορούμε πλέον να μελετήσουμε τα δεδομένα και να εκφράσουμε τις παρατηρήσεις μας για τα αποτελέσματα. Παρομοίως, εξετάσαμε τους ορισμούς που ανήκουν σε κάθε ομάδα και συγκρίναμε αρχικά κάθε μέλος της ομάδας με τα υπόλοιπα, και εν τέλει κάθε ομάδα ορισμών με τις υπόλοιπες από αυτές. Ολοκληρώνοντας, ερμηνεύσαμε τις παρατηρήσεις μας και παραθέσαμε τα αποτελέσματα, όπου αναλύονται οι διαφορετικές κατηγορίες ορισμών που διακρίνουμε καθώς και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την πραγματοποίηση της όλης διαδικασίας. Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με τις προτάσεις μας για συνέχεια της έρευνας, καθώς και μελλοντικές επεκτάσεις, προσθήκες, ή ακόμα παραλλαγές της αντιμετώπισης του θέματος στην παρούσα εργασία.



## Κεφάλαιο 3

# Ορισμοί των ευφυών πόλεων

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια λεπτομερής αναφορά στους υπάρχοντες ορισμούς των ευφυών πόλεων καθώς και των βιβλιογραφικών πηγών τους που θα χρησιμοποιηθούν για την έρευνα αυτή. Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη του χώρου των ευφυών πόλεων μέσα από τις επιστημονικές δημοσιεύσεις και η οργάνωση των ορισμών σε ομάδες με βάση τις περιοχές που χρησιμοποιούν τον όρο ευφυής πόλη. Σε αυτή την εργασία, θα στηριχτούμε στην υπάρχουσα συλλογή ορισμών για τις ευφυείς πόλεις της αναφοράς “Smart sustainable cities: An analysis of definitions” [1] του οργανισμού ITU, τη μελέτη των διαφορετικών ορισμών και την συμπλήρωση των βιβλιογραφικών τους στοιχείων. Έπειτα, θα εξαγάγουμε τις λέξεις κλειδιά από τους παραπάνω ορισμούς και τέλος θα προχωρήσουμε στην συμπερίληψη των πιο προσφάτων ορισμών στον κατάλογο με τους υπάρχοντες ορισμούς καθώς και την επανάληψη της ίδιας διαδικασίας για αυτούς.

### 3.1 Αναφορά ITU

Σύμφωνα με την έρευνα του οργανισμού International Telecommunications Union (ITU) [1] και τις πληροφορίες που έχει συλλέξει για την περιοχή των ευφυών πόλεων, είναι πλέον σαφές ότι δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για τον όρο ευφυής πόλη. Σύμφωνα με τη δημοσίευση του πανεπιστημίου της Βιέννης [2], με τίτλο *Smart Cities Ranking of European Medium-sized Cities*, ορίζει την ευφυής πόλη ως:

“A smart sustainable city is a city well performing in six (6) characteristics, built on the smart combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens. 1) Economy, 2) Mobility, 3) Environment, 4) People, 5) Living, 6) Governance”

Ένας άλλος πιο εκτεταμένος ορισμός [3], με τίτλο *The Vision of a Smart Sustainable City, του U.S. Department of Energy, Office of Scientific and Technical Information (OSTI)* ορίζει τη ευφυής πόλη ως: “A city that monitors and integrates conditions of all of its critical infrastructures including roads, bridges, tunnels, rails, subways, airports, sea-ports, communications, water, power, even major buildings, can better optimize its resources, plan its preventive maintenance activities, and monitor security aspects while maximizing services to its citizens.”

Από την άλλη μεριά, ένας πιο συνοπτικός ορισμός [4], με τίτλο: *Thinking about Smart Cities: The Travels of a Policy Idea that Promises a Great Deal, but So Far Has Delivered Modest Results* είναι: “A smart city is either (1) one that uses smart technologies; (2) one that consists of “smart people”; or (3) one that engages in collaboration”.

Συγκεκριμένα, η ερευνητική ομάδα του ITU [1], έχοντας συλλέξει ορισμούς για τις ευφυείς πόλεις, εξήγαγε λέξεις κλειδιά οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την ομαδοποίηση των ορισμών σε

Category	% Occurrence
Quality of life and lifestyle	6%
Infrastructure and services	17%
ICT, communication, intelligence, information	26%
People, citizens, society	12%
Environment and sustainability	17%
Governance, management and administration	10%
Economy and Finance	8%
Mobility	4%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Σχήμα 3.1: Οι "λογικές ομάδες" της ITU [1]

“λογικές ομάδες” οι οποίες φαίνονται στον πίνακα 3.1.

Συμπερασματικά, η ερευνητική ομάδα του ITU [1], κατέληξε σε έναν προτεινόμενο ορισμό: *“A smart sustainable city (SSC) is an innovative city that uses information and communication technologies (ICTs) and other means to improve quality of life, efficiency of urban operation and services, and competitiveness, while ensuring that it meets the needs of present and future generations with respect to economic, social and environmental aspects”*.

Συνεπώς, σύμφωνα με τα παραπάνω είναι εμφανές ότι η κάθε ερευνητική ομάδα διακρίνει συγκεκριμένες πτυχές της ευφυής πόλης. Λόγω του παράλληλου ενδιαφέροντος από διαφορετικούς οργανισμούς και ομάδες ανθρώπων και των διαφορετικών απόψεων τους, φανερόνεται η ανάγκη εύρεσης ενός κοινά αποδεκτού ορισμού. Θα μπορούσε λοιπόν, να γίνει αποδεκτός από την επιστημονική κοινότητα, ο παραπάνω ορισμός;

### 3.2 Δημιουργία και επεξεργασία καταλόγου ορισμών

Σε αυτό το σημείο, χρησιμοποιώντας τους ορισμούς της αναφοράς του οργανισμού ITU, θα δημιουργήσουμε έναν νέο κατάλογο, μέσω της εφαρμογής υπολογιστικών φύλλων Microsoft Excel, ο οποίος θα αποτελείται από τα ακόλουθα πεδία:

- Αύξοντας αριθμός (Ref No.)
- Είδος δημοσίευσης (Category)
- Ορισμός (Definition)
- Λέξεις-Κλειδιά (Keywords)
- Τίτλος Δημοσίευσης (Title)
- Συγγραφέας/Συγγραφείς (Authors)

- Περίληψη (Abstract)
- Χρονολογία (Year)
- Σύνδεσμος στο διαδίκτυο (Link)
- Βιβλιογραφία (Reference)

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της αναφοράς ITU [1] και ύστερα από αναζήτηση τους στο διαδίκτυο, συμπληρώσαμε τον προηγούμενο κατάλογο με τα βιβλιογραφικά του στοιχεία καθώς και την περίληψη της κάθε δημοσίευσης. Συγκεκριμένα ο κατάλογος με τους ορισμούς υπάρχει στο φάκελο με τα αρχεία της εργασίας (**Files/Keywords Collection Final**).

Ref No.	Category	Definition	Keywords	Title	Authors	Abstract	Year	Link	Reference
12	Academic	A sustainable city can broadly be defined as "one that has put in place action plans and policies that aim to ensure adequate resource availability and (re)utilization, social comfort and equity and economic development, and prosperity for future generations".	put, place, action, plans, policies, aim, ensure, adequate, resource, availability, utilization, social, comfort, equity, economic, development, prosperity, future, generations.	Towards Sustainable Cities in China	Zhao, Jingzhu	The year of 2008 is of special importance in human history, when for the first time the world's urban population exceeded the rural population (United Nations Population Fund 2008), and marking the breakthrough of humankind into an urban dominated society ... (continued...)	2011	<a href="http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4419-8243-8">http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4419-8243-8</a>	Zhao, Jingzhu, Towards Sustainable Cities in China, Springer Briefs in Environmental Science, Springer, 2011c. Page 2.
13	Academic	A sustainable city is one that relates its use of resources and its generation and disposal of wastes to the limits imposed on such activities by the planet and its organisms.	relates, use, resources, generation, disposal, waste, limits, imposed, such, activities, planet, organisms.	Towards Sustainable Cities in China	Zhao, Jingzhu	To promote China's sustainable city construction and development, this Brief has preliminarily used an assessment indicator system and development index of a sustainable city, based on a summary and analysis of the existing Sustainable City theories	2011	<a href="http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4419-8243-8">http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4419-8243-8</a>	Zhao, Jingzhu, Towards Sustainable Cities in China, Springer Briefs in Environmental Science, Springer, 2011c. Page 3.

Πίνακας 3.1: Επισκόπηση του αναλυτικού καταλόγου ορισμών για τις ευφυείς πόλεις

### 3.3 Ανάλυση ορισμών και εξαγωγή λέξεων κλειδιά

Από τον κατάλογο που με τους ορισμούς των ευφυών πόλεων, αναλύσαμε το πεδίο των ορισμών και εξάγαμε τις λέξεις κλειδιά για καθένα από αυτούς. Αυτό πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας μια συγκεκριμένη και ομοιόμορφη μεθοδολογία η οποία αποτελείται από τρία στάδια:

- Αρχικά, μελετήσαμε όλους τους ορισμούς για τις ευφυείς πόλεις από την αναφορά ITU, με σκοπό να αποκτήσουμε μια γενική ιδέα των εννοιών γύρω από τις ευφυείς πόλεις.
- Στη συνέχεια, για κάθε ορισμό ξεχωριστά επεξεργαστήκαμε και διατηρήσαμε όλες τις λέξεις του, όπως ακριβώς είναι στο κείμενο και χωρίς να γίνει καμία αλλαγή ως προς το πρόσωπο και την κλίση (ενικός/πληθυντικός).
- Στο τέλος, για καθένα από τους 116 ορισμούς, αφαιρέσαμε όλες τις τετριμμένες λέξεις (stop words). Με τον όρο τετριμμένες λέξεις, εννοούμε τις πιο συχνές και κοινές λέξεις που δεν αποτελούν μέρος του ορισμού και της ορολογίας, οι οποίες δεν έχουν κάποια ιδιαίτερη σημασία και αγνοούνται κατά τη δημιουργία του λεξικού. Επίσης, ένας ακόμα λόγος για τον

#	Definition	Keywords
1	A smart sustainable city is a city well performing in six (6) characteristics, built on the “smart” combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens. 1) Economy, 2) Mobility, 3) Environment, 4) People, 5) Living, 6) Governance.	city, well, performing, six, characteristics, built, smart, combination, endowments, self-decisive, independent, aware, citizens, economy, mobility, environment, people, living, governance
2	“We believe a city to be smart when investments in human and social capital and traditional (transport) and modern (ICT) communication infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance.”	investments, human, social, capital, traditional, transport, modern, ICT, communication, infrastructure, fuel, sustainable, economic, growth, high, quality of life, wise, management, natural, resources, participatory, governance
3	The rudiments of what constitutes a smart sustainable city which we define as a city in which ICT is merged with traditional infrastructures, coordinated and integrated using new digital technologies.	ICT, merged, traditional, infrastructures, coordinated, integrated, using, new, digital, technologies

Πίνακας 3.2: Ενδεικτικός πίνακας των λέξεων-κλειδιά σε επιλεγμένους ορισμούς

οποίο αυτές οι λέξεις αγνοούνται, είναι η εξοικονόμηση χώρου στη μνήμη και η μείωση του χρόνου επεξεργασίας τους μετέπειτα.

### 3.4 Ενημέρωση του καταλόγου ορισμών με πρόσφατες δημοσιεύσεις

Σε αυτό το σημείο, θα συλλέξουμε τις πιο πρόσφατες επιστημονικές δημοσιεύσεις, που επιχειρούν να προσδιορίσουν το όρο “ευφυής πόλη”. Ο σκοπός αυτός επιτεύχθηκε, ύστερα από εξειδικευμένη αναζήτηση ορισμών για τις ευφυείς πόλεις στο διαδίκτυο, για τη χρονική περίοδο 2015-2017 και μέσω των παρακάτω πηγών βιβλιογραφίας:

- Μηχανής αναζήτησης επιστημονικών δημοσιεύσεων Google Scholar
- Διαδικτυακές ψηφιακές βιβλιοθήκες (π.χ. IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library)
- Βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων (π.χ. Scopus)
- Ψηφιακά αρχεία Διεθνών Οργανισμών (π.χ. ITU, United Nations)
- Πανεπιστημιακών βιβλιοθηκών (π.χ. Vrije University Amsterdam)

- Ακαδημαϊκών, επιστημονικών και τεχνολογικών εκδοτικών οίκων (Taylor & Francis Online, Springer International Publisher, Science Direct, Research Gate, κ.ά.)
- Κρατικών/Κυβερνητικών οργανισμών (U.S. Department of Energy – Office of Scientific and Technical Information, Center for Direct Scientific Communication – Open Archives France, κ.ά.)

Να σημειώσουμε ότι στην προσπάθεια μας να συλλέξουμε πληροφορίες από διαφορετικές πηγές μέσω των προαναφερθέντων τρόπων, συναντήσαμε σε αρκετές περιπτώσεις δυσκολίες στην πρόσβαση των αρχείων, η οποία πολλές φορές κατέστη δυνατή μέσω της σύνδεσης μας με τα στοιχεία του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, ενώ σε άλλες περιπτώσεις δεν μας επιτράπηκε η πρόσβαση για διάφορους λόγους.

Τελικά, για την περίοδο 2015-2017 προστέθηκαν 17 ορισμοί. Αφού προστέθηκαν οι νέοι αυτοί ορισμοί στον κατάλογο, επαναλάβαμε την ίδια διαδικασία για την εξαγωγή των λέξεων-κλειδιά, όπως διατυπώθηκε στην παράγραφο 3.3.

**Σημείωση:** Οι ορισμοί για τα έτη 2015-2017 βρίσκονται στον πλήρη κατάλογο με τους ορισμούς και συγκεκριμένα στις εγγραφές 117-133 (βλέπε **Παράρτημα Α**).





## Κεφάλαιο 4

# Προεπεξεργασία keywords

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συγκέντρωση μέσω των επιστημονικών δημοσιεύσεων, των ορισμών για τον όρο ευφυής πόλη και η οργάνωση τους ανά επιστημονικές περιοχές, ώστε να καθοριστούν τα όρια του χώρου των ευφυών πόλεων.

Στο κεφάλαιο αυτό θα επικεντρωθούμε στις λέξεις-κλειδιά των ορισμών, τις οποίες θα επεξεργαστούμε κατάλληλα, με στόχο την χρησιμοποίησή τους στη μετέπειτα ταξινόμηση των ορισμών σε ομάδες. Παρακάτω, θα περιγράψουμε τη διαδικασία της προεπεξεργασίας των keywords καθώς και την δημιουργία του λεξικού με τους όρους αυτούς.

### 4.1 Υπολογισμός μοναδικών όρων

Επιλέγουμε το πεδίο keywords του καταλόγου μας το οποίο και θα επεξεργαστούμε και το αποθηκεύουμε σε ένα αρχείο κειμένου. Αρχικά, το πλήθος των λέξεων αυτών είναι 4600 λέξεις, αν λάβουμε υπόψιν τον ήδη περιορισμό των τετριμμένων λέξεων στο στάδιο της εξαγωγής των λέξεων-κλειδιών στην ενότητα 3.3.

Έχοντας εξαγάγει τις λέξεις-κλειδιά από τον κατάλογο των ορισμών, το επόμενο βήμα είναι η διατήρηση των μοναδικών όρων από το σύνολο των λέξεων κλειδιά. Η διαδικασία αυτή έγινε χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες shell-scripting του Unix και συγκεκριμένα την εντολή:

```
cat all_keywords.txt | uniq -c
```

Η παραπάνω εντολή παράγει ένα άλλο αρχείο το οποίο περιέχει τους μοναδικούς όρους, με πλήθος 1512 λέξεις.

### 4.2 Ο αλγόριθμος του Porter

Στη συνέχεια, θα εκτελέσουμε τον αλγόριθμο του Porter για την λημματοποίηση (stemming) των λέξεων. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον αλγόριθμο που χρησιμοποιήθηκε επισκεφθείτε: <https://tartarus.org/martin/PorterStemmer/>

Στο πρόγραμμα που εκτελεί τον αλγόριθμο του Porter δίνεται ως είσοδος το αρχείο με τους μοναδικούς όρους και παράγεται ως έξοδος ένα νέο αρχείο με το ίδιο ακριβώς πλήθος όρων και με την διαφορά ότι οι όροι πλέον διατηρούν τη ρίζα (πρόθεμα) τους αλλά δεν έχουν καταλήξεις.

Συγκεκριμένα, το stemming είναι μια διαδικασία η οποία χρησιμοποιείται από την επιστήμη της γλωσσολογίας (για την μελέτη των λέξεων, το τρόπο με τον οποίο σχηματίζονται και τις σχέσεις με άλλες λέξεις μιας γλώσσας), καθώς και από την ανάκτηση πληροφορίας (επεξεργασία

λέξεων/φράσεων, μηχανές αναζήτησης). Η διαδικασία αυτή, αφαιρώντας τις καταλήξεις των λέξεων, πετυχαίνει να διατηρεί τις ρίζες των λέξεων, ανεξάρτητα από την κλίση και το πρόσωπο, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις επιτυγχάνει την αφαίρεση των καταλήξεων από τις παράγωγες λέξεις ενός όρου. Επειδή, ο αλγόριθμος είναι εκτεταμένος και συνάμα περίπλοκος, θα αποφύγουμε την παρουσίασή σε αυτή την εργασία, παρά μόνο δείχνοντας τους πέντε κανόνες με βάση τους οποίους γίνεται η μετατροπή των όρων (τα βήματα γίνονται σειριακά).

Κανόνες	Παραδείγματα
sses ->ss	businesses ->business, processes ->process
ies ->i	cities ->city, theories ->theory
ational ->ate	educational ->educate, operational ->operation
tional ->tion	national ->nation, organizational ->organization
Κανόνες με βάρη ανάλογα με τον αριθμό των συλλαβών	replacement ->replac, αλλά cement ->cement

Πίνακας 4.1: Οι κανόνες του αλγορίθμου του Porter

### 4.3 Επεξεργασία χαρακτήρων, επανάληψη υπολογισμού μοναδικών όρων και αφαίρεση τετριμμένων λέξεων

Ένας ακόμη παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν είναι το ενδεχόμενο να υπάρχουν λέξεις γραμμένες με κεφαλαία γράμματα όπως αυτές οι οποίες βρίσκονται στην αρχή προτάσεων, ή αυτές που αποτελούν κύρια ονόματα, είτε για κάποιον άλλο λόγο ο συντάκτης του κειμένου έχει επιλέξει να χρησιμοποιήσει κεφαλαίους χαρακτήρες σε ορισμένες λέξεις. Η ύπαρξη τέτοιων όρων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην μοναδικότητα των όρων, που μετέπειτα θα δημιουργήσουν ανωμαλίες κατά την ομαδοποίηση αλλά και την κατανόηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Για το λόγο αυτό και για να αποφύγουμε τα παραπάνω προβλήματα, μετατρέπουμε για κάθε λέξη, όλους τους χαρακτήρες σε πεζούς. Η τεχνική αυτή ονομάζεται **Case-folding** και με την εφαρμογή της, η αναζήτηση στις λέξεις-κλειδιά καθίσταται ανεξάρτητη από τον τρόπο με τον οποίο είναι γραμμένοι οι χαρακτήρες, είτε με κεφαλαίους ή πεζούς χαρακτήρες.

Στη συνέχεια, αφαιρέσαμε όλα τα σημεία στίξης από τον κατάλογο των keywords. Η τεχνική αυτή, ονομάζεται **Punctuation Removal**. Ειδική περίπτωση αποτελούν οι λέξεις που συνδέονται ενδιάμεσα με παύλες (π.χ. high-tech, soft-factors) για τις οποίες επιλέξαμε να τις διατηρήσουμε όπως είναι στο λεξικό. Τέλος, απομένει να αφαιρέσουμε εκ-νέου τους όρους που ενδέχεται να εμφανίζονται περισσότερες από μια φορές. Κάτι τέτοιο συμβαίνει για δυο λόγους.

Ο πρώτος λόγος είναι ως αποτέλεσμα της μετατροπής όλων των χαρακτήρων σε πεζούς, ενδέχεται να προκύψουν πολλαπλές εμφανίσεις των ίδιων λέξεων.

