



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γενικό Τμήμα Λάρισας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διοίκηση Έργων και
Προγραμμάτων»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
«Πλατφόρμες carpooling ως έργα: Σύγκριση επιχειρηματικών
μοντέλων και αρχιτεκτονικές»

Δημήτριος Τζήμος

Επιβλέπων: Δρ. Λεωνίδας Γ. Ανθόπουλος

Λάρισα, Μάρτιος 2021

“Αφιερώνω την παρούσα εργασία στην σύζυγό μου και στις κόρες μου για την υπομονή και την αμέριστη υποστήριξή τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Ευχαριστώ τον καθηγητή κ. Λεωνίδα Ανθόπουλο για την άριστη συνεργασία και την καθοδήγηση κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, καθώς και όλους τους καθηγητές του προγράμματος που πρόσφεραν απλόχερα τις γνώσεις τους.”

Περίληψη

Η χρήση του carpooling για το αμοιβαίο οικονομικό όφελος του οδηγού και των επιβατών έχει μακρά ιστορία. Ωστόσο, η άνεση του ταξιδιού χωρίς συνεπιβάτες, η αύξηση της ιδιοκτησίας αυτοκινήτων και η δυσκολία στην εύρεση συνταξιδιωτών με αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα και δρομολόγιο διατηρούν την χρήση του carpooling σε χαμηλά επίπεδα. Η τεχνολογία είναι ένας βασικός παράγοντας ενίσχυσης των διαδικτυακών πλατφορμών που διευκολύνουν τη διαδικασία αντιστοίχισης συνταξιδιωτών και οδηγούν στην αύξηση των υπηρεσιών carpooling. Οι υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης με την χρήση carpooling μπορεί να είναι μια εναλλακτική λύση που μπορούν να βοηθήσουν τις έξυπνες πόλεις να μειώσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις εκπομπές αερίου. Ωστόσο, απαιτούν την κατάλληλη αρχιτεκτονική για την διασύνδεση με την υποδομή της πόλης, όπως λωρίδες για οχήματα carpooling, καθορισμένο χώρο στάθμευσης και εκπτώσεις διόδων για την ενθάρρυνση του carpooling.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την εξέλιξη στον τομέα της γνώσης των πλατφορμών έξυπνης μετακίνησης σε έξυπνες πόλεις, εκτελείται μια εκτεταμένη βιβλιομετρική ανάλυση τριών ξεχωριστών βιβλιογραφικών συλλογών χρησιμοποιώντας το Bibliometrix R-Tool, σε συνδυασμό με συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση. Διαπιστώνεται ότι οι πλατφόρμες έξυπνης μετακίνησης με την χρήση carpooling θα μπορούσαν να ενισχύσουν την αξία που παράγεται τόσο για τους συμμετέχοντες όσο και για τις έξυπνες πόλεις προσφέροντας αντιστοίχιση διαδρομών σε πραγματικό χρόνο, διασύνδεση με δημόσια μέσα μεταφοράς και άλλες αστικές συγκοινωνίες, ασφαλείς συναλλαγές, υπηρεσίες που βασίζονται στη φήμη των πολιτών και προγράμματα carpooling σε επίπεδο οργανισμού. Το επιχειρηματικό μοντέλο πλατφόρμας πολλαπλών πλευρών είναι κατάλληλο για τις υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης carpooling και μπορεί να ενσωματωθεί στην αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων. Τέλος, εξετάζοντας την δομή της έξυπνης πόλης, παρουσιάζεται μια αρχιτεκτονική πλατφόρμας carpooling, η οποία ενσωματώνεται στις υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης.

Τα αποτελέσματα της εργασίας έχουν συμπεριληφθεί σε άρθρο για το workshop “The Web Conference 2021 (WWW2021), 30th World Wide Web International Conference, Ljubljana, Slovenia, April 19-23, 2021” (L. Anthopoulos & Tzimos, 2021). Επιπλέον έχουν συμπεριληφθεί σε άρθρο που υποβλήθηκε στα περιοδικά «Transportation Research Part A» και «Transport Reviews», στα οποία δεν προέκυψε δημοσίευση καθώς ήταν εκτός του πεδίου ενδιαφέροντος των συγκεκριμένων περιοδικών.

Λέξεις κλειδιά – Carpooling, business model, smart mobility, smart city, project, platform

Abstract

Formulation of carpooling schemes for mutual cost benefits between the driver and the passengers has a long history. However, the convenience of driving alone, the increase of car ownership and the difficulties in finding travelers with matching schedule and route keeps car occupancy low. The technology is a key enabler of online platforms which facilitate the ride matching process and lead the increase of carpooling services. Smart carpooling services may be an alternative and enrichment for mobility, which can help smart cities reduce traffic congestion and gas emissions, but require the appropriate architecture to support connection with the city infrastructure such as high occupancy vehicle lanes, designated parking space and tolls and the public transportation services to incentivize carpooling participants.