Ο δεύτερος λόγος είναι λόγω της εκτέλεσης του αλγορίθμου του Porter, όπου προέκυψαν νέες διπλό-εγγραφές λέξεων, είτε επειδή υπήρχαν οι λέξεις γραμμένες και σε ενικό αλλά και σε πληθυντικό αριθμό επομένως μετά την αφαίρεση των καταλήξεων είναι πλέον είναι ίδιες (π.χ. city & cities -> city), είτε γιατί αρχικά ήταν ομόρριζες και πλέον είναι ίδιες (social & socialize -> social).

Εν πάση περιπτώσει, μπορούμε εύκολα να αφαιρέσουμε τις ίδιες εμφανίσεις των όρων απλά επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία για την διατήρηση των μοναδικών όρων όπως αναφέρεται στην ενότητα 4.1

Όπως και κατά την φάση της εξαγωγής των λέξεων-κλειδιών από τους ορισμούς που περιγράφεται στην ενότητα 3.3, όπου αφαιρέσαμε τις τετριμμένες λέξεις, χρειάζεται να αφαιρέσουμε

six	should	each	will	up
of	put	not	same	bu
have	(	but	fewer	eight
much	)	see	our	into
they	re	20th	say	triple
without	such	both	come	's
must	on	lot	ever	thousand
most	a	in	million	1861
can	with	three	from	over
more	less	take	seen	abl
be	through	what	taken	five
while	two	ga	how	go
their	these	do	whilst	four
often	get	where	throught	
which	there	them	give	

Σχήμα 4.1: Οι λέξεις οι οποίες αφαιρέθηκαν

τις επιπρόσθετες τετριμμένες λέξεις που μπορεί να προέκυψαν ύστερα από την διαδικασία του stemming (αλγόριθμος του Porter), αλλά και των λοιπών λέξεων που δεν προσδιορίζουν τον ορισμό αυτόν καθ' αυτόν. Για παράδειγμα, οι λέξεις που αφορούν προσδιορισμούς (όπως while, such, these, κ.ά.), οι λέξεις που αποτελούνται από έναν χαρακτήρα (όπως a, κ.ά.), οι λέξεις που αποτελούν συνδέσμους μεταξύ προτάσεων (όπως first, therefore, κ.ά.), οι άλλοι αριθμοί (όπως 1,2, κ.ά.) αλλά και λοιπές αριθμητικές τιμές (όπως χρονολογίες κ.ά.). Συνολικά, αφαιρέθηκαν 73 λέξεις, όπως εμφανίζονται στο σχήμα 4.1.

#### 4.4 Δημιουργία πίνακα διανυσμάτων

Έχοντας ως στόχο την κατηγοριοποίηση των ορισμών με βάση τις λέξεις-κλειδιά, και την αναγνώριση των επιστημονικών περιοχών που χαρακτηρίζουν τις ευφυείς πόλεις, διαπιστώθηκε η ανάγκη για την αποθήκευση των δεδομένων αυτών σε έναν πίνακα όπου θα αντιστοιχίζεται κάθε ορισμός με τις λέξεις-κλειδιά από τις οποίες αποτελείται.

Προκειμένου να συσχετίσουμε τους ορισμούς με τις λέξεις-κλειδιά τους, αποφασίσαμε την δημιουργία προγράμματος, γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού Java, το οποίο θα διεκπεραιώσει τη διαδικασία αντιστοίχισης ορισμών και λέξεων-κλειδιά. Στην περίπτωση που κάποιος αναλάμβανε αυτό το έργο με το χέρι, αυτό θα αποτελούσε μια αρκετά χρονοβόρα διαδικασία κυ-

ρίως λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων. Απορρίψαμε αυτή τη λογική μαζί με το ενδεχόμενο πιθανής δημιουργίας σφαλμάτων, και σχεδιάσαμε μια αυτοματοποιημένη διαδικασία για την διευκόλυνσή της συγκεκριμένης εργασίας. Το πρόγραμμα διαβάζει ως είσοδο το αρχείο με τις λέξεις κλειδιά στην τελική τους μορφή έπειτα από την προεπεξεργασία καθώς και ένα αρχείο που περιέχει τους όρους κάθε ορισμού σε ξεχωριστές γραμμές. Στη συνέχεια το πρόγραμμα διαβάζει τα αρχεία και αφού διαχωρίσει τους όρους κατάλληλα (οι όροι χωρίζονται ενδιάμεσα με κόμμα), αποθηκεύσει τα δεδομένα τους σε πίνακες. Το πρόγραμμα, διατρέχει τους όρους, που περιέχονται στους εκάστοτε ορισμούς και τους συγκρίνει με το σύνολο όλων των λέξεων-κλειδιά (λεξικό). Όταν τα αποτελέσματα της σύγκρισης είναι θετικά, τότε τοποθετείται ο αριθμός 1 στον πίνακα των αποτελεσμάτων.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ένας δισδιάστατος πίνακας (vectors), ο οποίος στην πρώτη διάστασή του περιέχει τους αριθμούς των ορισμών (IDs), ενώ στην δεύτερη αποθηκεύονται οι εμφανίσεις των όρων ανά ορισμό (διανύσματα). Το πρόγραμμα εμφανίζει στην έξοδό του τον συμπληρωμένο πίνακα. Ο πίνακας είναι συνολικών διαστάσεων 133 επί 1062 ονομάζεται πίνακας διανυσμάτων.

```
//Authors: Michalis Delagrammatikas, Antonis Psaltis
package dianysmata;

import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.IOException;
import java.util.Scanner;

public class Dianysmata {
    public static void main(String[] args) throws
        FileNotFoundException, IOException {

        String[] keywords = new String[1062]; //contains
            unique keywords
        String[] orismoi = new String[133]; //each line
            contains keywords per defintion
        int[][] vectors = new int[133][1062];

        //read file which contains all unique keywords after
            Porter's algorithm
        try {
            Scanner file = new Scanner(new File("unique
                keywords porter.txt"));
            int i=0;
            while (file.hasNextLine()) {
                keywords[i] = file.nextLine();
                i++;
            }
            file.close();
        } catch (FileNotFoundException e) {
```

```

        e.printStackTrace(); }

//read file that contains each words per definition
try {
    Scanner file2 = new Scanner(new File("keywords
        per definition.txt"));
    int i1=0, i2=0;
    while (file2.hasNextLine()) {
        orismoi[i2] = file2.nextLine();
        i2++;
    }
    file2.close();
} catch (FileNotFoundException e) {
    e.printStackTrace(); }

//tokenize array orismoi that contain words per line,
    with commas
String[][] tokens = new String[133][300];
int c =0;
for (int j = 0; j<orismoi.length;j++)
tokens[j] = orismoi[j].split(",");

//CREATE DEFINITION VECTORS (words that exist in each
    definition are marked with 1)
for(int i=0;i<tokens.length;i++) {
    c=0;
    while(c<tokens[i].length) {
        for(int j=0;j<keywords.length;j++) {
            if(tokens[i][c].equals(keywords[j]))
                vectors[i][j] = 1;
        }
        c++;
    }
}

//Print Vectors to output
for(int i=0;i<vectors.length;i++) {
    for(int j=0;j<vectors[i].length;j++) {
        System.out.print(vectors[i][j] + " ");
    } System.out.println();
}
} //main
} //class

```

Για την καλύτερη εμφάνιση του, ο πίνακας διανυσμάτων (διαστάσεων 133 επί 1062) αποθηκεύεται στο αρχείο excel με τίτλο **vectors.xlsx**, στο οποίο έχουμε προσθέσει ως επικεφαλίδες τους

αριθμούς των ορισμών (IDs) στην πρώτη στήλη, καθώς και τους όρους στην πρώτη γραμμή με μπλε γράμματα όπως φαίνεται στον πίνακα 4.2:

<b>Διανύσματα ορισμάτων</b>	<b>city</b>	<b>well</b>	<b>perform</b>	<b>characteristics</b>	<b>built</b>	<b>smart</b>
<b>1</b>	1	1	1	1	1	1
<b>2</b>	0	0	0	0	0	0
<b>3</b>	0	0	0	0	0	0
<b>4</b>	1	1	0	0	0	1
<b>5</b>	1	0	0	0	0	0
<b>6</b>	1	0	0	0	0	1
<b>7</b>	1	0	0	0	0	0
<b>8</b>	1	1	0	0	0	1
<b>9</b>	1	0	0	0	0	0
<b>10</b>	0	0	0	0	1	0
<b>11</b>	1	0	0	0	0	0
<b>12</b>	0	0	0	0	0	0
<b>13</b>	0	0	0	0	0	0
<b>14</b>	0	0	0	0	0	0
<b>15</b>	1	0	0	0	0	0
<b>16</b>	0	0	0	0	0	0
<b>17</b>	0	0	0	0	0	0
<b>18</b>	1	0	0	0	0	0
<b>19</b>	0	0	0	0	0	0
<b>20</b>	1	0	0	0	0	0

Πίνακας 4.2: Ενδεικτικό τμήμα του πίνακα διανυσμάτων των ορισμών.

## Κεφάλαιο 5

# Ομαδοποίηση των ορισμών βάσει των λέξεων κλειδιά

Στην συγκεκριμένη ενότητα, παρουσιάζεται ο αλγόριθμος ομαδοποίησης (clustering) και οι διάφορες παράμετροι που τον αποτελούν. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση της ομαδοποίησης και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων από αυτήν, μέσω του δένδρογράμματος. Τέλος, γίνεται αναλυτική περιγραφή των βημάτων που ακολουθήθηκαν την εκτέλεση των προγραμμάτων.

### 5.1 Η έννοια της ομαδοποίησης και ο αλγόριθμος ιεραρχικής ομαδοποίησης

Με την ομαδοποίηση (clustering) περιγράφεται η διαδικασία της συγκέντρωσης ενός συνόλου αντικειμένων σε κατηγορίες/κλάσεις με βάση την ομοιότητά τους. Η ανάλυση δεδομένων σε ομάδες έχει ευρεία εφαρμογή σε διάφορους κλάδους όπως: η έρευνα αγοράς, το μάρκετινγκ, η αναγνώριση προτύπων, η ανάκτηση πληροφορίας, η βιολογία, και η μελέτη γονιδίων. Με τη μέθοδο της ομαδοποίησης, όμοια δεδομένα ανήκουν στην ίδια ομάδα, ενώ δεδομένα από διαφορετικές ομάδες είναι ανόμοια. Επιπλέον, υπάρχουν δύο μορφές ομαδοποίησης, αυτή της ανεπίβλεπτης μάθησης (unsupervised learning) και αυτή της επιβλεπόμενης μάθησης (supervised learning) με πιο κοινή την πρώτη. Κατά την πρώτη μορφή (η οποία θα χρησιμοποιήσουμε), η μάθηση γίνεται από ανεπεξέργαστα δεδομένα, ενώ κατά την δεύτερη, το σύστημα μαθαίνει μέσα από παραδείγματα κατάταξης δεδομένων, τα οποία δίνονται ως είσοδος. Στην συνέχεια γίνεται μια περιγραφή στον αλγόριθμο που επιλέξαμε για την ομαδοποίηση των λέξεων-κλειδιά για τους ορισμούς των ευφών πόλεων καθώς και στα επιμέρους χαρακτηριστικά του.

Ο αλγόριθμος που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί είναι αυτός της Ιεραρχικής Ομαδοποίησης - Hierarchical Agglomerative Clustering [5]. Ο αλγόριθμος αυτός αναζητεί να δημιουργήσει μια ιεραρχία από ομάδες (ή συστάδες). Συγκεκριμένα, αποτελεί μια "bottom up" προσέγγιση, με την έννοια ότι αρχικά κάθε παρατήρηση αποτελεί και μία ομάδα από μόνη της, ενώ σε κάθε στάδιο συνενώνονται σε ζευγάρια, δημιουργώντας με αυτό το τρόπο μία ιεραρχία. Ο χρόνος εκτέλεσης του αλγορίθμου είναι  $O(n^2 \log n)$  γεγονός το οποίο σημαίνει πως ο αλγόριθμος είναι αρκετά αργός για μεγάλα σετ δεδομένων και δημιουργεί την ανάγκη για περιορισμό των διαστάσεων του πίνακα διανυσμάτων (όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 6). Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε στις διαφορές, παραλλαγές του αλγορίθμου καθώς και τις επιμέρους παραμέτρους με βάση τις οποίες μπορεί

να εκτελεστεί.

## 5.2 Μέθοδος ομαδοποίησης – Clustering method

Η πρώτη επιλογή που πρέπει να γίνει είναι ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται οι ομάδες (linkage criteria). Η μέθοδος ομαδοποίησης ή αλλιώς κριτήριο σύνδεσης [6] καθορίζει επηρεάζει το σχηματισμό των ομάδων συνδέοντας ομάδες με βάση είτε την μέγιστη απόσταση μεταξύ στοιχείων μίας ομάδας από μία άλλη (λέγεται και complete-linkage), είτε την ελάχιστη απόσταση μεταξύ στοιχείων δύο ομάδων (λέγεται επίσης single-linkage clustering), είτε τη μέση απόσταση μεταξύ στοιχείων (λέγεται επίσης average-linkage) και τέλος η μέθοδος centroid-linkage όπου η απόσταση μεταξύ δύο ομάδων ορίζεται η απόσταση που ορίζεται από το γεωμετρικό κέντρο μίας ομάδας από μία άλλη. Για την εκτέλεση της ομαδοποίησης σε αυτή την εργασία, έγιναν διάφορες δοκιμές με τις παραπάνω παραμέτρους και τελικά επιλέχθηκε η απόσταση Centroid-linkage καθώς φαίνεται πως παράγει βέλτιστα αποτελέσματα για τα συγκεκριμένα δεδομένα.

## 5.3 Μετρικές απόστασης / ομοιότητας - Η απόσταση City-block

Η επόμενη επιλογή που πρέπει να γίνει είναι το πώς θα οριστεί η ομοιότητα (ή εναλλακτικά, η απόσταση) μεταξύ των ορισμών για τις ευφυείς πόλεις. Μια μετρική ομοιότητας (similarity metric) είναι μια συνάρτηση που υπολογίζει το βαθμό ομοιότητας μεταξύ διανυσμάτων. Για τον υπολογισμό της ομοιότητας των ορισμών υπάρχουν πολλές μετρικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μερικές από τις πιο κοινές για την ιεραρχική ομαδοποίηση είναι: η Ευκλείδεια απόσταση, η απόσταση City-block (ή Manhattan), η ομοιότητα συνημίτονου (cosine similarity), και ο συντελεστής Pearson (Pearson's Coefficient). Για τις ανάγκες αυτής της πτυχιακής, επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε την μετρική απόστασης City-block, τα χαρακτηριστικά της οποίας θα περιγράψουμε παρακάτω.

Η μετρική απόστασης City-block distance, γνωστή και ως απόσταση Manhattan, σχετίζεται με την Ευκλείδεια απόσταση. Όπως η Ευκλείδεια απόσταση, εκφράζει το μήκος της συντομότερης διαδρομής μεταξύ δυο σημείων, έτσι και η απόσταση city-block εκφράζει το άθροισμα των αποστάσεων μεταξύ των επιμέρους διαστάσεων δυο διανυσμάτων προς σύγκριση. Αυτό είναι ισόδυναμο με την απόσταση που πρέπει να διανύσει κάποιος για να πάει από ένα σημείο της πόλης σε ένα άλλο, διασχίζοντας τα “οικοδομικά τετράγωνα” της.

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^m |x_i - y_i| \quad (5.1)$$

## 5.4 Το δενδρόγραμμα

Το δενδρόγραμμα ένα διάγραμμα το οποίο απεικονίζει τις ομαδοποιήσεις σε κάθε στάδιο του αλγορίθμου. Η ανάγνωση του δενδρογράμματος ξεκινά από κάτω προς τα επάνω, στην βάση του δενδρογράμματος εμφανίζονται οι ορισμοί με τη μορφή κουκίδων. Αρχικά, κάθε ορισμός αποτελεί και μια ομάδα, ενώ στην κορυφή όλοι οι ορισμοί ανήκουν σε μία ενιαία ομάδα. Το πιο σημαντικό βήμα της ομαδοποίησης είναι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων μέσω του δενδρογράμματος και γενικά στηρίζεται στα εξής:

- Όσο πιο χαμηλά ενώνονται δυο ορισμοί σε ομάδες, τόσο πιο όμοιες αυτές είναι.



- Για ένα συγκεκριμένο επίπεδο (ύψος), μπορούμε να γνωρίζουμε:

1. *Τον αριθμό των ομάδων που υπάρχουν στο δεδομένο βήμα του αλγορίθμου, όπως επίσης και τα στοιχεία που εμπεριέχονται στις ομάδες αυτές.*

Για ένα δεδομένο ύψος του άξονα  $y$ , διασχίζοντας το δενδρογράμμα οριζόντια και μετρώντας τον αριθμό των γραμμών που τέμνονται, έχουμε τον αριθμό των ομάδων που προκύπτουν. Τώρα, ακολουθώντας αυτές τις γραμμές προς τα κάτω, έχουμε τα “id’s” των στοιχείων που περιέχονται στους clusters.

2. *Το πόσο όμοιες ή ανόμοιες είναι μεταξύ τους, καθώς και ποιες ήταν οι ομαδοποιήσεις των δεδομένων.*

Για παράδειγμα, εάν κατά τη στιγμή στην οποία συγχωνεύτηκαν δύο κλάδοι σε κάποιο cluster, η απόστασή τους ως προς τον άξονα  $y$  ήταν μικρή, τότε πιθανότατα η ομαδοποίηση αυτή δεν είναι και τόσο αξιόπιστη. Από την άλλη πλευρά, εάν υπάρχει μεγάλη διαφορά στον άξονα  $y$  ανάμεσα σε δύο clusters, τότε αυτό φανερώνει πως οι σχηματισμένες ομάδες πιθανότατα απεικονίζουν με μεγάλη ακρίβεια την ιεραρχία των δεδομένων.

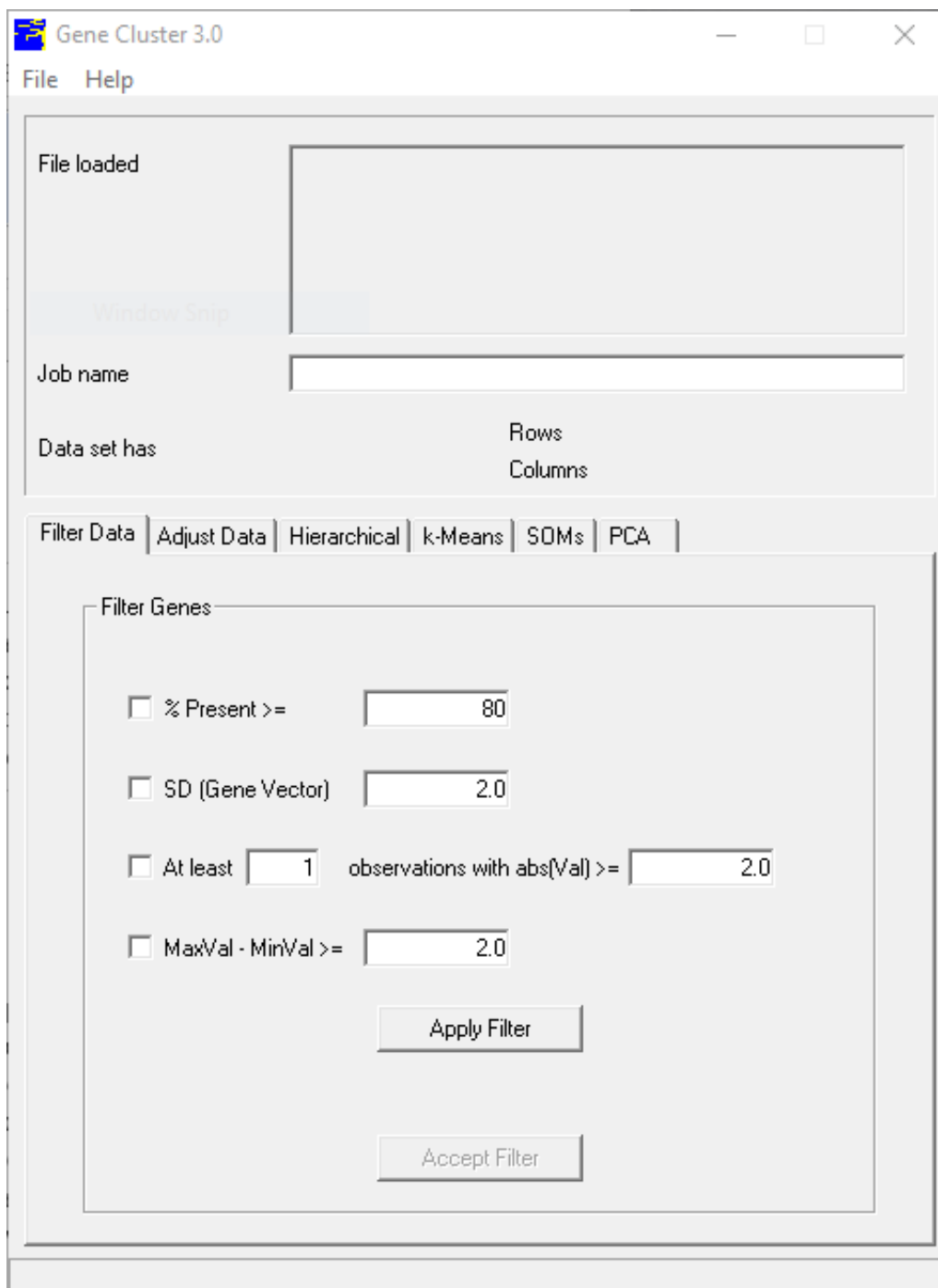
## 5.5 Το λογισμικό

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, προτιμήθηκε η χρήση υπάρχουσας υλοποίησης αλγορίθμου ιεραρχικής ομαδοποίησης, μέσω του λογισμικού ανοικτού κώδικα Cluster 3.0 [7]. Το πρόγραμμα αυτό έχει προκύψει από συνεργασία διαφόρων πανεπιστημιακών οργανισμών και επιλέχθηκε καθώς υποστηρίζει γραφικό περιβάλλον και διαφορετικά λειτουργικά συστήματα, ενώ υποστηρίζει απεικόνιση των αποτελεσμάτων σε μορφή δενδρογράμματος. Για την τελευταία, απαραίτητη είναι η χρήση της εφαρμογής Java Tree View [8] (επίσης open source) με την οποία είναι συμβατή το πρόγραμμα Cluster 3.0 και πέρα από τη σχεδίαση του δενδρογράμματος, υποστηρίζει λειτουργίες όπως αναζήτηση στοιχείων μίας ομάδας, παραμετροποίηση εμφάνισης των ομάδων, κ.ά. Παρακάτω, γίνεται αναφορά στα βήματα εκτέλεσης της ομαδοποίησης, με χρήση των παραπάνω προγραμμάτων, από την επιλογή παραμέτρων, την εκτέλεση του αλγορίθμου, μέχρι και την εμφάνιση του δενδρογράμματος.

### 5.5.1 Το πρόγραμμα Cluster 3.0

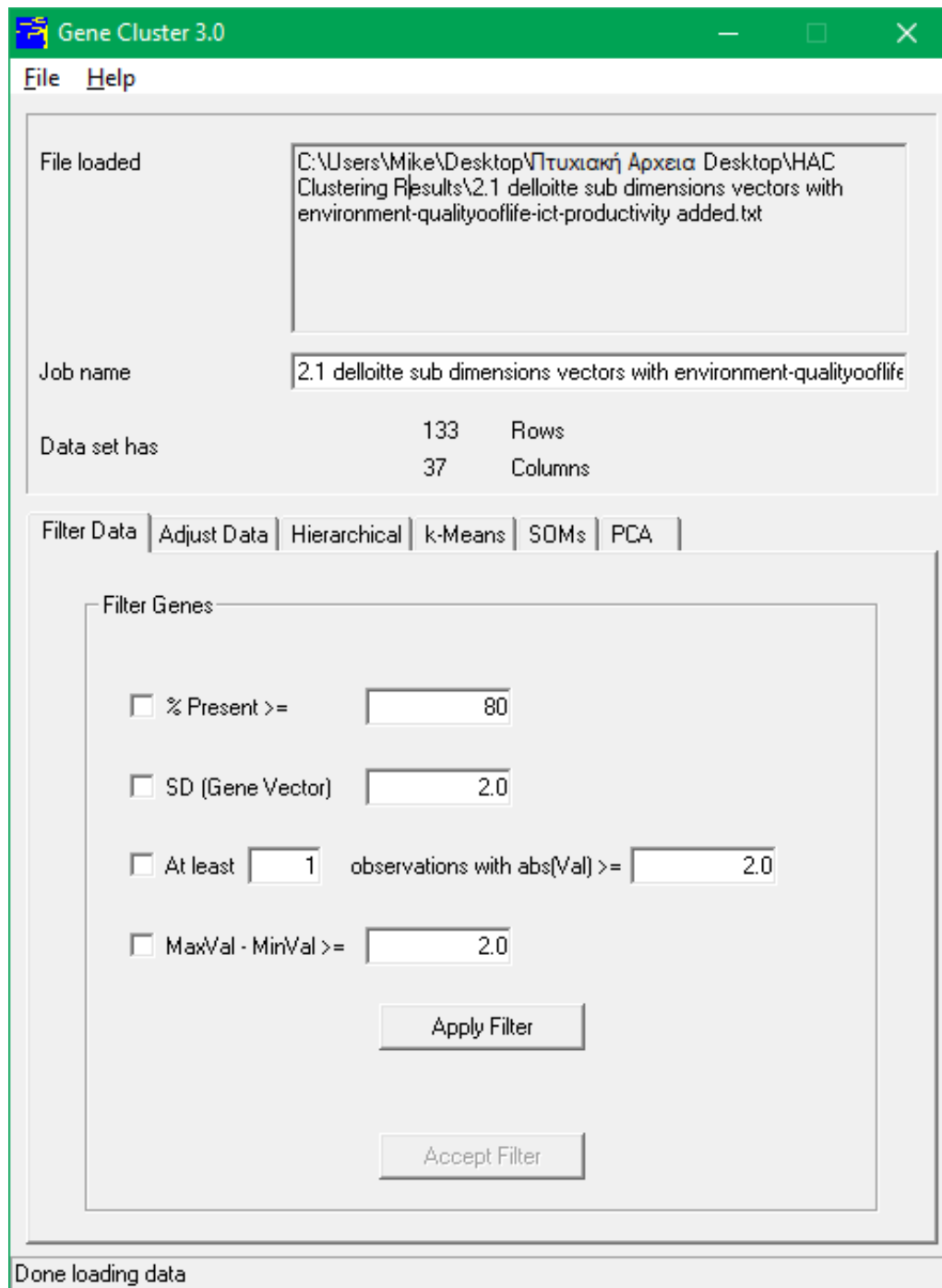
Για την εκτέλεση της ομαδοποίησης, χρησιμοποιώντας το Cluster 3.0 ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Ανοίγουμε το πρόγραμμα Cluster 3.0



Σχήμα 5.1: Η αρχική οθόνη του προγράμματος Cluster 3.0

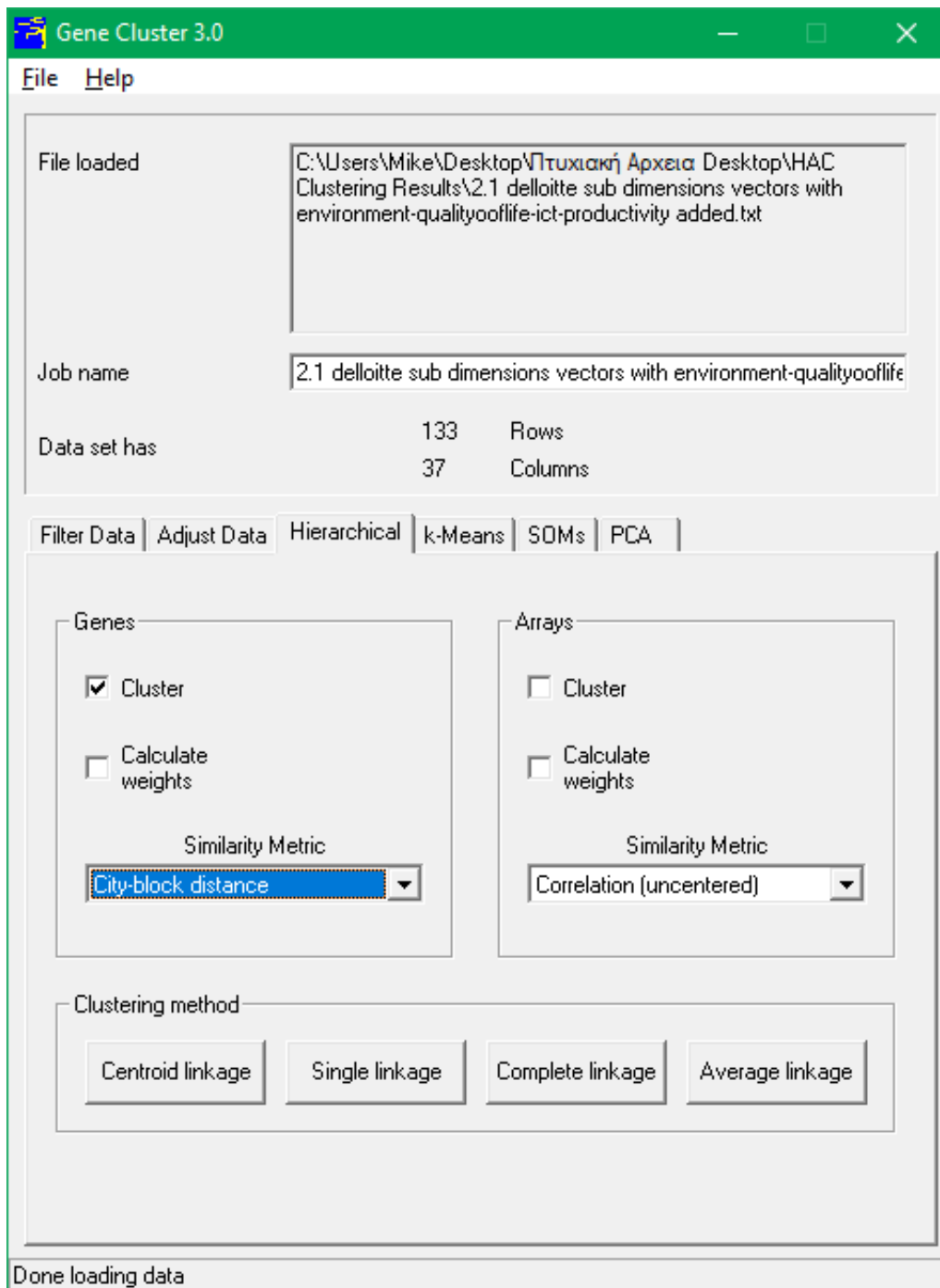
2. Φορτώνουμε το κατάλληλα διαμορφωμένο αρχείο με το πίνακα διανυσμάτων για τον οποίο θα εκτελεστεί η ομαδοποίηση.
3. Επιβεβαιώνουμε ότι το αρχείο φορτώθηκε επιτυχώς καθώς και ότι ο αριθμός γραμμών και στηλών που ανέγνωσε το πρόγραμμα είναι ο σωστός με βάση το αρχείο μας.



Σχήμα 5.2: Το πρόγραμμα έπειτα από την επιτυχής φόρτωση του πίνακα διανυσμάτων

4. Στο πεδίο Job name γράφουμε το όνομα που επιθυμούμε για το αρχείο που θα παραχθεί με τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης (Τα αρχεία που προκύπτουν βρίσκονται στο ίδιο directory με το φορτωμένο αρχείο του πίνακα διανυσμάτων).
5. Επιλέγουμε την καρτέλα **"Hierarchical"**. Παρατηρούμε τις επιλογές που δίνονται και επιλέγουμε στην πλευρά "Genes" την επιλογή "Cluster".
6. Επιλέγουμε επίσης την μετρική ομοιότητας/απόστασης που επιθυμούμε (City-block σύμφωνα με την ενότητα 5.3), από το drop down menu "Similarity Metric"

7. Τέλος, επιλέγουμε την μέθοδο ομαδοποίησης (ενότητα 5.2) - η οποία είναι η "Centroid linkage" για την συγκεκριμένη εργασία.



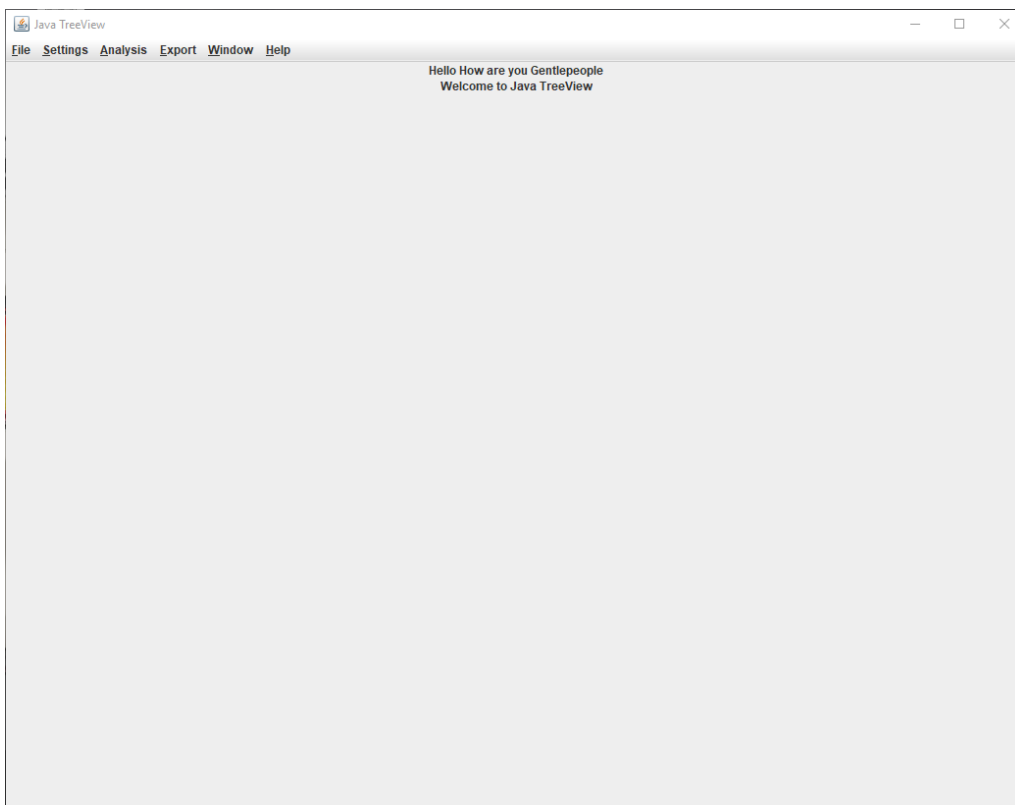
Σχήμα 5.3: Το πρόγραμμα ύστερα από την επιλογή των παραμέτρων

8. Μόλις γίνουν τα παραπάνω, παρατηρούμε πως έχουν δημιουργηθεί κάποια νέα αρχεία. Αυτά περιέχουν τα δεδομένα της ομαδοποίησης, σε μορφή όμως που δύσκολα μπορεί κανείς να τα μελετήσει. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε την εφαρμογή **Java Tree View**, η οποία θα αναλάβει να μετατρέψει τα δεδομένα σε μορφή δενδρογράμματος.

## 5.5.2 Η εφαρμογή Java Tree View

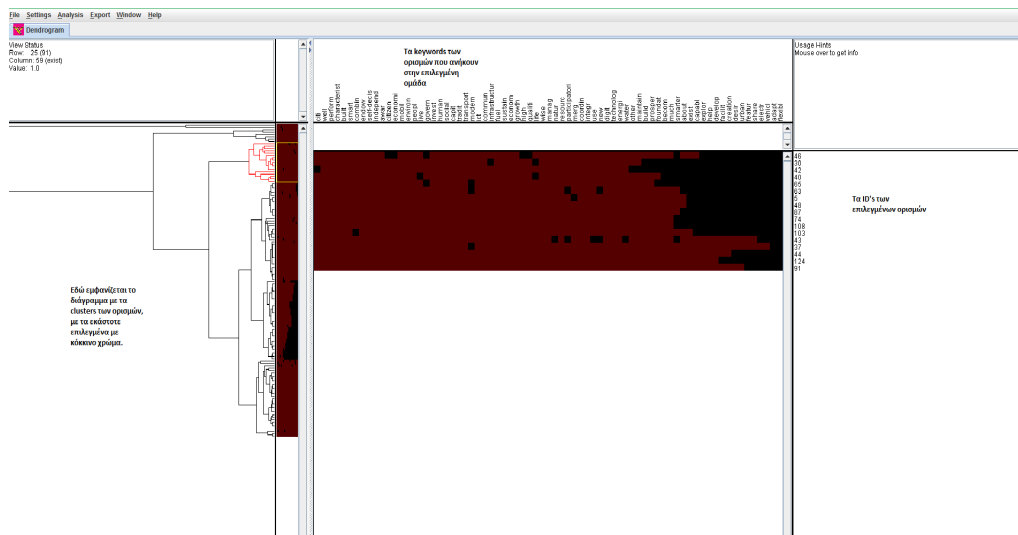
Για την φόρτωση των αποτελεσμάτων της ομαδοποίησης και την εμφάνισή τους σε δενδρόγραμμα, με σκοπό την μελέτη τους και την εξαγωγή συμπερασμάτων, ακολουθήσαμε τα παρακάτω βήματα:

### 1. Εκτελούμε την εφαρμογή Java Tree View



Σχήμα 5.4: Η αρχική οθόνη του Java Tree View

2. Φορτώνουμε το αρχείο επιλέγοντας File>Open με το όνομα που επιλέξαμε κατά το βήμα 4 προηγουμένως (με κατάληξη **.cdt**) που δημιουργήθηκε από το Cluster 3.0 σύμφωνα με τα προηγούμενα βήματα.
3. Μόλις φορτωθεί το αρχείο, βλέπουμε να εμφανίζεται το δενδρόγραμμα (σε κατακόρυφο προσανατολισμό) στο κέντρο και αριστερά της οθόνης. Το διάγραμμα εμφανίζει όλα τα clusters με τους αντίστοιχους ορισμούς τους.



Σχήμα 5.5: Μόλις φορτωθεί το αρχείο, το πρόγραμμα εμφανίζει το δένδρογραμμα μαζί με άλλες πληροφορίες

4. Στη συνέχεια, μπορούμε να επιλέξουμε σε πόσες ομάδες να χωρίσουμε τους ορισμούς ανάλογα με τα δικά μας κριτήρια που επιθυμούμε. Για να γίνει αυτό απλά κάνουμε ένα κλικ επάνω στην ομάδα που θέλουμε.
5. Η επιλεγμένη ομάδα, εμφανίζεται με κόκκινο χρώμα, ενώ στην επάνω πλευρά της οθόνης, αναγράφονται οι λέξεις-κλειδιά που ανήκουν σε αυτή την ομάδα.
6. Στην δεξιά πλευρά της οθόνης, εμφανίζονται οι αριθμοί των ορισμών που αποτελούν την επιλεγμένη ομάδα.
7. Επαναλαμβάνοντας τα παραπάνω, στο τέλος αυτής της διαδικασίας προκύπτουν όλες οι ομάδες των ορισμών.

## 5.6 Πίνακες διανυσμάτων για διαστάσεις και υπό-διαστάσεις

Έχοντας ως στόχο την ομαδοποίηση των ορισμών σε κατηγορίες και την ταξινόμηση αυτών σε επιστημονικές περιοχές, αντιληφθήκαμε ότι η ομαδοποίηση χρησιμοποιώντας το μοντέλο του πίνακα διανυσμάτων με τις 1062 λέξεις κλειδιά δεν είναι το πλέον αποδοτικό. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι ο αλγόριθμος της ιεραρχικής ομαδοποίησης έχει μεγάλο χρόνο εκτέλεσης, συνεπώς η εκτέλεση του, χρησιμοποιώντας τον πίνακα διανυσμάτων 134 ορισμών επί 1062 διαστάσεων, θα είχε αβέβαια αποτελέσματα, (4.2 πίνακας διανυσμάτων), αποφασίσαμε να περιορίσουμε τον αριθμό τους, αντιστοιχίζοντας μία-μία τις 1062 λέξεις-κλειδιά σε κατηγορίες. Οι κατηγορίες στις οποίες βασιστήκαμε, με τη σειρά τους αντικατέστησαν τις διαστάσεις του πίνακα διανυσμάτων. Η αντικατάσταση έγινε σε δύο στάδια, χρησιμοποιώντας τον πίνακα [9] της αναφοράς του οργανισμού “Deloitte Monitor” με τίτλο “*Smart cities... Not just the sum of its parts*”. Ο πίνακας αυτός αποτελείται από τα πεδία dimensions και sub dimensions όπως φαίνεται στο πίνακα 5.6 και η αντιστοίχιση των λέξεων κλειδιά στα δύο πεδία αντίστοιχα έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία δύο πινάκων διανυσμάτων με μόνο 6 διαστάσεις (με βάση το πεδίο “Dimension”), καθώς και 37 διαστάσεις (με βάση το πεδίο “Sub-dimension”) του πίνακα.