To better understand the evolution of carpooling platforms in smart cities, an extensive bibliometric analysis of three separate specialized literature collections using the bibliometrix R-Tool, combined with a systematic literature review of selected papers is performed. It is identified that smart carpooling platforms could generate additional value for participants and smart cities with real-time ride matching, interconnection with public transportation and other city services, secure transactions, reputation-based services and closed organization carpooling schemes. To deliver this value to a smart city, a multi-sided platform business model is proposed, suitable for a carpooling service provider with multiple customer segments and partners. Finally, after examining the smart city structure a carpooling platform architecture is presented, which interconnects with the applicable smart city layers.

Keywords – Carpooling, business model, smart mobility, smart city, project, platform

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract.....	4
Περιεχόμενα.....	5
Κατάλογος Εικόνων.....	7
Κατάλογος Πινάκων	9
Συντομογραφίες	10
1. Εισαγωγή	11
1.1. Έξυπνη Πόλη - Έξυπνη Μετακίνηση	12
1.2. Carpooling.....	12
1.3. Επιχειρηματικό Μοντέλο.....	14
1.4. Ηλεκτρονικές Πλατφόρμες Υπηρεσιών Έξυπνης Μετακίνησης.....	15
1.5. Έργο Ανάπτυξης Πλατφόρμας Carpooling στην Έξυπνη Πόλη	16
2. Μεθοδολογία Έρευνας.....	19
2.1. Βιβλιομετρική Ανάλυση	20
2.2. Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	22
2.3. Διαμόρφωση Ερευνητικών Ερωτημάτων	23
2.4. Ερευνητικό Πρωτόκολλο.....	24
2.5. Συλλογή Δεδομένων	25
2.6. Ανάλυση Δεδομένων	28
3. Αποτελέσματα.....	34
3.1. Περιγραφική Βιβλιομετρική Ανάλυση – Σύνοψη Δεδομένων	34
3.2. Βιβλιογραφική Συλλογή #1	36
3.3. Βιβλιογραφική Συλλογή #2	43
3.4. Βιβλιογραφική Συλλογή #3	49
3.5. Συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση	55
4. Συζήτηση.....	65
5. Συμπεράσματα	70
5.1. Ερευνητικό Ερώτημα 1	70
5.2. Ερευνητικό Ερώτημα 2.....	71
5.3. Ερευνητικό Ερώτημα 3	71
5.4. Περιορισμοί ερευνητικής μεθοδολογίας.....	71
5.5. Προτάσεις	72
5.6. Δεδομένα.....	72
Βιβλιογραφία	73

Παράρτημα Α – Κώδικας Βιβλιομετρικής Ανάλυσης.....88

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1-1: Τρόπος μετακίνησης στην εργασία ανά έτος στις ΗΠΑ.....	13
Εικόνα 1-2: Ενδεικτικός καμβάς επιχειρηματικού μοντέλου του Osterwalder.....	15
Εικόνα 1-3: Διάγραμμα Venn θεματικών περιοχών.....	18
Εικόνα 2-1: Σύνοψη ερευνητικής μεθοδολογίας ΜΔΕ.....	20
Εικόνα 2-2: RStudio.....	22
Εικόνα 2-3: Ερευνητικό πρωτόκολλο ΜΔΕ – Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων.....	24
Εικόνα 2-4: Βάση δεδομένων Scopus.....	26
Εικόνα 2-5: Βάση δεδομένων Web of Science.....	26
Εικόνα 2-6: Εξαγωγή δεδομένων BibTeX από Scopus.....	27
Εικόνα 2-7: Εξαγωγή δεδομένων BibTeX από Web of Science.....	28
Εικόνα 2-8: Βιβλιογραφική σύζευξη και συν-παραπομπή.....	30
Εικόνα 2-9: Παράδειγμα πίνακα Document × Attribute.....	31
Εικόνα 3-1: Documents per year and per country for the 3 collections.....	35
Εικόνα 3-2: Cumulative source growth of literature collection #1.....	37
Εικόνα 3-3: Source co-citation network of literature collection #1.....	38
Εικόνα 3-4: Authors co-citation network of literature collection #1.....	38
Εικόνα 3-5: Corresponding author’s country of literature collection #1.....	39
Εικόνα 3-6: Country collaboration network of literature collection #1.....	39
Εικόνα 3-7: Co-occurrence network of keywords in literature collection #1.....	40
Εικόνα 3-8: Cumulative occurrences of top keywords in literature collection #1.....	40
Εικόνα 3-9: Treemap of top keywords in literature collection #1.....	41
Εικόνα 3-10: Thematic map of literature collection #1.....	41
Εικόνα 3-11: Conceptual structure of literature collection #1.....	42
Εικόνα 3-12: Topic dendrogram of literature collection #1.....	43
Εικόνα 3-13: Thematic evolution of literature collection #1.....	43
Εικόνα 3-14: Source growth of literature collection #2.....	44
Εικόνα 3-15: Country collaboration network of literature collection #2.....	45
Εικόνα 3-16: Country scientific production of literature collection #2.....	45
Εικόνα 3-17: Co-occurrence network of keywords in literature collection #2.....	46
Εικόνα 3-18: Cumulative occurrences of top keywords in literature collection #2.....	46
Εικόνα 3-19: Treemap of top keywords in literature collection #2.....	46
Εικόνα 3-20: Thematic map of literature collection #2.....	47
Εικόνα 3-21: Conceptual structure of literature collection #2.....	48