Περιορισμοί κατά τη δημιουργία των δύο πινάκων διανυσμάτων: Σε αυτό το σημείο αναφέρονται δύο περιορισμοί οι οποίοι θεωρήσαμε αναγκαίο να τηρήσουμε.

1. Εκτελούμε την εφαρμογή Java Tree View. Μια λέξη μπορεί να ανήκει το πολύ σε μία κατηγορία.
2. Επειδή κάποιες λέξεις (όπως environment, sustain, quality, life, eco, bioregion, liveabl, recycl, ecosystem, ict) είναι ταυτόσημες με την ίδια τη διάσταση του πίνακα και δεν μπορούν να αντιστοιχιστούν σε μία μόνο υπό-κατηγορία, αποφασίστηκε τέτοιες λέξεις να αντιστοιχίζονται σε όλες τις υπό-διαστάσεις της διάστασης στην οποία ανήκουν.

Τέλος, έχοντας ολοκληρώσει με τους πίνακες διανυσμάτων, απομένει να εκτελέσουμε την ομαδοποίηση μία φορά για κάθε πίνακα και να μελετήσουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτές όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο [6](#).

Dimension	Sub-dimension
Information and communication technology	Network and access
	Services and information platforms
	Information security and privacy
	Electromagnetic field
Environmental sustainability	Air quality
	CO <sub>2</sub> emissions
	Energy
	Indoor pollution
	Water, soil and noise
Productivity	Capital investment
	Employment
	Inflation
	Trade
	Savings
	Export/Import
	Household income/consumption
	Innovation
	Knowledge economy
Quality of life	Education
	Health
	Safety/security public place
	Convenience and comfort
Equity and social inclusion	Inequity of income/consumption (Gini coefficient)
	Social and gender inequity of access to services and infrastructure
	Openness and public participation
	Governance
Physical Infrastructure	Infrastructure/connection to services – piped water
	Infrastructure/connection to services – sewage
	Infrastructure/connection to services – electricity
	Infrastructure/connection to services – waste management
	Connection to services – knowledge infrastructure
	Infrastructure/connection to services – health infrastructure
	Infrastructure/connection to services – transport
	Infrastructure/connection to services – road infrastructure
	Housing – building materials
	Housing – living space
	Building

Σχήμα 5.6: Ο πίνακας του οργανισμού Deloitte [9] με τα πεδία “Dimension” και “Sub-dimension”



## Κεφάλαιο 6

# Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Σε αυτό το σημείο, έχουμε εκτελέσει τον αλγόριθμο ιεραρχικής ομαδοποίησης για τους ορισμούς και για τις δύο περιπτώσεις των διαστάσεων και των υπο-διαστάσεων που χαρακτηρίζουν τις ευφυείς πόλεις. Στην ενότητα που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε ομάδα ξεχωριστά. Η διάκριση των ομάδων γίνεται μέσω του δένδρογράμματος που προκύπτει από την ομαδοποίηση, ενώ η ανάλυση των στοιχείων τους, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια πινάκων με τα αποτελέσματα κάθε ομάδας. Ακολουθώς, αναγνωρίζονται ειδικές περιπτώσεις για κάθε ομάδα ορισμών, μέσα στις οποίες όλα τα μέλη μιας ομάδας τείνουν να καταλήξουν ομόφωνα (κάνοντας αναφορά ή όχι) σε συγκεκριμένες επιστημονικές περιοχές ή προεκτάσεις για τις ευφυείς πόλεις.

### 6.1 Ομαδοποίηση ορισμών, με βάση τις διαστάσεις - dimensions

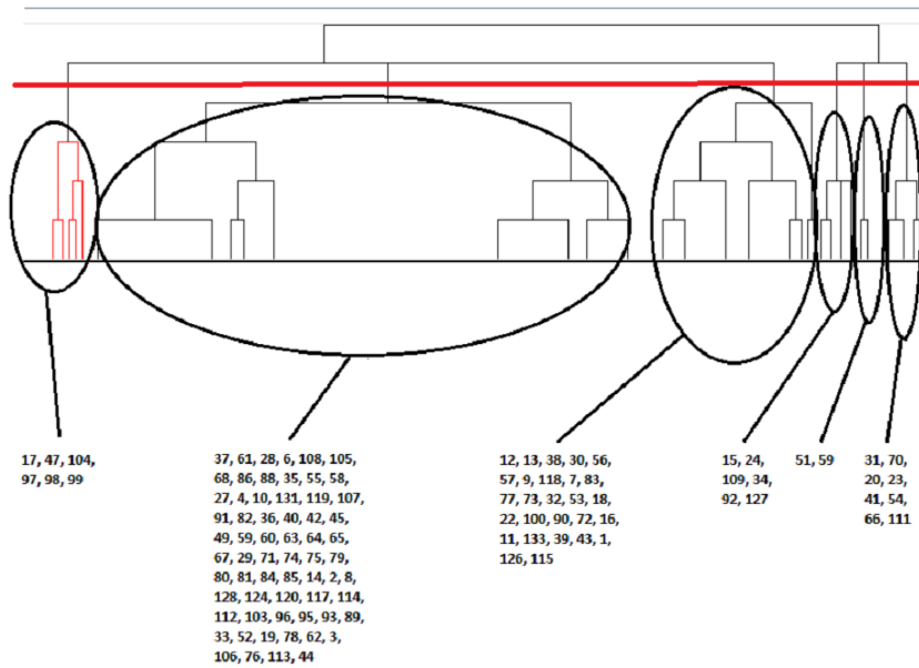
Αρχικά, για την προβολή των αποτελεσμάτων της ομαδοποίησης σε γραφική μορφή, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Java Tree View [8], η λειτουργία της οποίας περιγράφεται στην ενότητα 5.5.2. Η επιλογή των ομαδοποιήσεων, έγινε με βάση τα κριτήρια της ενότητας 5.4. Έπειτα, στο σχήμα 6.1, υπάρχουν σημειωμένα, το ύψος μέχρι το οποίο διακρίναμε τις ομάδες καθώς και οι επιμέρους ομάδες, με στόχο την καλύτερη εμφάνισή και αναγνωρίσή τους. Γενικά για την ομαδοποίηση αυτή, διακρίνουμε έξι διαφορετικές ομάδες, με διαφορετικό πλήθος στοιχείων τους. Στη συνέχεια, θα δούμε τα αποτελέσματα κάθε ομάδας ξεχωριστά.

#### 6.1.1 Cluster 1 - Environmental Sustainability

Η πρώτη ομάδα περιέχει έξι ορισμούς όπως φαίνεται στο σχήμα 6.1. Για την ομάδα αυτή, παρατηρούμε ότι όλα τα μέλη της εστιάζουν στην Περιβαλλοντική διάσταση (Environmental sustainability). Από τον πίνακα 6.1, μπορούμε επίσης να διαπιστώσουμε ότι κανένας ορισμός δεν αναφέρεται στη διάσταση της Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών (Information and communication technology) καθώς και σε εκείνη της Ισότητας (Equity and social inclusion).

Ολοκληρώνοντας, η διαπίστωση ότι τέσσερις από τους έξι ορισμούς αναφέρονται στις υπόλοιπες διαστάσεις (Productivity, Quality of life, Physical Infrastructure), θα μπορούσε να ληφθεί υπόψιν και να ερμηνευτεί ως εξής:

Η ομάδα αυτή, αναφέρεται στους περισσότερους τομείς των ευφυών πόλεων, με ιδιαίτερη έμφαση στη διάσταση του Περιβάλλοντος, ενώ αποφεύγει να αναφερθεί σε αυτές του Information



Σχήμα 6.1: Το δενδρόγραμμα της ομαδοποίησης για τις 6 διαστάσεις

Cluster 1						
definition	Information and communication technology	Environmental sustainability	Productivity	Quality of life	Equity and social inclusion	Physical infrastructure
17	0	1	0	1	0	1
47	0	1	0	1	0	0
97	0	1	1	1	0	1
98	0	1	1	0	0	1
99	0	1	1	0	0	1
104	0	1	1	1	0	0

Πίνακας 6.1: Ομάδα 1 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις διαστάσεις

and communication technology και του Equity and social inclusion.

### 6.1.2 Cluster 2 - Productivity and Physical infrastructure

Η δεύτερη ομάδα, η οποία αποτελεί και τη μεγαλύτερη ομάδα ορισμών (με 63 ορισμούς), απαρτίζεται από ορισμούς που χωρίς εξαίρεση αναφέρονται στους τομείς της Παραγωγικότητας (Productivity) και των Υποδομών (Physical Infrastructure). Όμως, κοιτώντας κανείς τα δεδομένα των υπολοίπων κατηγοριών αυτής της ομάδας παρατηρεί ότι η πλειοψηφία των ορισμών κάνει αναφορά και σε αυτές τις κατηγορίες, σύμφωνα με τον πίνακα της ομάδας 2 6.2.

Επομένως, πρόκειται για μία ομάδα από ορισμούς, οι οποίοι αναφέρονται (στην πλειονότητά τους) στις ίδιες διαστάσεις και μάλιστα στις περισσότερες από αυτές. Αυτό σημαίνει ότι, τέτοιοι ορισμοί αναφέρονται σε ολόκληρο σχεδόν το επιστημονικό φάσμα που προσδιορίζει τις ευφυείς πόλεις.

Συνοψίζοντας, το γεγονός αυτό επαληθεύει τη σκέψη ότι οι ευρείες και πιο γενικές προσεγγίσεις για την περιγραφή του όρου "ευφυής πόλη", είναι περισσότερες σε αριθμό από τις πιο συγκεκριμένες και εξειδικευμένες κατηγορίες ορισμών (για παράδειγμα οι ορισμοί της Ομάδας 5, πίνακας 6.6 που εστιάζουν σχεδόν αποκλειστικά στην Πληροφορική και τις Τηλεπικοινωνίες), κάτι το οποίο παρατηρήσαμε πριν από την ομαδοποίηση κατά το στάδιο της συλλογής και μελέτης των ορισμών.

### 6.1.3 Cluster 3 - Physical Infrastructure, Equity and social inclusion, Environmental sustainability

Στην περίπτωση της τρίτης ομάδας (πίνακας 6.4), όλοι ανεξαιρέτως οι ορισμοί αναφέρονται στον τομέα των Υποδομών της πόλης (Physical Infrastructure). Παράλληλα, σχεδόν όλα τα μέλη (με μοναδική εξαίρεση αυτή του ορισμού 38), αναφέρονται στο τομέα του Equity and social inclusion. Αντίστοιχα, δεν μπορούμε να παραλείψουμε την περίπτωση του τομέα του Περιβάλλοντος και τη διατήρησής του (Environmental sustainability) όπου γίνεται αναφορά του σε όλους τους ορισμούς με εξαίρεση τα μέλη 12 και 13 της ομάδας. Τέλος, για τις υπόλοιπες διαστάσεις (Information and communication technology, Productivity Quality of life), τα δεδομένα είναι ανάμεικτα και δεν μπορούν να μας οδηγήσουν σε κάποια συγκεκριμένη παρατήρηση με ασφάλεια.

Cluster 2						
definition	Information and communication technology	Environmental sustainability	Productivity	Quality of life	Equity and social inclusion	Physical infrastructure
2	1	1	1	1	1	1
3	1	0	1	0	0	1
4	0	1	1	1	1	1
6	1	0	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
10	0	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	0	1
27	0	1	1	1	1	1
28	1	0	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	0	1
35	0	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1
37	1	0	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	0	1	1
45	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	0	1
55	0	1	1	1	1	1
58	0	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1
61	1	0	1	1	1	1
62	1	1	1	1	0	1
63	1	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1	1
65	1	1	1	1	1	1
67	1	1	1	1	1	1

Πίνακας 6.2: Ομάδα 2 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις διαστάσεις - Μέρος 1

68	1	0	1	1	1	1
71	1	1	1	1	1	1
74	1	1	1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1
76	1	1	1	0	0	1
78	1	1	1	1	0	1
79	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	1
81	1	1	1	1	1	1
82	0	1	1	1	1	1
84	1	1	1	1	1	1
85	1	1	1	1	1	1
86	0	0	1	1	1	1
88	0	0	1	1	1	1
89	1	1	1	1	1	1
91	0	1	1	1	1	1
93	1	1	1	1	1	1
95	1	1	1	1	1	1
96	1	1	1	1	1	1
103	1	1	1	1	1	1
106	1	0	1	0	0	1
107	0	1	1	1	1	1
108	1	0	1	1	1	1
112	1	1	1	1	1	1
113	1	1	1	0	0	1
114	1	1	1	1	1	1
117	1	1	1	1	1	1
119	0	1	1	1	1	1
120	1	1	1	1	1	1
124	1	1	1	1	1	1
128	1	1	1	1	1	1
131	0	1	1	1	1	1

Πίνακας 6.3: Ομάδα 2 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις διαστάσεις - Μέρος 2

Cluster 3						
definition	Information and communication technology	Environmental sustainability	Productivity	Quality of life	Equity and social inclusion	Physical infrastructure
1	0	1	0	0	1	1
7	1	1	0	1	1	1
9	1	1	0	0	1	1
11	0	1	0	1	1	1
12	0	0	0	1	1	1
13	0	0	0	0	1	1
16	0	1	0	1	1	1
18	0	1	1	0	1	1
22	0	1	1	0	1	1
30	1	1	0	0	1	1
32	0	1	1	0	1	1
38	1	1	0	0	0	1
39	0	1	0	0	1	1
43	0	1	0	0	1	1
53	0	1	1	0	1	1
56	1	1	0	0	1	1
57	1	1	0	0	1	1
72	0	1	1	0	1	1
73	1	1	0	1	1	1
77	1	1	0	1	1	1
83	1	1	0	1	1	1
90	0	1	1	0	1	1
100	0	1	1	0	1	1
115	0	1	0	0	1	1
118	1	1	0	0	1	1
126	0	1	0	0	1	1
133	0	1	0	1	1	1

Πίνακας 6.4: Ομάδα 3 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις διαστάσεις

Cluster 4						
definition	Information and communication technology	Environmental sustainability	Productivity	Quality of life	Equity and social inclusion	Physical infrastructure
15	0	1	1	1	1	0
24	0	1	1	1	1	0
34	1	1	1	1	1	0
92	1	1	1	1	1	0
109	1	0	1	1	1	0
127	1	1	1	1	0	0

Πίνακας 6.5: Ομάδα 4 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις διαστάσεις

Cluster 5						
definition	Information and communication technology	Environmental sustainability	Productivity	Quality of life	Equity and social inclusion	Physical infrastructure
51	1	1	0	0	0	0
69	1	0	0	0	0	0

Πίνακας 6.6: Ομάδα 5 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις διαστάσεις

#### 6.1.4 Cluster 4 - Productivity, Quality of life and Environmental sustainability

Για την τέταρτη ομάδα του πίνακα 6.5, παρατηρούμε ότι όλοι οι ορισμοί κάνουν αναφορά στην Παραγωγικότητα (Productivity) και την Ποιότητα ζωής (Quality of life), ενώ σχεδόν όλοι κάνουν λόγο για την Περιβαλλοντική διάσταση και τη διατήρηση αυτού (Environmental sustainability), όπως και για τη Equity and social inclusion.

Από την άλλη πλευρά, κανένας ορισμός αυτής της ομάδας, δεν αναφέρεται στον τομέα των Υποδομών της πόλης (Physical Infrastructure).

#### 6.1.5 Cluster 5 - Information and Communication Technology

Η πέμπτη ομάδα περιλαμβάνει δύο μόνο ορισμούς, όπως φαίνεται στον πίνακα 6.6. Για αυτούς τους ορισμούς, παρατηρείται ότι και οι δύο αναφέρονται στον τομέα της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών (ICT) ενώ ταυτόχρονα, κανένας δεν εμφανίζεται να αναφέρεται στις 4 τελευταίες διαστάσεις των ευφυών πόλεων, την Παραγωγικότητα (Productivity), την Ποιότητα ζωής (Quality of life), την Ισότητα και την κοινωνική συμπερίληψη (Equity and social inclusion), καθώς και τον ευρύτερο τομέα των Υποδομών της πόλης (Physical Infrastructure). Επομένως, καταλήγουμε με την παρατήρηση ότι η ομάδα αυτή των ορισμών επικεντρώνεται στην επιστήμη της **Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών** ως την κυριότερη διάσταση των ευφυών πόλεων.

Cluster 6						
definition	Information and communication technology	Environmental sustainability	Productivity	Quality of life	Equity and social inclusion	Physical infrastructure
23	0	0	1	0	1	1
31	1	0	1	0	1	0
41	1	0	1	0	1	1
54	1	0	1	0	1	1
66	1	0	1	0	1	1
70	0	0	1	0	1	0
111	1	0	1	0	1	1

Πίνακας 6.7: Ομάδα 6 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις διαστάσεις

### 6.1.6 Cluster 6 - Productivity and Equity and Social inclusion

Η έκτη και τελευταία ομάδα αποτελείται από έξι ορισμούς (πίνακας 6.7). Συγκεκριμένα, όλοι οι ορισμοί που ανήκουν σε αυτή την ομάδα, κάνουν λόγο για την Παραγωγική διάσταση (Productivity) των ευφυών πόλεων (η οποία περιλαμβάνει τις Επενδύσεις κεφαλαίου - Capital investment, την Εργασιακή απασχόληση - Employment, το Εμπόριο - Trade, εισαγωγές/εξαγωγές, το εισόδημα και την κατανάλωση σε οικιακό επίπεδο - Household income/consumption, την καινοτομία - innovation και την οικονομία της γνώσης - Knowledge economy). Επιπλέον, γίνεται αναφορά στην διάσταση της Ισότητας και της κοινωνικής συμπερίληψης (Equity and social inclusion) από όλους τους ορισμούς αυτής της ομάδας.

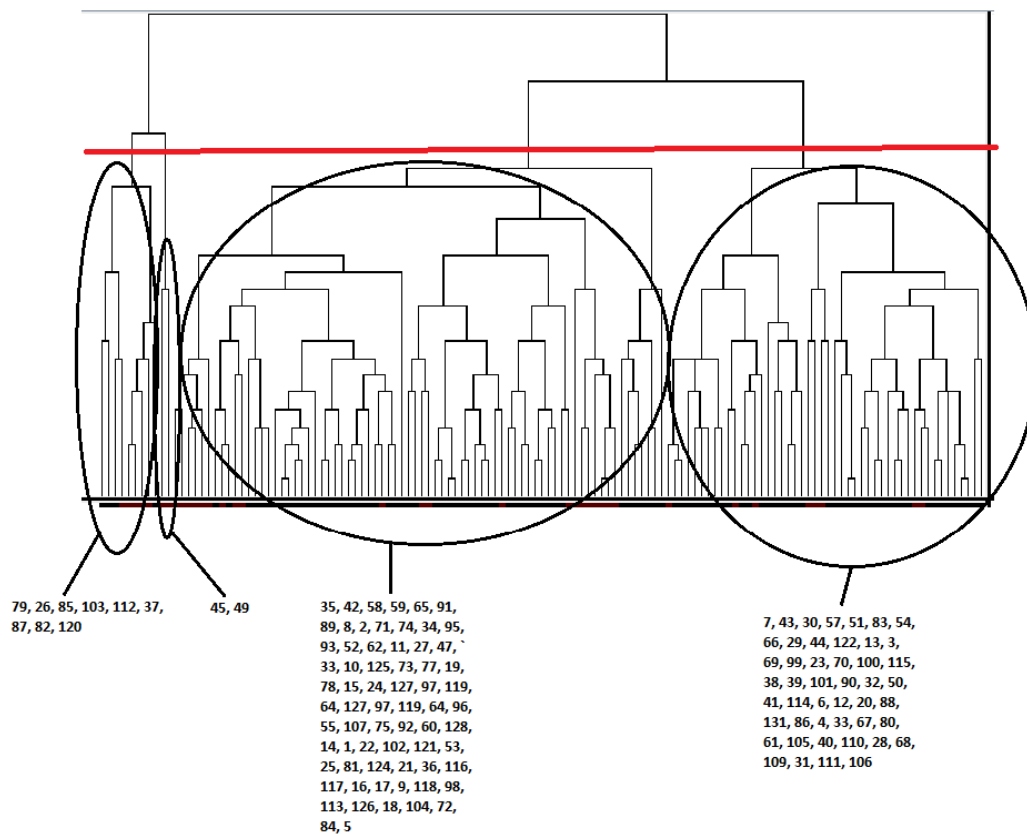
Από την άλλη πλευρά, η πλειοψηφία των ορισμών, δεν αναφέρονται καθόλου στην διάσταση του Environmental Sustainability όπως επίσης και στη διάσταση του Quality of life. Τέλος, μελετώντας κανείς τις υπόλοιπες δύο διαστάσεις των ορισμών (Information and communication technology και Physical Infrastructure), παρατηρεί πως σχεδόν οι μισοί ορισμοί αναφέρονται σε αυτές τις διαστάσεις, με κάποιους από αυτούς να αναφέρονται είτε στην πρώτη, είτε στην δεύτερη διάσταση, ενώ άλλους να αναφέρονται και στις δύο. Επομένως, για αυτές τις περιπτώσεις δεν μπορούμε ξεκάθαρα να διατυπώσουμε κάποιο πρότυπο που να μπορεί να οδηγήσει σε κάποιο συμπέρασμα με ασφάλεια.

Συνοψίζοντας, για την τελευταία ομάδα ορισμών, μπορούμε να πούμε πως επικεντρώνονται στην διάσταση του **Productivity** και του **Equity and social inclusion**, ενώ δεν θεωρεί αξιοσημείωτες τις κατηγορίες του Environmental sustainability καθώς και του Quality of life.

## 6.2 Ομαδοποίηση ορισμών με βάση τις υπό-διαστάσεις

Όπως και στην περίπτωση της ομαδοποίησης με βάση τις διαστάσεις στην ενότητα 6.1, έτσι και εδώ η προβολή των αποτελεσμάτων της ομαδοποίησης έγινε μέσω της εφαρμογής **”Ref Java Tree View” της ενότητας ...**. Η επιλογή των ομάδων όπως και του πλήθους τους, έγινε με βάση τα **κριτήρια της ενότητας...το δένδrogramma**. Έπειτα, στο σχήμα 6.2, υπάρχουν σημειωμένα, το ύψος στο οποίο διακρίναμε τις ομάδες καθώς και οι επιμέρους ομάδες, με στόχο την καλύτερη εμφάνισή και αναγνώρισή τους. Γενικά για την ομαδοποίηση αυτή, διακρίνουμε τέσσερις διαφο-





Σχήμα 6.2: Το δένδrogramma της ομαδοποίησης για τις 37 υπό-διαστάσεις

ρετικές ομάδες, με δύο από αυτές να συγκεντρώνουν την πλειονότητα των ορισμών ως μέλη τους. Στη συνέχεια, θα δούμε τα αποτελέσματα για κάθε ομάδα ξεχωριστά.

Γενικά για αυτή την ομαδοποίηση, παρατηρήθηκε πως για συγκεκριμένες υπό-διαστάσεις γίνεται ελάχιστη αναφορά από τους ορισμούς όλων των ομάδων. Μερικές από τις πιο εμφανείς περιπτώσεις των παραπάνω είναι: η infrastructure/connection to services - sewage για την οποία δεν γίνεται αναφορά από κανέναν ορισμό, η υπό-διάσταση του inequity of income/consumption (Gini coefficient) στην οποία γίνεται αναφορά μόνο από έναν ορισμό, και η τρίτη αυτή του electromagnetic field. Αυτή η παρατήρηση οφείλεται στο γεγονός ότι οι αυτές οι κατηγορίες είναι αρκετά εξειδικευμένες και αφορούν μια πολύ συγκεκριμένη επιστημονική περιοχή όπως αυτή των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, ή αυτή του συντελεστή Gini (ο οποίος αποτελεί στατιστικό δείκτη κατανομής του εισοδήματος μιας χώρας), ενώ ακριβώς επειδή είναι ελάχιστες σε αριθμό δεν επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης.

Σε αυτό το σημείο, επισημαίνεται ότι για τους πίνακες των ομάδων και λόγω του μεγάλου αριθμού των υπό-διαστάσεων, οι υπό-διαστάσεις έχουν αντικατασταθεί με αριθμούς, σύμφωνα με την αντιστοίχιση του πίνακα 6.8

<b>Number</b>	<b>Sub dimension</b>
1	Network and access
2	Services and information platforms
3	Information security and privacy
4	Electromagnetic field
5	Air quality
6	CO2 emissions
7	Energy
8	Indoor pollution
9	Water, soil and noise
10	Capital investment
11	Employment
12	Inflation
13	Trade
14	Savings
15	Export/import
16	Household income/consumption
17	Innovation
18	Knowledge economy
19	Education
20	Health
21	Safety/security public place
22	Convenience and comfort
23	Inequity of income/consumption (Gini coefficient)
24	Social and gender inequity of access to services and infrastructure
25	Openness and public participation
26	Governance
27	Infrastructure/connection to services – piped water
28	Infrastructure/connection to services – sewage
29	Infrastructure/connection to services – electricity
30	Infrastructure/connection to services – waste management
31	Infrastructure/connection to services – knowledge infrastructure
32	Infrastructure/connection to services – health infrastructure
33	Infrastructure/connection to services – transport
34	Infrastructure/connection to services – road infrastructure
35	Housing – building materials
36	Housing – living space
37	Building

Πίνακας 6.8: Η αντιστοίχιση υπό-διαστάσεων σε αριθμούς

Cluster 1																																								
definition	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
37	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	
79	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
82	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
87	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
103	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
112	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
120	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Πίνακας 6.9: Ομάδα 1 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις υπο-διαστάσεις

### 6.2.1 Cluster 1 - Productivity καθώς και οι υπό-διαστάσεις της

Η πρώτη ομάδα που διακρίνουμε στο δενδρόγραμμα της ομαδοποίησης (σχήμα 6.2) αποτελείται από τους ορισμούς 79, 26, 85, 103, 112, 37, 87 και 120. Σε αυτή την ομάδα (πίνακας 6.9), περιλαμβάνονται ορισμοί οι οποίοι στην πλειοψηφία τους επικεντρώνονται στον τομέα της παραγωγικότητας (Productivity) και σε όλες τις υπό-διαστάσεις του όπως είναι των υπηρεσιών και πλατφορμών πληροφορίας (Services and information platforms), της ενέργειας (Energy), της επένδυσης κεφαλαίου (Capital investment), της εργασιακής απασχόλησης (Employment), του πληθωρισμού (Inflation), του εμπορίου (Trade), της αποταμίευσης (Savings), των εισαγωγών/εξαγωγών (Import/export), του οικιακού εισοδήματος/κατανάλωσης (Household income/consumption) και της καινοτομίας (Innovation). Επίσης όλοι σχεδόν οι ορισμοί αναφέρονται στις υπό-διαστάσεις του openness and public participation καθώς και του connection to services - knowledge infrastructure.

Από την άλλη πλευρά και για όλους τους ορισμούς αυτής της ομάδας, δεν γίνεται καμία αναφορά στις υπό-διαστάσεις των Inequity of income/consumption, των υποδομών/υπηρεσιών αποχέτευσης και διαχείρισης αποβλήτων (infrastructure/connection to services - sewage και infrastructure/connection to services - waste management) καθώς και του υποτομέα του housing - building materials. Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι ορισμοί αποφεύγουν να αναφερθούν στις υπό-διαστάσεις infrastructure/connection to services - road infrastructure, infrastructure/connection to services - health infrastructure και electricity.

### 6.2.2 Cluster 2 - Environmental sustainability, Quality of life και Equity and social inclusion

Η δεύτερη ομάδα, περιλαμβάνει μόνο δύο ορισμούς (45, 49) όπως φαίνεται στο δενδρόγραμμα (σχήμα 6.2). Για τους ορισμούς αυτούς, παρατηρείται ότι και οι δύο αναφέρονται στις δέκα οκτώ υπό-διαστάσεις του πίνακα 6.10: air quality, energy, water, soil and noise, capital investment, employment, savings, export/import, household income/consumption, innovation, education, health, safety/security public place, convenience and comfort, inequity of income/consumption (Gini coefficient), social and gender inequity of access to services and infrastructure, openness and public participation, governance, infrastructure/connection to services - transport και housing - living space.

Αντίθετα, δεν αναφέρονται καθόλου στις περιοχές των services and information platforms, electromagnetic field, και infrastructure/connection to services - sewage, health infrastructure και road infrastructure.

		Cluster 2																																				
definition	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
45	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	
49	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1

Πίνακας 6.10: Ομάδα 2 - Διανύσματα ορισμών με βάση τις υπό-διαστάσεις

### 6.2.3 Cluster 3 - Environmental sustainability και Equity and social inclusion

Στην περίπτωση της τρίτης ομάδας (πίνακας 6.11), η οποία είναι και η μεγαλύτερη ομάδα όπως φαίνεται στο δένδρογραμμα (σχήμα 6.2) (με 68 ορισμούς). Η πλειονότητα των ορισμών αναφέρεται στους τομείς του air quality, CO2 emissions, energy, indoor pollution, water, soil and noise, openness and public participation, governance και connection to services - knowledge infrastructure. Αντίθετα, σε δύο υπό-διαστάσεις δεν γίνεται αναφορά από κανέναν ορισμό της ομάδας, με αυτές να είναι η inflation και η infrastructure/connection to services - sewage. Για τις υπόλοιπες υπό-διαστάσεις, δεν γίνονται αναφορές από αρκετούς ορισμούς, επομένως δεν μπορούν να μας οδηγήσουν σε κάποια συγκεκριμένη παρατήρηση.

### 6.2.4 Cluster 4 - Services and information platforms, Energy, Innovation, Governance και Connection to services - knowledge infrastructure

Για την τελευταία ομάδα ορισμών από την ομαδοποίηση με βάση τις υπό-διαστάσεις, παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει κάποια περίπτωση για την οποία όλοι οι ορισμοί να αναφέρονται σε αυτήν (πίνακας 6.12). Παρόλα αυτά, η πλειονότητα των ορισμών αναφέρεται στις εξής υπό-διαστάσεις: services and information platforms, energy, innovation, governance και connection to services - knowledge infrastructure.

Από την άλλη μεριά, αρκετές είναι οι περιπτώσεις για τις οποίες τα μέλη της ομάδας αποφεύγουν να αναφερθούν σε συγκεκριμένες διαστάσεις. Τέτοιες περιπτώσεις είναι: savings, export/import, household income/consumption, infrastructure/connection to services - sewage, infrastructure/connection to services - waste management, infrastructure/connection to services - health infrastructure, housing - building materials καθώς και housing - living space.





## Κεφάλαιο 7

# Επίλογος

Στην παρούσα εργασία συγκεντρώσαμε και μελετήσαμε ορισμούς για τις ευφυείς πόλεις των τελευταίων χρόνων. Έπειτα από μία ανάλυση σε βάθος της βιβλιογραφίας, παρατηρήσαμε πως η σημασία του όρου ευφυής πόλη είναι πολυδιάστατη όπως περιγράφεται μέσα από τους ορισμούς. Εξάγαμε τις λέξεις κλειδιά για καθένα από τους ορισμούς και με βάση αυτές, αντιστοιχήσαμε τις λέξεις σε διαστάσεις και μετέπειτα σε υπό-διαστάσεις και οργανώσαμε τα δεδομένα, δημιουργώντας πίνακες διανυσμάτων με την βοήθεια κώδικα τον οποίο και αναπτύξαμε. Επιπλέον, εφαρμόσαμε τεχνικές επεξεργασίας των λέξεων-κλειδιά, για το περιορισμό άσκοπων όρων, την εξάλειψη διπλών όρων αλλά και την απαλοιφή ομορρίζων ή παρόμοιων όρων. Έτσι, προετοιμάσαμε τα δεδομένα για την ομαδοποίησή τους και επιλέγοντας τις κατάλληλες παραμέτρους, εκτελέσαμε τον αλγόριθμο ιεραρχικής ομαδοποίησης. Μέσω του δένδρογράμματος, αναγνωρίστηκε η ιεραρχία των επιμέρους ορισμών σε κατηγορίες, ενώ μέσα από την συγκέντρωση διαφόρων επιστημονικών περιοχών σε ομάδες κατανοήσαμε καλύτερα τη σύσταση αυτών των ομάδων.

Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, στηριχθήκαμε στην αναφορά της ερευνητικής ομάδας του οργανισμού ITU, ακολουθώντας όμως μια διαφορετική προσέγγιση, η οποία δεν περιορίστηκε μόνο στη βιβλιογραφική έρευνα, αλλά προχώρησε στην συστηματική μελέτη των ορισμών, την εξαγωγή λέξεων-κλειδιά και την οργάνωσή τους με αλγοριθμικό τρόπο. Χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές που εφαρμόζονται στην ανάκτηση πληροφορίας, οι οποίες αποτέλεσαν και μεγάλο μέρος της μεθοδολογίας.

Τα αποτελέσματα δείχνουν την πολυπλοκότητα του όρου ευφυής πόλη, όπως επίσης και τις επιστημονικές περιοχές που τον προσδιορίζουν. Η προσπάθειά μας για την οργάνωση των ορισμών σε κατηγορίες, αποδεικνύει τη δυσκολία εύρεσης ενός κοινά αποδεκτού ορισμού. Συμπερασματικά, μέσα από τις ομάδες που αναγνωρίσαμε, είναι εμφανές ότι οι προσπάθειες για τον προσδιορισμό των ευφυών πόλεων, εστιάζουν σε τρεις βασικούς άξονες, όπως είναι: 1) η ποιότητα ζωής και το περιβάλλον, 2) η παραγωγικότητα, και 3) οι υποδομές και υπηρεσίες. Με την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, ελπίζουμε η προσέγγισή μας να αποδειχθεί χρήσιμη για περαιτέρω πρόοδο στη μελέτη και έρευνα στο χώρο των ευφυών πόλεων.

Σε μία επέκταση της συγκεκριμένης εργασίας, θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν δεδομένα από περισσότερες δημοσιεύσεις, όπως για παράδειγμα έρευνες οργανισμών στους οποίους δεν ήταν ελεύθερη η πρόσβαση από εμάς, ή απαιτούν ειδική συνδρομή. Κάτι τέτοιο θα συνέφερε στην περαιτέρω πληρότητα της έρευνας. Μια ακόμα μελλοντική επέκταση αυτής της εργασίας, θα μπορούσε να περιλαμβάνει την εκτέλεση ομαδοποίησης με διαφορετικές παραλλαγές αλγορίθμων ομαδοποίησης καθώς και διαφορετικές παραμέτρους. Επίσης, θα μπορούσε να αποβεί χρήσιμη η αξιολόγηση και σύγκριση των παραπάνω αποτελεσμάτων, κάτι το οποίο απαιτεί εκτενέστερη

έρευνα και δεν μπορούσε να γίνει στο πλαίσιο της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος, ο όρος “ευφυής πόλη” είναι μια έννοια που έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον μεγάλου κοινού από ξεχωριστούς κλάδους και είναι αβέβαιο το που θα καταλήξει στα επόμενα χρόνια. Μέχρι τότε είναι σίγουρο ότι ακόμα περισσότερες κοινότητες θα έχουν ξεκινήσει μικρά πιλοτικά έργα προσδίδοντας έτσι μια καλύτερη εικόνα για το πώς θα μπορούσε να είναι η “ευφυής πόλη”, αλλά και πως μπορεί να βελτιώσει τη μελλοντική κοινωνία.



# Παράρτημα Α

## Ορισμοί των ευφυών πόλεων

Παρακάτω παραθέτονται όλοι οι ορισμοί που συλλέχθηκαν, καθώς και η αντιστοιχία τους στη βιβλιογραφία.

---

1. A smart sustainable city is a city well performing in six (6) characteristics, built on the 'smart' combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens. 1) Economy, 2) Mobility, 3) Environment, 4) People, 5) Living, 6) Governance. [2]

2. We believe a city to be smart when investments in human and social capital and traditional (transport) and modern (ICT) communication infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance. [10]

3. The rudiments of what constitutes a smart sustainable city which we define as a city in which ICT is merged with traditional infrastructures, coordinated and integrated using new digital technologies. [11]

4. Instead of striving for physical growth, a city's success today should be measured by how wisely it uses energy, water, and other resources, how well it maintains a high quality of life for its people, and how smart it is in building prosperity on a sustainable foundation. In short, cities have to become much smarter about how they use the existing capacities and resources. [12]

5. The Cellular City Compact, diverse, walk able and attractive cities are a luxury, but they should not be. The City Science Initiative at the MIT Media Lab is exploring technologies to help develop cities that facilitate the creation of desirable urban features, such as shared electric vehicles, adaptable living environments, and flexible work spaces. Our goal is to design urban cells that are compact enough to be walk able and foster casual interactions, without sacrificing connectivity to their larger urban surroundings. These cells must be sufficiently autonomous and provide resiliency, consistent functionality, and elegant urban design. Most importantly, the cellular city must be highly adaptable so it can respond dynamically to changes in the structure of its economic and social activities. [13]

6. Tracing the genealogy of the word smart in the label Smart Sustainable City can contribute to an understanding of how the term smart is being loaded. In marketing language, smartness is

centered on a user perspective. Because of the need for appeal to a broader base of community members, smart serves better than the more elitist term intelligent. Smart is more user-friendly than intelligent, which is limited to having a quick mind and being responsive to feedback. Smart Sustainable City is required to adapt itself to the user needs and to provide customized interfaces. [14]

7. A city that monitors and integrates conditions of all of its critical infrastructures including roads, bridges, tunnels, rails, subways, airports, sea-ports, communications, water, power, even major buildings, can better optimize its resources, plan its preventive maintenance activities, and monitor security aspects while maximizing services to its citizens. [3]

8. The term "smart city" is not used in a holistic way but with reference to various aspects which range from ICT districts to smart inhabitants in terms of their educational level. In addition, the term often refers to the relation between city government and citizens (e.g. good governance or smart governance). There is often a strong reference to the use of modern technology in everyday urban life, which includes innovative transport systems, infrastructures and logistics as well as green and efficient energy systems. Additional 'soft factors' connected to urban life for a Smart City include: participation, security/safety, cultural heritage. In conclusion, the literature review reveals the following main dimensions (or clusters of aspects): smart governance (related to participation); smart human capital (related to people); smart environment (related to natural resources); smart living (related to the quality of life) and smart economy (related to competitiveness). [15]

9. The 'eco-cities' theme does not stand alone but is situated in a complex array of relevant variations of sustainable development, sustainable urban development, sustainable communities, bioregionalism, community economic development, appropriate technology, social ecology, green movement. [16]

10. A sustainable city is one in which its people and businesses continuously endeavour to improve their natural, built and cultural environments at neighbourhood and regional levels, whilst working in ways which always support the goal of global sustainable development. [17]

11. We say that a sustainable city is one in which the community has agreed on a set of sustainability principles and has further agreed to pursue their attainment. These principles should provide the citizenry with a good quality of life, in a liveable city, with affordable education, health care, housing, and transportation. [18]

12. A sustainable city can broadly be defined as "one that has put in place action plans and policies that aim to ensure adequate resource availability and (re)utilization, social comfort and equity and economic development, and prosperity for future generations". [19]

13. A sustainable city is one that relates its use of resources and its generation and disposal of wastes to the limits imposed on such activities by the planet and its organisms. [19]

14. The basic feature of a sustainable city can be characterized as: facilitating economical uses of resources by technological and environmental improvements, targeting economic development,

---

wealth building, social progress, and ecological security, maintaining a balance among resources, environment, information, interflow of material of the inner-outer urban system, meeting a city's future needs based on a correct assessment, and satisfying the present needs of urban development. [19]

15. World Watch Institute considered that a city moving toward sustainability should improve public health and well-being, lower its environmental impacts, increase recycling its materials, and use energy with growing efficiency. [19]

16. "Improving the quality of life in a city, including ecological, cultural, political, institutional, social, and economic components without leaving a burden on future generations". [19]

17. A sustainable city is one that can provide and ensure sustainable welfare for its residents with the capacity of maintaining and improving its ecosystem services. [19]

18. The urban ecosystem service can be generally defined as processes and conditions offered for people's survival and development by cities as social-economic-natural complex ecosystems. [19]

19. A smart city is referred to as the safe, secure, environmentally green, and efficient urban centre of the future with advanced infrastructures such as sensors, electronics, and networks to stimulate sustainable economic growth and a high quality of life. Schaffers, Hans, Komninos, Nicos, et al. [20]

20. Major aspects highlighted in this paper balance different economic and social demands as well as the needs implied in urban development, while also encompassing peripheral and less developed cities. [21]

21. A smart city as a high-tech intensive and advanced city that connects people, information and city elements using new technologies in order to create a sustainable greener city, a competitive and innovative commerce and an increase in the quality of life with a straightforward administration and maintenance system of the city. [21]

22. A "smart city" is a city well performing in a forward-looking way in the six characteristics (smart economy, smart people, smart governance, smart mobility, smart environment, smart living) built on the 'smart' combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens. [22]

23. A city "connecting the physical infrastructure, the IT infrastructure, the social infrastructure, and the business infrastructure to leverage the collective intelligence of the city". [22]

24. A city striving to make itself "smarter" (more efficient, sustainable, equitable, and liveable) [22]

25. Based on the exploration of a wide and extensive array of literature from various disciplinary

areas, we identify eight critical factors of smart city initiatives: management and organization, technology, governance, policy context, people and communities, economy, built infrastructure, and natural environment. [22]

26. In general terms, we can define a "smart city" as a public administrative service or authority that delivers (or aims to deliver) a set of new generation services and infrastructure, based on information and communication technologies. Defining a new generation service is nevertheless a bit more complex and broader as the systems and services provided by smart cities should be easy to use, efficient, responsive, open and sustainable for the environment. The "smart city" concept brings together all the characteristics associated with organizational change, technological, economic and social development of a modern city. Moreover, smart city services and infrastructures entail the characteristics of engaging and interacting with the citizen that makes use of them. Another central element is the adaptive nature of services, ICT systems, infrastructures, buildings that comprehend the smart city concept. They acknowledge their initial status via a set of indicators and adapt their response according to the external changes that affect them. In doing so, they intelligently adapt to the external variables and demands that they are subject to, thus offering an always customized, more efficient and adaptive response. [23]

27. Hitachi's vision for the "smart sustainable city" seeks to achieve concern for the global environment and lifestyle safety and convenience through the coordination of infrastructure. Smart sustainable cities realized through the coordination of infrastructures consist of two infrastructure layers that support consumers' lifestyles together with the urban management infrastructure that links these together using IT. [24]

28. A smarter city uses technology to transform its core systems and optimize finite resources. At the highest levels of maturity, a smarter city is a knowledge-based system that provides real-time insights to stakeholders, as well as enabling decision-makers to proactively manage the city's subsystems. Effective information management is at the heart of this capability, and integration and analytics are the key enablers. [25]

29. Five (5) steps to make a city smart: 1. Vision: setting the goal and the roadmap to get there; 2. Solutions: bringing in the technology to improve the efficiency of the urban systems; 3. Integration: combining information and operations for overall city efficiency; 4. Innovation: building each city's specific business model; 5. Collaboration: driving collaboration between global players and local stakeholders. [26]

30. A "smart sustainable city" is one in which the seams and structures of the various urban systems are made clear, simple, responsive and even malleable via contemporary technology and design. Citizens are not only engaged and informed in the relationship between their activities, their neighbourhoods, and the wider urban ecosystems, but are actively encouraged to see the city itself as something they can collectively tune in, such that it is efficient, interactive, engaging, adaptive and flexible, as opposed to the inflexible, mono-functional and monolithic structures of many 20th century cities. [27]

31. Infrastructure, operations and people. What makes a city? The answer, of course, is all

---

three. A city is an interconnected system of systems. A dynamic work in progress, with progress as its watchword. A tripod that relies on strong support for and among each of its pillars, to become a smarter city for all. [28]

32. A city's attractiveness is directly related to its ability to offer the basic services that support growth opportunities, build economic value and create competitive differentiation. Potential inhabitants, of both the commercial and residential variety, are a discriminating lot, and they are looking for cities that operate efficiently and purposefully. They are looking for smarter cities. In particular, we are seeing the most advanced cities focus on three areas of expertise: •Leveraging information to make better decisions. • Anticipating and resolving problems proactively. • Coordinating resources to operate more efficiently. Forward-thinking cities are not waiting for better economic times to take action. They are focused on staying competitive, maximizing the resources at their disposal and laying the groundwork for transformation. They are redefining what it means to be a smarter city. [29]

33. Replacing the actual city infrastructures is often unrealistic in terms of cost and time. However, with recent advances in technology, we can infuse our existing infrastructures with new intelligence. By this, we mean digitizing and connecting our systems, so they can sense, analyse and integrate data, and respond intelligently to the needs of their jurisdictions. In short, we can revitalize them so they can become smarter and more efficient. In the process, cities can grow and sustain quality of life for their inhabitants. [30]

34 The "smart sustainable city" concept is really a framework for a specific vision of modern urban development. It recognizes the growing importance of information and communication technologies (ICTs) as drivers of economic competitiveness, environmental sustainability, and general liveability. By leveraging ICT as a core element of their development, the smart sustainable cities of the future will foster economic growth, improve the lifestyle of citizens, create opportunities for urban development and renewal, support eco-sustainability initiatives, improve the political and representative process, and provide access to advanced financial services. The right ICT infrastructure will affect the way each city will be created and evolved. It will enable smart sustainable cities to include vastly enhanced sustainable areas, such as smart buildings, smart infrastructures (water, energy, heat, and transportation) and smart services (e-substitutes and e-services for travel, health, education, and entertainment), which drastically change the urban experience for city dwellers and travellers. [31]

35. The most effective definition of a smart sustainable city is a community that is efficient, liveable, and sustainable, and these three elements go hand-in-hand. Traditionally, water, gas, electricity, transportation, emergency response, buildings, hospitals, and public services systems of a city are separate and operate in silos independent of each other. A truly efficient city requires not only that the performance of each system is optimized but also that these systems are managed in an integrated way to better prioritize investment and maximize value. An efficient city also starts a community on the path to become competitive for talent, investment, and jobs by becoming more liveable. A city must work to become a pleasant place to live, work, and play. It must appeal to residents, commuters, and visitors alike. It must be socially inclusive, creating opportunities for all of its residents. It must provide innovative, meaningful services to its constituents. Liveability plays a critical role in building the talent pool, the housing market, and in providing cultural

events which can bring memorable experiences, international attention, and investment to the community. A sustainable community is one which reduces the environmental consequences of urban life and is often an output of efforts to make the city more efficient and liveable. Cities are the largest contributors of carbon emissions; the highways, public spaces, and buildings we rely on to live, work, and play emit the bulk of each city's emissions. Implementing efficient, cleaner, and sustainable operations in all of these areas is critical to minimizing a city's environmental footprint. Cities must also look at other methods of achieving sustainability, including resource efficiency, regenerating aging districts, ensuring robustness of systems, and incorporating design and planning in harmony with their natural ecosystem, as opposed to simply living in them. [32]

36. A smart sustainable city is typically defined as "an environmentally conscious city that uses information technology (IT) to utilize energy and other resources efficiently." In Hitachi's vision, a smart sustainable city is one that seeks to satisfy the desires and values of its residents, with the use of advanced IT to improve energy efficiency and concern for the global environment as prerequisites, and in so doing maintains a "well-balanced relationship between people and the Earth." [33]

37. A city has common capabilities and delivers a set of common services, as well – office and residential buildings, natural resource management, transportation, health and safety, waste management, education and culture, public administration and services. One important characteristic that distinguishes an intelligent city is the manner in which it delivers services using advanced technologies: an integration of a number of innovations including machine-to-machine communication enabled by telematics, sensors and RFID technologies, smart grid technologies to enable better energy production and delivery, intelligent software and services, and high-speed communications technologies that serve as a core network for all related city, citizen and business services. [34]

38. The 'Smart Community' is a next-generation community in which the management and optimized control of various infrastructures such as electricity, water, transportation, logistics, medicine, and information are integrated. The 'Smart Community' will provide comprehensive solutions encompassing energy, water, and medical systems in order to realize a synergetic balance between environmental considerations and comfortable living. [35]

39. We define a "smart sustainable city" as the city that uses information technology and communications to make both its critical infrastructure, its components and utilities offered more interactively, efficiently and where citizens are made more aware of them. It is a city committed to the environment, both environmentally and in terms of cultural and historical elements. [36]

40. A city that uses data, information and communication technologies strategically to: • provide more efficient, new or enhanced services to citizens, • monitor and track government's progress toward policy outcomes, including meeting climate change mitigation and adaptation goals, • manage and optimize the existing infrastructure, and plan for a new one more effectively, • reduce organizational silos and employ new levels of cross-sector collaboration, enable innovative business models for public and private sector service provision. [37]

41. The "smart city" concept includes digital city and wireless city. In a nutshell, a smart

---

city describes the integrated management of information that creates value by applying advanced technologies to search, access, transfer, and process information. A smart city encompasses e-home, e-office, e-government, e-health, e-education and e-traffic. [38]

42. A sustainable city is made up of three (3) main parameters to make sure that there is an overall development of energy, health care, buildings, transport, and water management in a city:• Environmental care – With right technologies, cities will become more environmentally friendly.• Competitiveness – With the right technologies, cities will help their local authorities and businesses to cut costs.• Quality of life – With the right technologies, cities will increase the quality of life for their residents. [39]

43. As nations look to rebuild their aging infrastructures and at the same time take on the challenge of global climate change, Patel argues that resource usage needs to be at the heart of their thinking. We must also take a fundamental perspective in examining "available energy" in building and operating the infrastructure. Only if we use fewer resources to both build and run our infrastructures, he says, we will create cities that can thrive for generations to come. We can only build in that way, he suggests, if we seamlessly integrate IT into the physical infrastructure to provision the resources – power, water, waste, etc. – at a city scale based on the need. [40]

44. One manifestation of the Oracle iGovernment vision is Oracle's Solutions for Smart Cities, which will address the ever increasing need to provide businesses and citizens with transparent, efficient and intelligent engagement with their local authority/administration – through any channel – for any purpose, from information requests and government programme enrolment, to incident reporting or scheduling inspections, to complete online start-up of a local business. Development, implementation and refinement of such a multichannel, single point-of-contact platform to all government organizations lays the foundation for a range of additional capabilities from business recruitment and retention to self-selecting, interest- and knowledge-based communities amongst citizens to improved management of civil contingencies and emergency disaster planning. [41]

45. A future where clean, efficient and decentralized energy will power a smart electricity grid to deliver power efficiently to millions of homes; a world not suffering from water scarcity where waste is seen as a resource; where citizens' mobility and health care needs are all taken care of by efficient and comprehensive systems; and where they can live in sustainable cities with green spaces, clean air and a high quality of life. [42]

46. Urbanization, rapid population growth and shortages of resources are placing a new strain on city systems. So how can cities fuel economic growth whilst improving environment and social conditions? What must they do to raise service quality despite finite resources, and ever-growing demand? How can they work more effectively across the public sector, and with the private and 3rd sectors to transform outcomes? Smart technologies help city administrations tap into public information and create not just smarter, but more sustainable cities. [43]

47. "Smart Cities" are an effective response to today's needs which have become crucial. Thanks to the rapid, pressing trends seen throughout the world. In our view, the "smart city" is an urban model that minimizes efforts around "low level" needs and effectively satisfies "higher

level” needs to guarantee an elevated quality of life while optimizing resources and areas for sustainability. [44]

48. It takes more to build a smart city than simply using ICT to link and manage social infrastructure. Providing new values and services that residents truly need is also essential. Generating the knowledge to arrive at solutions by continuing to closely examine local issues, while putting this information into the equation when analysing the enormous amount of data from smartphones, various sensors, metres, and other devices, is a crucial task. Achieving it requires that Fujitsu put ICT to work to establish a sustainable social value cycle and create new innovations. [45]

49. The IBM vision for a smarter city uses technology to bring cities forward so that they can accomplish these types of objectives:– Quality of life for its citizens and visitors, – A healthy and safe city addresses the health and safety of residents and visitors through innovations in local health care networks, disease management and prevention, social services, food safety, public safety, and individual information privacy. – A sustainable city implements concrete measures toward sustainability through, for example, reduced consumption of energy and water and reduced emissions of CO<sub>2</sub>. Possible measures that can make a city sustainable include urban planning principles for mixed land use, architecture and construction principles for buildings, and methods to use rainwater instead of treated water.– A city with good governance strives to improve the quality and efficiency of city services. It mandates transparency and accountability at all levels of the government. It provides the means to listen, understand, and respond to the needs of its citizens and businesses. – A city that incorporates culture and events attracts visitors and keeps citizens interested in the city through investments in arts, culture, and tourism. These investments are a great way to draw attention to the city and a way to establish the city as a world-class location to live in.– A city focused on its citizens looks to address their needs by providing information and access to city services in a convenient and easy-to-use manner. When done rightly, both the citizens and the city government can benefit. This mechanism gives the citizens access to the information and services when needed and gives the city a means to share important information and obtain input from its citizens in a timely manner. [46]

50. Business growth and development, building the city’s economy:– A city of digital innovation focuses on using strategic investments in connectivity and communications (for example, wireless broadband either broadcast or through hotspots). It attracts cutting edge businesses in the industrial and high-tech fields and builds human and intellectual capital.– A city of commerce establishes itself as a local, regional, or national centre of commerce and economic development. It builds local expertise in a specific industry and the infrastructure and services to support continued growth and to remain competitive. – A city attracting and keeping skilled workers promotes itself as being a desirable place to locate to or to grow up and stay in. This ability to maintain skilled workers is accomplished by anticipating and accommodating shifts in business needs, skills, local population, and demographics to offer economic opportunities. – A city with free flowing traffic identifies and manages congestion actively. This demand is accomplished by making various forms of transport (such as road, air, rail, and bus) cost effective and efficient. [46]

51. IBM defines a smarter city as one that makes optimal use of all the interconnected information available today to better understand and control its operations and optimize the use of limited



---

resources. [47]

52. Smart cities: Innovative urban developments that leverage ICT for the management of natural energy consumption at the community level and other technologies to balance environmental stewardship with comfortable living. [45]

53. Cities are a complex and dynamic system. According to SAP, there are eight (8) fundamental factors that determine what defines a sustainable city: • Smart economy – Long-term prosperity, innovation, entrepreneurs, and social business models. • Good government – High performance. • Open society. • Resilience and sustainability – being clean and green • Global attractiveness. • Human and social capital. • World-class financial expertise. • Excellent infrastructure – physical and soft infrastructure (technology, research and knowledge). [48]

54. Smart is a combination of collaborative leadership, policy and legal, customer insight, budget and performance management, service orientation and technology. [49]

55. In a broader definition, a city can be considered as "smart" when its investment in human and social capital and in communications infrastructure actively promotes sustainable economic development and a high quality of life, including the wise management of natural resources through participatory government. [50]

56. A smart city is a city that meets its challenges through the strategic application of ICT goods network and services to provide services to citizens or to manage its infrastructure. A sustainable city is a city that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. [51]

57. Traditionally, a "smart sustainable city" has been defined as a city that uses information and communication technology to make both its critical infrastructure, its components and utilities more interactive, efficient, making citizens more aware of them. [52]

58. In preparing this report, we used the smart sustainable city model, which identifies the presence and convergence of six areas: economy, mobility, environment, citizenship, quality of life, and, finally, management. A city can be defined as smart when it displays a positive performance in these six areas, and when it has been built based on a "smart" combination of elements (communication, infrastructure, economic development) and on purposeful and independent citizen activities (participation, education) that make sound management of natural resources through participatory governance. [52]

59. A type of city that uses new technologies to make them more liveable, functional, competitive and modern, the promotion of innovation and knowledge management, bringing together six (6) key fields of performance: economy, mobility, environment, citizenship, quality of life and, finally, management. [52]

60. Smart sustainable cities combine diverse technologies to reduce their environmental impact and offer citizens better lives. This is not, however, simply a technical challenge. Organizational

change in governments – and indeed society at large – is just as essential. Making a city smart is therefore a very multidisciplinary challenge, bringing together city officials, innovative suppliers, national and EU policymakers, academics and civil society. European Commission [53]

61. A real smart city develops the city to reach the aim of improving the quality of life. It needs sound and innovative economic development as a means to reach this aim. Uses ICT as a tool with a great potential for ameliorating daily life, public services and the economy. [54]

62. Amsterdam Smart City uses innovative technology and the willingness to change behaviour related to energy consumption in order to tackle climate goals. Amsterdam Smart City is a universal approach for design and development of a sustainable, economically viable programme that will reduce the city's carbon footprint. [55]

63. There are three major functions that "ICT Smart Town" is expected to contain. ICT to be used both in ordinary times and in times of disaster. ICT is used in order to contribute to self-sustaining town development in ordinary times, while it functions for disaster prevention and mitigation in times of disaster. Users, mainly local citizens, can participate in the Smart Town community using the ICT system through user-friendly and accessible interfaces such as mobile phones and TVs. New services resulting from the use of "Big Data", including the government-held (public) data, private sector data and real-time data, collected through sensors. [56]

64. Smart cities should be regarded as systems of people interacting with and using flows of energy, materials, services and finance to catalyze sustainable economic development, resilience, and high quality of life; these flows and interactions become smart through making strategic use of information and communication infrastructure and services in a process of transparent urban planning and management that is responsive to the social and economic needs of society. [57]

65. A "city" can be defined smart when systematic information and communication technologies and resource-saving technologies are used to work towards a post fossil society, to reduce resource consumption, enhance permanently citizens' quality of life and the competitiveness of local economy – thus improving the city's sustainability. The following areas are at least taken into account: energy, mobility, urban planning and governance. An elementary characteristic of a smart city is the integration and cross-linking of these areas in order to implement the targeted ecological and social aspects of urban society and a participatory approach. [58]

66. Create a real shift in the balance of power between the use of information technology by business, government, communities and ordinary people who live in cities. [59]

67. A smart city offers its inhabitants a maximum of life quality by a minimum use of resources thanks to intelligent combination of different infrastructure systems (transport, energy communication, etc.) on different levels like buildings, areas, quarters and cities. «Intelligent» in this context does not automatically mean "IT". By similar performance, passive or self-regulating mechanisms is preferable to active regulated systems. [60]

68. "...are territories with a high capacity for learning and innovation, which is built into the

---

creativity of their population, their institutions of knowledge creation and their digital infrastructure for communication”. .... [and are concerned] with people and the human capital side of the equation, rather than blindly believing that IT itself can automatically transform and improve cities. [61]

69. The Council defines a Smart Sustainable City as one that has digital technology embedded across all city functions. [62]

70. "At its core a smart city is a welcoming, inclusive city, an open city. By being forthright with citizens, with clear accountability, integrity, and fair and honest measures of progress, cities get smarter". [63]

71. A developed urban area that creates sustainable economic development and high quality of life by excelling in multiple key areas: economy, mobility, environment, people, living, and government. Excelling in these key areas can be done through strong human capital, social capital, and/or ICT infrastructure. [64]

72. Framing the "triple bottom line" of economy, environment, and social equity in one big picture. We are working to get our arms around a more sustainable future – a better way to connect people, homes, jobs and places – as a metro area and region, with more transportation choices. Frankly, it is a very tough challenge. [65]

73. A "smart sustainable city" is mainly based on the information and communication technologies. Through the transparent and full access to information, the extensive and secure transmission of information, the efficient and scientific utilization of information, SSC increases the urban operational and administrative efficiency, improves the urban public service level, forms the low-carbon urban ecological circle, and constructs a new formation of urban development. [66]

74. Smart sustainable cities are well managed, integrated physical and digital infrastructures that provide optimal services in a reliable, cost effective, and sustainable manner while maintaining and improving the quality of life for its citizens. Key attributes of a smart sustainable city are mobility, sustainability, security, reliability, flexibility, technology, interoperability and scalability. Foundational aspects include economy, governance, society and environment with vertical infrastructures such as mobility, real estate and buildings, industrial and manufacturing, utilities -electricity and gas, waste, water and air management, safety and security, health care and education. All of these are woven into a single fabric with ICT infrastructure as a core. [67]

75. It is a city with a large, efficient and widespread technological network that fosters dialogue between citizens and everyday objects. It integrates the huge amount of information available to generate intelligence and improve daily life in a lifestyle that is increasingly "smart". It combines innovation with the environment, mobility and quality of life. It is a new phenomenon, complex and rapidly changing. Technological innovation moves in several directions (green buildings, smart mobility, e-health, e-government, etc.). [68]

76. ICT spans across a number of application sectors that characterize the framework of smart sustainable cities. Among others, energy, buildings, transport and mobility, water and waste management.

[69]

77. "A Smart Sustainable City has been defined as a 'knowledge', 'digital', and 'cyber' or 'eco' city; representing a concept open to a variety of interpretations, depending on the goals set out by a Smart Sustainable City's planners. We might refer to a Smart Sustainable City as an improvement on today's city both functionally and structurally, using information and communication technology (ICT) as an infrastructure. Looking at its functions as well as its purposes, a Smart Sustainable City can perhaps be defined as "a city that strategically utilizes many smart factors such as Information and Communication Technology to increase the city's sustainable growth and strengthen city functions, while guaranteeing citizens' happiness and wellness." [69]

78. Smart sustainable cities use information and communication technologies (ICT) to be more intelligent and efficient in the use of resources, resulting in cost and energy savings, improved service delivery and quality of life, and reduced environmental footprint –all supporting innovation and the low-carbon economy. [70]

79. An eco-city is defined as a city in which citizens, business and government sustainably work, live and interact through delivery of integrated, low carbon products and services. The objective of this project is to build a new industrial community to maximize the welfare of the people and minimize carbon emission. The above vision can be achieved by integrating technology across water, waste, energy, transportation and safety infrastructure while taking measures like maximum utilization of renewable resources for electricity supply, minimum loss of natural resources and others. [71]

80. "The use of Smart Computing technologies to make the critical infrastructure components and services of a city-which include city administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation, and utilities-more intelligent, interconnected, and efficient". [72]

81. A smart sustainable city is characterized by the integration of technology into a strategic approach to sustainability, citizen well-being, and economic development. [73]

82. The terms "smart" and "intelligent" have become part of the language of urbanization policy, referring to the clever use of IT to improve the productivity of a city's essential infrastructure and services and to reduce energy inputs and CO2 outputs in response to global climate change. [74]

83. A smart sustainable city is one that "uses information and communications technologies to make the critical infrastructure components and services of a city – administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation and utilities – more aware, interactive and efficient." [75]

84. An urbanized area where multiple public and private sectors cooperate to achieve sustainable outcomes through the analysis of contextual information exchanged between them. The sectors could include hospitals or emergency services or finance and so on. The interaction between sector-specific and intra-sector information flows results in more resource-efficient cities that enable more sustainable citizen services and more knowledge transfer between sectors. [76]

85. Cities need to differentiate themselves to attract investment and productive residents, and this is coupled with constrained financial resources, fast-growing populations, and aging infrastructures, is driving investment in smart sustainable city solutions. Smart sustainable city solutions leverage ICT not only to deliver higher-quality citizen services more efficiently but also to effect behavioural change in government workers, city businesses, and citizens so that cities can develop more sustainably. [77]

86. It is precisely because of the importance of cities and the need to deepen knowledge of urban issues that we undertake the study. The effort to question and understand where cities are and where they are headed benefits all of us in a world urbanizing like never before. This includes the officials and policymakers setting the course, businesses invested in city well-being, and the citizens who build their lives in thousands of city neighbourhoods worldwide, rich or poor, picturesque or prosaic. [78]

87. Many cities are exploring the "Smart City" or "Intelligent Community" concept to improve efficiencies, optimize how they use largely finite resources and become better places to live and make business. They are deploying new information and communications technology to strengthen social and business services across different sectors and to build an intelligent digital nervous system supporting urban operations. By incorporating information and communications technology and strategically exploiting the vast amounts of data they generate, smart cities can make buildings more efficient, reduce energy consumption and waste, and make better use of renewable energy. They can manage traffic intelligently, monitor how infrastructure performs, provide better communications infrastructures, deliver services much more efficiently, and enhance citizens' access to government. [79]

88. What makes a city tick? "Justice remains the appropriate name for certain social utilities which are vastly more important, and therefore more absolute and imperative, than any others," John Stuart Mill wrote in *Utilitarianism* in 1861. He added, "education and opinion, which have so vast a power over human character, should so use that power to establish in the mind of every individual an indissoluble association between his own happiness and the good of the whole." Many of those we spoke with this year in developing Cities of Opportunity agree. The foundations of healthy cities remain rule of law and safety and security today, as well as strong education to foster those qualities for future generations. [79]

89. Smart city is characterized by the integration of technology into a strategic approach to sustainability, citizen well-being, and economic development. Smart city projects span several industry and operational silos: energy, water, transportation, buildings management, and government services. Most importantly, the smart city concept promotes new integrated approaches to city operations, leading to innovation in cross-functional technologies and solutions. [80]

90. According to Deloitte the three market drivers of smart cities are smart water, smart energy and smart agriculture. Smart water is increasingly seen as a component of ambitious smart city programmes that address the myriad of problems created by mass urbanization. Smart energy – the race for more and more energy sources is driving an increase in unconventional oil and

gas exploration – in turn driving significant water and wastewater issues. Smart agriculture – the challenge to feed a growing global population is stressing food systems in both the developed and developing world and requires novel agricultural solutions. [81]

91. The definition of sustainable development comprises five categories. Basic needs. Access to safe water, sufficient living space, adequate health care, and education are fundamental priorities for urban populations. Resource efficiency. A city's efficiency in such areas as the use of water and energy and the effective recycling of waste directly correlates to the quality of life of its citizens. Environmental cleanliness. Limiting exposure to harmful pollutants is fundamental to a city's liveability. Built environment. Equitable access to green space, public transportation, and dense, efficient buildings makes communities more liveable and efficient. Commitment to future sustainability. An increase in the number of employees and the level of financial resources devoted to sustainability suggests how committed city governments are to implementing national and local policies and standards. [82]

92. A city "combining ICT and Web 2.0 technology with other organizational, design and planning efforts to de-materialize and speed up bureaucratic processes and help to identify new, innovative solutions to city management complexity, in order to improve sustainability and liveability." [83]

93. What makes a city smart? A non-vendor driven definition of a 'Smart Sustainable City' The closer a city behaves to the ethos of the Internet, the smarter it is. That means the city is a platform – an enabler for the people. So, empowering people is at the centre of the perfect storm. So, what does a Smart Sustainable City look like? A city can be defined as smart when investments in human and social capital and traditional (ex-transport) and modern (ex-ICT) communications infrastructure fuel sustainable economic development and a high quality of life with a wise management of natural resources through participatory governance. [84]

94. Seven (7) important elements in most cases of a smart sustainable city (Source: Xi She): 1) sensible – sensor sensing the environment ,2) connectable – networking devices bringing the sensing information to the web, 3) accessible – the broader information of our environment is published on the web, and is accessible to the user on the web, (web), 4) ubiquitous – the user can access information through the web, but more importantly through the use of the mobile (mobile), 5) social – the user acquires the information, and publishes it through his social network (social network), 6) Sharing – sharing is not limited to data but also to the physical object, when some objects are in free status, people can get the notification and use it. (web, mobile), 7) visibility/augmented – to retrofit the physical environment, make the hidden information seen not only through the mobile device by individuals but also with the naked eyes in a more border range like street signs. [85]

95. A smart city is a city that employs ICT infrastructures by sensing, transmitting and utilizing information in order to fulfil information sharing and service collaboration, further improve citizens' livelihood standards and their quality of life, increase urban operation efficiency and public service level, enhance the quality of economic development and industry competitive ability, and realize the scientific and sustainable development of the city. [86]

96. Smart cities should be regarded as systems of people interacting with and using flows of energy, materials, services and finance to catalyse sustainable economic development, resilience, and high quality of life; these flows and interactions become smart through making strategic use of information and communication infrastructure and services in a process of transparent urban planning and management that is responsive to the social and economic needs of society. [87]

97. Main features to be included in smart city administration:(i) Quality of life,(ii) Sustainable resource management,(iii) Cultural facilities,(iv) Health facilities,(v) Sustainable and innovative and safe transport systems,(vi) Environmental protection. [88]

98. Eco-cities focus on:(i) entrepreneurship,(ii)environment(iii) sustainable urban development. [89]

99. Smart cities should focus on:(i) improvement of urban living capacity,(ii) resource efficient development,(iii) low carbon economy,(iv) use of ICT to manage complex urban system. [90]

100. Smart city triple helix:human and social relations connecting the intellectual capital, natural wealth and governance of their regional development. [91]

101. Key aspect of smart cities is a plan for efficient management of utilities enabled by technologies such as those entailing smart metering of the residential consumption of electricity, water or gas. [92]

102. Features of smart cities involve the use of discrete future Internet technologies (RFID), improving e-governance, providing and environment for innovation. [93]

103. Typology of smart city functions:(i) Smart economy (competitiveness): innovative spirit, entrepreneurship, economic image, productivity.(ii) Smart mobility (transport and ICT): local accessibility, availability of ICT infrastructure, innovative and safe transport systems.(iii) Smart people (social and human capital): level of qualification, flexibility, creativity, participation in public life.(iv) Smart environment (natural resources): pollution control, environmental protection, sustainable resource management.(v) Smart governance (participation): decision-making, transparent governance, political strategies and perspectives. (vi) Smart living (quality of life): cultural activities, health conditions, housing quality, education facilities, touristic attractiveness, social cohesion. [11]

104. Smart cities should be centred around ecological modernization with an emphasis on business opportunities associated with a move to low carbon economy. [94]

105. "Smarter cities" has the following four components:(i) the application of a wide range of electronic and digital technologies to communities and cities,(ii) the use of information technologies to transform life and work within a region, (iii) the embedding of such ICTs in the city,(iv) The territorialisation of such practices in a way that brings ICTs and people together so as to enhance innovation, learning, knowledge and problem solving that the technologies offer. [95]

106. Urban dwellers should be provided with smart phones that provide advanced capabilities to connect to the Internet, determine the user's location as well as provide crowd-sourcing platforms. [96]

107. "A smart city is generally meant as a city capable of joining competitiveness and sustainability by integrating different dimensions of development and addressing infrastructural investments able to support economic as well as the quality of life of communities, a more careful management of natural resources, a greater transparency and participation to the decision making process." [97]

108. Findings denote that smart cities should include the following dimensions:(i) Urban openness: making information visually available, participatory services to drive civic engagement. (ii) Service innovation: using ICTs to drive development in health, welfare, education, transportation, sectors, etc.(iii) Partnership formation: partnerships for building effective smart cities (central government, state government, private bodies, NGO involvement), direct vs indirect involvement, contracted/outsourcing development.(iv) Smart city integration: smart service access over multiple device platforms, app-based formatting of service information. (v) Smart city governance: Smart city teams involved with strategy, policy, and infrastructure and include ICT-based performance evaluation and feedback channels. [98]

109. IBM Smarter Cities Initiative: (a) is a long term process aiming to transform city based technologies and, in the process, help cities achieve their strategic vision(b) recognizes that the needs and aspirations of each city may be very different (c) requires partnerships (across many clients and with other delivery partners) to achieve the desired large scale transformations(d) is based heavily on dimensions from IBM's global Smarter Planet strategy of which there are many applications (smart education systems, cloud computing, risk assessments, ICT based platform for exchange of ideas etc.) [99]

110. "The basic concept of the Smart Cities initiative can be expressed as follows: the Smart Cities initiative seeks to improve urban performance by using data, information and IT to provide more efficient services to citizens to monitor and optimize existing infrastructure, to increase collaboration between economic actors and to encourage innovative business models in both public and private sectors". [100]

111. Five successful factors for a smart city:(i) broadband connectivity,(ii) knowledge workforce,(iii) digital inclusion,(iv) innovation,(v) marketing,(vi) advocacy. [101]

112. "The concept of Smart City as a means to enhance the life quality of citizen has been gaining increasing importance in the agendas of policy makers".The main domains of a smart city include:(i) Employing ICT to deliver energy, enhance entrepreneurship and enable information exchange about consumption between providers and users with the aim of reducing costs and increasing reliability and transparency of energy supply systems.(ii) Public lighting, natural resources and water management.(iii) Waste management: Using innovations to manage waste generated by people, businesses and city services. This includes waste collection, disposal, recycling and recovery.(iv) Environment: Technology used to manage environmental resources and related infrastructure. This is done with the aim of improving sustainability.(v) Transport: Using sustainable public



transportation based on environmentally friendly fuels and innovative propulsion systems.(vi) Healthcare: ICT applications and remote assistance to prevent and diagnose diseases. Improved access to health care systems.(vii) Public security: Use of ICT to assist with security issues like fire. ICTs may also be of help to the police department.(viii) Education and culture: Using ICTs to create opportunities for students and teachers, promote cultural events, manage tourism and hospitality.(ix) Public administration and governance: Promoting digitalized public administration, e-ballots and ICT-based transparency of government activities to enhance the empowerment of the inhabitants and involvement in administration. [102]

113. Smart cities are aimed at: addressing urbanization, facilitating economic growth, enhancing technological progress using ICTs, environmental sustainability. [103]

114. Smart city establishments include: (i) Energy policy management,(ii) Healthcare governance,(iii) Financial policy management,(iv) Remote monitoring,(v) Complaint management,(vi) Intelligent buildings,(vii) Security systems based on ICT,(viii) IT configuration management databases. [104]

115. "A city striving to make itself smarter (more efficient, sustainable, equitable and livable)." [105]

116. The basic concept of the Smart Cities initiative can be expressed as follows: the Smart Cities initiative seeks to improve urban performance by using data, information and Information Technologies (IT) to provide more efficient services to citizens, to monitor and optimize existing infrastructure, to increase collaboration between different economic actors and to encourage innovative business models in both the private and public sectors. [100]

117. We propose that any smart city definition should consider four key perspectives: technical infrastructure, the application domain, system integration and data processing. We classified smart city application domains into four essential domains: government, citizens, business and environment. We define a smart city as a systematic integration of technological infrastructures that relies on advanced data processing, with the goals of making city governance more efficient, citizens happier, businesses more prosperous and the environment more sustainable. [106]

118. Smart city and big data are two modern and important concepts; therefore, many started integrating them to develop smart city applications that will help reach sustainability, better resilience, effective governance, enhanced quality of life, and intelligent management of smart city resources. Eiman Al Nuaimi, Hind Al Neyadi, Nader Mohamed, Jameela Al-Jaroodi [107]

119. Smart City beyond the label: Has significant impact on a city administration Should impact existing city services and processes as well as provide new services Asks for vision and planned leadership to tackle the (6) key challenges:Ecosystem position, Smart city leadership locus, Internal coordination mechanisms, Business-IT alignment, Shaping organisational culture, Going beyond experiments. [108]

120. Smart cities have many capabilities that must be modelled as part of a smart city ontology. According to the VITAL use case as defined in Section 7, the most relevant producers of data

come under the following headings: transport - for example dynamic route calculation informed of accidents and congestion; energy - for example reporting of faults; emergency services - for example detection of accident and crimes; waste management - for example detection of full bins; air and water - for example reporting of air and water pollution; recreation - for example produce data on large events such as concerts to inform public transport. [109]

121. A smart city was viewed with four disciplinary perspectives, which were documented to form the corresponding smart city fundamental theories: ICT, urban planning and growth, living labs as large-scale testing beds, eco or green city and corresponding ecological aspects, and creative industry in a city. [110]

122. Smart city projects must be multidimensional and integrate the different action fields of the city, interacting with human and social capital. Technological solutions must be understood as the tool to achieve the smart city goals and to tackle the challenges cities must face. The main objectives of Smart City projects must be to solve urban problems in an efficient way to improve sustainability of the city and quality of life of its inhabitants. From the governance point of view, projects must be framed in a multi-stakeholder, municipally based partnership in order to provide complex and effective solutions. [111]

123. Smart cities provide an opportunity to connect people and places using innovative technologies that helps in better city planning and management. At the core of smart cities are the collection, management, analysis and visualisation of huge amount of data that is generated every minute in an urban environment due to socioeconomic, anthropogenic or natural environmental events or other activities. Smart cities data can be collected directly from variety of sensors, smart phones, citizens and integrated (or linked) with city data repositories to perform analytical reasoning and generate required information (e.g. for end users) or new knowledge for decision-making for better urban governance. Innovations in information and communication technological provide the opportunity to manage and process smart city data and provide timely and necessary information to relevant stakeholders for decision making. [112]

124. The Smart City concept operates in a complex urban environment, incorporating several complex systems of infrastructure, human behaviour, technology, social and political structures and the economy. A Smart City provides an intelligent way to manage components such as transport, health, energy, homes and buildings and the environment. [113]

125. Consistently with our findings, we propose a two-fold definition of Smart City research, which consists in: (1) the study of ICT-enabled solutions aimed to enhance the city's competitiveness, sustainability and/or livability; and/or (2) the study of cities and surrounding regions as generators and/or implementers of ICT-enabled innovation, for improved competitiveness, sustainability and/or livability. [114]

126. A smart city is a sustainable and efficient urban centre that provides a high quality of life to its inhabitants through optimal management of its resources. Energy management is one of the most demanding issues within such urban centres owing to the complexity of the energy systems and their vital role. Therefore, significant attention and effort need to be dedicated to this problem.

Modelling and simulation are the major tools commonly used to assess the technological and policy impacts of smart solutions, as well as to plan the best ways of shifting from current cities to smarter ones. [115]

127. To this point, two themes have defined what a smart city is: a well-managed, entrepreneurial city, or a multifaceted city of all manner of conveniences. In the more recent literature a city can become smart through significant technological investments, smart energy, smart governance, and smart entrepreneurship. [4]

128. Smart city aligns to three main dimensions (technology, people, and institutions), integration of infrastructures and technology-mediated services, social learning for strengthening human infrastructure, and governance for institutional improvement and citizen engagement. [116]

129. The smart city concept is built on a combination of ideas on how ICTs might contribute to improvements in the functioning of cities, improving their competitiveness, enhancing their efficiency, and finding new ways to tackle problems of poverty, social deprivation, and poor environmental management. [117]

130. There have been numerous definitions given over the past decade for what smart cities are, but essentially smart cities are those cities that have the greatest quality of life and economic well-being for their citizens [118]

131. There are two mainstream approaches to smart city: (1) the technology and ICT-oriented approach and 2) the people-oriented approach. Specifically, there are smart city strategies which focus on the efficiency and advancement of hard infrastructure and technology (transport, energy, communication, waste, water, etc.) through ICT, and strategies which focus on the soft infrastructure and people, i.e. social and human capital in terms of knowledge, participation, equity, safety, quality of life, sustainability, governance. [119]

132. A smart city is “forward-looking on the environmental front”. This narrow concept of “smartness” is strongly linked to natural resources and energy, transport and mobility, and living conditions, in short, to the green and livable city who respects the citizen and the quality of life. [120]

133. A smart city is either (1) one that uses smart technologies; (2) one that consists of “smart people”; or (3) one that engages in collaboration. [121]

---



# Βιβλιογραφία

- [1] S. N. Kondepudi, V. Ramanarayanan, A. Jain κ.ά., «Smart sustainable cities: An analysis of definitions,» ITU-T Telecommunication Standardization sector of ITU, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017. διεύθν.: [https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved%5C\\_Deliverables/TR%5C-Definitions.docx](https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved%5C_Deliverables/TR%5C-Definitions.docx).
- [2] G. Rudolf, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanovic και E. Meijers, «Smart cities-ranking of european medium-sized cities,» *Rapport technique, Vienna Centre of Regional Science*, 2007, Last Accessed 16 June 2017.
- [3] B. Bowerman, J. Braverman, J. Taylor, H. Todosow και U. Von Wimmersperg, «The vision of a smart city,» στο *2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris*, Last Accessed 16 June 2017, τόμ. 28, 2000.
- [4] A. Glasmeier και M. Nebiolo, «Thinking about smart cities,» *Department of urban Studies and Planning, MIT*, 2015, Last Accessed 16 June 2017.
- [5] C. D. Maning, P. Raghavan και H. Schutze, *Introduction to Information Retrieval*, 1η έκδοση. Cambridge University Press, Ιούλ. 2008, ISBN: 0521865719.
- [6] D. M. Blei. (Φεβ. 2008). Hierchical clustering-2. Last Accessed 04 August 2017, Princeton University, διεύθν.: <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr08/cos424/slides/clustering-2.pdf>.
- [7] M. Eisen. (Αύγ. 2017). Cluster 3.0 Open source Clustering software, Standford University - Berkeley Lab, διεύθν.: <http://bonsai.hgc.jp/~mdehoon/software/cluster/software.htm>.
- [8] alokito. (Αύγ. 2017). Java Treeview, SourceForge - Download, Develop και Publish Free Open Source Software, διεύθν.: [https://sourceforge.net/projects/jtreeview/?source=typ\\_redirect](https://sourceforge.net/projects/jtreeview/?source=typ_redirect).
- [9] M. Romkey, S. N., V. Ramanarayanan κ.ά., «Smart cities... Not just the sum of its parts,» Monitor Delloitte, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2015, Last Accessed 16 June 2017. διεύθν.: <https://www2.deloitte.com/ye/en/pages/strategy/articles/smart-cities-where-to-go.html>.
- [10] A. Meijer και M. Bolivar, «Governing the smart city: Scaling-up the search for socio-techno synergy,» στο *2013EGPA Conference Proceedings*, Last Accessed 16 June 2017, 2013.
- [11] M. Batty, K. W. Axhausen, F. Giannotti, A. Pozdnoukhov, A. Bazzani, M. Wachowicz, G. Ouzounis και Y. Portugali, «Smart cities of the future,» *The European Physical Journal Special Topics*, τόμ. 214, αρθμ. 1, σσ. 481–518, 2012, Last Accessed 16 June 2017.

- [12] M. J. Dixon, «How smart cities save money (and the planet),» *Harvard Business Review*, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [13] M. I. ο. T. MIT Cities, «About City Science,» *The City Science Initiative*, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [14] T. Nam και T. A. Pardo, «Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions,» στο *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times*, Last Accessed 16 June 2017, ACM, 2011, σσ. 282–291.
- [15] P. Lombardi, «New challenges in the evaluation of Smart Cities,» *Network Industries Quarterly*, τόμ. 13, αρθμ. 3, σσ. 8–10, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [16] M. Roseland, «Dimensions of the eco-city,» *Cities*, τόμ. 14, αρθμ. 4, σσ. 197–202, 1997, Last Accessed 16 June 2017.
- [17] G. Haughton και C. Hunter, *Sustainable cities*. Routledge, 2004, Last Accessed 16 June 2017.
- [18] N. Munier, *Handbook on urban sustainability*. Springer Dordrecht, 2007, Last Accessed 16 June 2017.
- [19] J. Zhao, *Towards sustainable cities in China: analysis and assessment of some Chinese cities in 2008*. Springer Science & Business Media, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [20] H. Schaffers, N. Komninos, P. Tsarchopoulos, M. Pallot, B. Trousse, E. Posio, J. Fernandez, H. Hielkema, P. Hongisto, E. Almirall κ.ά., «Landscape and roadmap of future internet and smart cities,» 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [21] H. Schaffers, N. Komninos, M. Pallot, B. Trousse, M. Nilsson και A. Oliveira, «Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation,» στο *The Future Internet Assembly*, Last Accessed 16 June 2017, Springer, 2011, σσ. 431–446.
- [22] H. Chourabi, T. Nam, S. Walker, J. R. Gil-Garcia, S. Mellouli, K. Nahon, T. A. Pardo και H. J. Scholl, «Understanding smart cities: An integrative framework,» στο *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*, Last Accessed 16 June 2017, IEEE, 2012, σσ. 2289–2297.
- [23] J. A. A. González και A. Rossi, «New trends for smart cities,» *OPEN INNOVATION mechanisms in smart cities*, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [24] Y. Yoshihito, S. Atsuosh, T. Masato και Y. Mayuko, «Smart Sustainable City Overview,» *Hitachi Review*, τόμ. 61, αρθμ. 3, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [25] K. Gandhi, L. O’Connell, P. B. Lange, J. Romualdi και R. Dhamodaran, «IBM’s Smarter Cities Challenge,» *Copenhagen Report*, 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [26] S. Electric, *Smart Cities -Explore Smart Cities*, Schneider-Electric Website, <http://www.schneider-electric.com/b2b/en/solutions/for-business/smart-cities/explore-our-offer/explore-smart-cities/> - Last Accessed 16 June 2017.
- [27] S. Cities, «Transforming 21st Century city via the creative use of technology,» *ARUP, London, September.–2010*, 2010, Last Accessed 16 June 2017.
- [28] IBM, «Smarter Cities,» *IBM Smarter Planet*, 2014, Last Accessed 16 June 2017.

- [29] —, «Smarter, More Competitive Cities,» *IBM Smarter Planet*, Ιαν. 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [30] —, «India Needs Sustainable Cities,» *IBM Smarter Planet*, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [31] A. Lucent, *Understanding the Market Opportunity in the Cities of Tomorrow*, Last Accessed 16 June 2017, Φεβ. 2011.
- [32] C. Aoun, «The Smart City Cornerstone: Urban Efficiency,» Schneider Electric, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [33] Hitachi, «Smart Cities: Hitachi,» Hitachi Ltd, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [34] B. Berton, P. Massat και S. Collinson, «Building and Managing an Intelligent City,» Accenture Management Consulting, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [35] S. Takenaka, «Toshiba Smart Community,» Toshiba, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, Φεβ. 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [36] Telefonica, «What Is a Smart Sustainable City?» Telefonica, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [37] M. Webb, R. Finighan, V. Buscher, L. Doody, E. Cosgrave, S. Giles, J. Hawes-Hewitt, N. Walt και C. Mulligan, «The New Economics of Cities,» The Climate Group: Arup, Accenture, Horizon, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [38] H. Ltd, *Brilliant Life Powered by Smart Sustainable City*, Last Accessed 16 June 2017, 2014.
- [39] S. USA, «Transforming Cities for the Better through Sustainable Technology,» Siemens USA, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [40] C. Patel, «Rebuilding Cities Right,» *HP News January-March 2009*, 2009, Last Accessed 16 June 2017.
- [41] Oracle, «Solutions for Smart Cities,» Oracle Corporation, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [42] A. Carter, S. Peel, H. Dunlop, J. Alexander, C. Blackburn και T. Bridges, «The Role of ITC in Creating a Low-carbon City Region Economy,» University of Bradford - Leeds City, UK, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, Σεπτ. 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [43] Capgemini, *Build Smarter Cities for the Future*, Last Accessed 16 June 2017, 2014.
- [44] ABB, «Smart Cities in Italy: An opportunity in the Spirit of the Renaissance for a New Quality of Life,» ABB Technology, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [45] Fujitsu, «Making Secure Prosperous Society a Reality,» Fujitsu, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [46] e. a. Kehoe Michael, *Smarter Cities Series: A Foundation for Understanding IBM Smarter Cities*. IBM - Red Books, Δεκ. 2011, Page 3 - Last Accessed 16 June 2017.
- [47] IBM, *IBM Offers Smarter City Assesment Tool*, Last Accessed 16 June 2017, 2009.

- [48] SAP, «SAP Urban Matters: Better Cities, Better Lives,» SAP, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [49] G. Colclough, «Government -Leading Cities Through the Change,» Capgemini - Global Cities, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, Ιούλ. 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [50] e. a. Hirst Paula, «Joint European Support for Sustainable Investments in City Areas,» European Investment Bank, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, Δεκ. 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [51] N. Lövehagen και A. Bondesson, «Evaluating sustainability of using ICT solutions in smart cities—methodology requirements,» στο *International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability*, Last Accessed 16 June 2017, 2013, σσ. 175–182.
- [52] I. Azkuna, «Smart Cities Study: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities,» *The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao*, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [53] E. Commission, *Smart Cities and Communities*, <https://eu-smartcities.eu/faqs>, Last Accessed 16 June 2017, 2014.
- [54] M. Schweiker, «Aims and Goals of Smart City Management—Putting Quality of Citizens Life first,» στο *Open Days Workshop 05A34 „Smart Sustainable Cities and Regions*, Last Accessed 16 June 2017, 2010.
- [55] J.-H. Lee και M. Hancock, «Toward a framework for smart cities: A comparison of Seoul, San Francisco and Amsterdam,» *INNOVATIONS FOR SMART GREEN CITIES: WHAT'S WORKING, WHAT'S NOT, WHAT'S NEXT. Oberndorf Event Center*, σσ. 26–27, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [56] I. F. G. on Smart Sustainable Cities”, «Current Activities For Smart Sustainable Cities,» Japan Ministry of Internal Affairs και Communications (MIC), ITU International, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2013, Contribution No. FG-SSC-0033 - Last Accessed 16 June 2017.
- [57] E. Commission, «European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities,» European Commission, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, Οκτ. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [58] I. Homeier, «Smart Sustainable City Wien Initiative,» City of Vienna, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, Μάι. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [59] M. Deakin, «Towards Smart(er) Cities,» European Commission, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [60] R. Horbaty, «Smart Cities - Intelligente Vernetzung Kommunalen Infrastruktur,» European Energy Award - Energie Schweiz, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, Μάι. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [61] R. G. Hollands, «Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?» *City*, τόμ. 12, αρθμ. 3, σσ. 303–320, 2008, Last Accessed 16 June 2017.
- [62] S. C. Council, «Defintions and Overviews, Smart Cities,» Smart Cities Council, δημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.



- [63] M. Comstock, «What is a Smart Sustainable City and How Can a City Boost its IQ?» *World Bank Blogs*, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [64] B. Dictionary, *Smart Sustainable City*, <http://www.businessdictionary.com/definition/smart-city.html>, 2014.
- [65] M. Ott, «Tools for Sustainable Cities,» *HBR Blog Network*, Απρ. 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [66] I. F. G. on Smart Sustainable Cities, «White Paper on Smart Sustainable Cities,» International Telecommunication Union (ITU), αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, Μάι. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [67] K. Sekhar, «Smart Sustainable Cities - Food For Thought,» University of Singapore, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, Μάι. 2014, Contribution No. FG-SSC-0013, ITU Focus Group on Smart Sustainable Cities - Last Accessed 16 June 2017.
- [68] I. F. G. on Smart Sustainable Cities, «Smart Sustainable Cities & Smart Statistics,» Government of Italy, ITU Focus Group on Smart Sustainable Cities, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, Μάι. 2013, ITU Contribution No. FG-SSC-0014, Turin, Italy - Last Accessed 16 June 2017.
- [69] J. S. Hwang και Y. H. Choe, «Smart Cities Seoul: A Case Study,» *International Telecommunication Union*, 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [70] B. Cohen, «The top 10 smart cities on the planet,» *Co. Exist*, τόμ. 11, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [71] B. Standard, «Manesar to home Eco-city project,» *BS Reporter*, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [72] D. Washburn, U. Sindhu, S. Balaouras, R. A. Dines, N. Hayes και L. E. Nelson, «Helping CIOs understand “smart city” initiatives,» *Growth*, τόμ. 17, αρθμ. 2, σσ. 1–17, 2009, Last Accessed 16 June 2017.
- [73] E. Woods και C. Wheelock, «Smart Cities - Infrastructure, Information, and Communication Technologies for Energy, Transportation, Buildings, and Government: City and Supplier Profiles, Market Analysis, and Forecasts,» Navigant Research, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [74] S. Hodgkinson, «Is your city smart enough?» *Digitally enabled cities and societies will enhance economic, social, and environmental sustainability in the urban century*, τόμ. 98, Μαρ. 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [75] J. Belissent κ.ά., «Getting Clever About Smart Cities: New Opportunities Require New Business Models; Forrester Research,» *Inc.: Cambridge, MA, USA*, 2010, Last Accessed 16 June 2017.
- [76] A. Di Maio, «Technology Is Almost Irrelevant for Smart Cities To Succeed,» *Gartner*, Αύγ. 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [77] A. Brooks, M. Zannoni και R.-Y. Clarke, «Smart Cities Strategies,» *IDC Government Insights*, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [78] EY, «Innovative Future of Russia’s Cities,» Ernst & Young (EY), αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2014, Last Accessed 16 June 2017.

- [79] T. Craren, B. Dougher και K. Wylde, «Cities of Opportunity,» Partnership for New York City, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [80] E. Woods και G. John, «Smart Sustainable City Suppliers,» Navigant Resaerch, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [81] S. Haji, *State of Cleantech Innovation, Deloitte Services LP*, Last Accessed 16 June 2017, 2013.
- [82] S. Bouton, M. Lindsay και J. Woetzel, «New models for sustainable growth in emerging-market cities,» *McKinsey on Sustainability and Resource Productivity, Summer*, Ιούν. 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [83] D. Toppeta, «The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, “livable”, sustainable cities,» *The Innovation Knowledge Foundation. Think*, Οκτ. 2010, Last Accessed 16 June 2017.
- [84] A. Jaokar, «Big data for smart cities,» *Smart Cities Industry Summit, London*, σσ. 25–26, Σεπτ. 2012, Last Accessed 16 June 2017.
- [85] *The Apps for Smart Cities Manifesto*, World Smart Capital, 2012.
- [86] C. C. S. A. (CCSA), *Definition of Smart Cities*, in Chinese, 2014.
- [87] O. Bouyges, B. Roland, C. Michel, E. Ulf και et. al, «European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities,» European Commission, αδημοσίευτη ερευνητική εργασία, Οκτ. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [88] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanovic και E. Meijers, «Smart cities: Ranking of European medium-sized cities, Final Report, Centre of Regional Science, Vienna UT,» *Centre of regional Science (SRF), Vienna University of Technology, University of Ljubljana, Delft University of Technology*, Οκτ. 2007, Last Accessed 16 June 2017.
- [89] E. Rapoport, «Utopian Visions and Real Estate Dreams: The Eco-city Past, Present and Future,» *Geography Compass*, τόμ. 8, αρθμ. 2, σσ. 137–149, Φεβ. 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [90] A. Alusi, R. G. Eccles, A. C. Edmondson και T. Zuzul, «Sustainable cities: oxymoron or the shape of the future?» *Harvard Business School, Working paper 11-062*, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [91] P. Nijkamp, P. Lombardi, S. Giordano, A. Caragliu, C. Del Bo, M. Deakin και K. Kourtit, «An advanced triple-helix network model for Smart Cities performance,» *Research Memorandum, VU University Amsterdam Faculty of Economics*, τόμ. 45, σσ. 1–22, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [92] D.-R. Monedero, A. Bartoli, J. Hernández-Serrano, J. Forné και M. Soriano, «Reconciling privacy and efficient utility management in smart cities,» *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, τόμ. 25, αρθμ. 1, σσ. 94–108, Σεπτ. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [93] P. Ballon, J. Glidden, P. Kranas, A. Menychtas, S. Ruston και S. Van Der Graaf, «Is there a need for a cloud platform for european smart cities?» Στο *eChallenges e-2011 Conference Proceedings, IIMC International Information Management Corporation*, Last Accessed 16 June 2017, 2011, σσ. 1–7.

- [94] D. Antrobus, «Smart green cities: from modernization to resilience?» *Urban Research & Practice*, τόμ. 4, αρθμ. 2, σσ. 207–214, Ιούλ. 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [95] S. Allwinkle και P. Cruickshank, «Creating smart-er cities: An overview,» *Journal of urban technology*, τόμ. 18, αρθμ. 2, σσ. 1–16, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [96] K. Benouaret, R. Valliyur-Ramalingam και C. S. Charoy François, «Building smart cities with large-scale citizen participation,» *IEEE Computer Society*, τόμ. 17, αρθμ. 6, σσ. 57–63, Σεπτ. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [97] R. Papa, «Editorial preface. Smart City: Researches, Projects and Good Practices for the City,» *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, τόμ. 6, αρθμ. 1, σσ. 3–4, Απρ. 2013, Last Accessed 16 June 2017.
- [98] J. H. Lee, M. G. Hancock και M.-C. Hu, «Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco,» *Technological Forecasting and Social Change*, τόμ. 89, σσ. 80–99, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [99] S. Paroutis, M. Bennett και L. Heracleous, «A strategic view on smart city technology: The case of IBM Smarter Cities during a recession,» *Technological Forecasting and Social Change: An international Journal*, τόμ. 89, σσ. 262–272, 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [100] M.-L. Marsal-Llacuna, J. Colomer-Llinàs και J. Meléndez-Frigola, «Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative,» *Technological Forecasting and Social Change*, τόμ. 90, σσ. 611–622, 2015, Last Accessed 16 June 2017.
- [101] A. Kramers, M. Höjer, N. Lövehagen και J. Wangel, «Smart sustainable cities—Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities,» *Environmental Modelling & Software*, τόμ. 56, σσ. 52–62, Ιαν. 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [102] P. Neirotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano και F. Scorrano, «Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts,» *Cities: The International Journal of Urban Policy and Planning*, τόμ. 38, σσ. 25–36, Ιαν. 2014, Last Accessed 16 June 2017.
- [103] M. Naphade, G. Banavar, C. Harrison, J. Paraszczak και R. Morris, «Smarter cities and their innovation challenges,» *IBM Journal of Research and Development*, τόμ. 44, αρθμ. 6, σσ. 32–39, 2011, Last Accessed 16 June 2017.
- [104] E. Asimakopoulou και N. Bessis, «Buildings and crowds: Forming smart cities for more effective disaster management,» στο *Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), Fifth International Conference*, Last Accessed 16 June 2017, IEEE, 2011, σσ. 229–234.
- [105] E. N. Nfuka και L. Rusu, «Critical Success Factors for Effective IT Governance in the Public Sector Organizations in a Developing Country: The Case of Tanzania.,» στο *18th ECIS Conference, Pretoria, South Africa*, Last Accessed 16 June 2017, Ιούν. 2010.
- [106] C. Yin, Z. Xiong, H. Chen, J. Wang, D. Cooper και B. David, «A literature survey on smart cities,» *Science China Information Sciences*, τόμ. 58, αρθμ. 10, σσ. 1–18, 2015, Last Accessed 16 June 2017.

- [107] E. Al Nuaimi, H. Al Neyadi, N. Mohamed και J. Al-Jaroodi, «Applications of big data to smart cities,» *Journal of Internet Services and Applications*, τόμ. 6, αρθμ. 1, σ. 25, 2015, Last Accessed 16 June 2017.
- [108] J. Van den Bergh και S. Viaene, «Key challenges for the smart city: Turning ambition into reality,» στο *System Sciences (HICSS), 2015 48th Hawaii International Conference*, Last Accessed 16 June 2017, IEEE, 2015, σσ. 2385–2394.
- [109] R. Petrolo, V. Loscrì και N. Mitton, «Towards a smart city based on cloud of things, a survey on the smart city vision and paradigms,» *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, Μαρ. 2015, Last Accessed 16 June 2017.
- [110] L. G. Anthopoulos, «Understanding the smart city domain: A literature review,» στο *Transforming city governments for successful smart cities*, Last Accessed 16 June 2017, Springer Switzerland, 2015, σσ. 9–21.
- [111] A. Monzon, «Smart cities concept and challenges: Bases for the assessment of smart city projects,» στο *International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems*, Last Accessed 16 June 2017, Springer, τόμ. 579, 2015, σσ. 17–31.
- [112] Z. Khan, A. Anjum, K. Soomro και M. A. Tahir, «Towards cloud based big data analytics for smart future cities,» *Journal of Cloud Computing*, τόμ. 4, αρθμ. 1, σ. 2, 2015, Last Accessed 16 June 2017.
- [113] A. Monzon, «Smart city architecture and its applications based on IoT,» στο *6th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2015)*, Last Accessed 16 June 2017, τόμ. 52, 2015, σσ. 1089–1094.
- [114] F. Ricciardi και S. Za, «Smart city research as an interdisciplinary crossroads: a challenge for management and organization studies,» στο *From Information to Smart Society*, Last Accessed 16 June 2017, Springer, 2015, σσ. 163–171.
- [115] C. F. Calvillo, A. Sánchez-Miralles και J. Villar, «Energy management and planning in smart cities,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, τόμ. 55, σσ. 273–287, 2016, Last Accessed 16 June 2017.
- [116] L. A. Martucci, S. Fischer-Hübner, M. Hartswood και M. Jirotko, «Privacy and Social Values in Smart Cities,» στο *Designing, Developing, and Facilitating Smart Cities*, Last Accessed 16 June 2017, Springer, 2017, σσ. 89–107.
- [117] T. V. Kumar και B. Dahiya, «Smart Economy in Smart Cities,» στο *Smart Economy in Smart Cities*, Last Accessed 16 June 2017, Springer, 2017, σσ. 3–76.
- [118] L. Zhuhadar, E. Thrasher, S. Marklin και P. O. de Pablos, «The next wave of innovation—Review of smart cities intelligent operation systems,» *Computers in Human Behavior*, τόμ. 66, σσ. 273–281, Ιαν. 2017, Last Accessed 16 June 2017.
- [119] S. E. Bibri και J. Krogstie, «Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review,» *Sustainable Cities and Society*, τόμ. 31, σσ. 183–212, Μάρ. 2017, Last Accessed 16 June 2017.
- [120] J. Barth, K. Fietkiewicz, J. Gremm, S. Hartmann, A. Ilhan, A. Mainka, C. Meschede και W. Stock, «Informational Urbanism. A Conceptual Framework of Smart Cities,» στο *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, Last Accessed 16 June 2017, 2017.

- [121] A. K. Glasmeier και M. Nebiolo, «Thinking about Smart Cities: The Travels of a Policy Idea that Promises a Great Deal, but So Far Has Delivered Modest Results,» *Sustainability*, τόμ. 8, αρθμ. 11, σ. 1122, 2016, Last Accessed 16 June 2017.