Εικόνα 3-22: Topic dendrogram of literature collection #2	48
Εικόνα 3-23: Thematic evolution of literature collection #2	49
Εικόνα 3-24: Source growth of literature collection #3.....	50
Εικόνα 3-25: Source co-citation network of literature collection #3.....	50
Εικόνα 3-26: Country collaboration network of literature collection #3.....	51
Εικόνα 3-27: Country scientific production of literature collection #3	51
Εικόνα 3-28 : Co-occurrence network of keywords in literature collection #3.....	52
Εικόνα 3-29: Cumulative occurrences of top keywords in literature collection #3.....	52
Εικόνα 3-30: Treemap of top keywords in literature collection #3	53
Εικόνα 3-31: Thematic map of literature collection #3	53
Εικόνα 3-32: Conceptual structure of literature collection #3.....	54
Εικόνα 3-33: Topic dendrogram of literature collection #3	55
Εικόνα 3-34: Thematic evolution of literature collection #3.....	55
Εικόνα 3-35: The triadic business model canvas (source Andreassen et al., 2018)	61
Εικόνα 3-36: Service dominant business model radar (source Turetken et al., 2019)	62
Εικόνα 3-37: Reference architecture for smart city platforms (source (Santana et al., 2018))	63
Εικόνα 3-38: CityAction architecture (source (Martins et al., 2020)).....	64
Εικόνα 4-1: Smart carpooling services value	65
Εικόνα 4-2: Proposed BMC for Smart Carpooling Platform.....	67
Εικόνα 4-3: Smart city architecture – smart carpooling platform architecture.....	70

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2-1: Διαστάσεις ανάλυσης δεδομένων και εφαρμοζόμενη τεχνική	28
Πίνακας 3-1: Αριθμός άρθρων ανά βιβλιογραφική συλλογή	34
Πίνακας 3-2: Main indicators for each one of the 3 literature collections.....	35
Πίνακας 3-3: Studies for factors affecting carpooling	56
Πίνακας 3-4: Studies for carpooling interventions	58
Πίνακας 3-5: Studies for carpooling matching optimization.....	59
Πίνακας 3-6: Business model representation for smart cities platforms	60
Πίνακας 3-7: Platform architectures for smart cities	62
Πίνακας 4-1: Επεξήγηση ορολογίας προτεινόμενου BMC	68

Συντομογραφίες

ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών
BMC	Business Model Canvas
MaaS	Mobility as a Service
MCA	Multiple Correspondence Analysis
HOV	High Occupancy Vehicle

1. Εισαγωγή

Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού των πόλεων οδηγεί σε ραγδαία αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων, η οποία επιβαρύνει την κυκλοφορία, δυσχεραίνει την εύρεση θέσης στάθμευσης επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα ζωής, και αυξάνει την παραγωγή καυσαερίων επιβαρύνοντας το περιβάλλον. Το πρόβλημα ενισχύεται από την χαμηλή αξιοποίηση του αυτοκινήτου, καθώς στις περισσότερες μετακινήσεις χρησιμοποιείται από ένα άτομο, τον οδηγό.

Οι πόλεις, αξιοποιώντας την εξέλιξη της τεχνολογίας, γίνονται ολοένα και περισσότερο έξυπνες, με στόχο την βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου στο αστικό περιβάλλον. Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και το διαδίκτυο δίνουν ισχύ στις διαδικτυακές πλατφόρμες, οι οποίες διευκολύνουν την άμεση πρόσβαση των πολιτών σε υπηρεσίες και λύνουν το πρόβλημα της αντιστοίχισης της προσφοράς με την ζήτηση.

Στον τομέα της έξυπνης μετακίνησης, παρατηρείται στροφή από την έμφαση στο αντικείμενο και τις υποδομές προς την παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών για την παροχή αξίας προς τους τελικούς χρήστες. Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνεται μετάβαση από την ατομική ιδιοκτησία αυτοκινήτων στην μετακίνηση ως υπηρεσία (Mobility as a Service - MaaS) ενσωματώνοντας υπηρεσίες όπως carpooling, ride-hailing, ride-sharing, car-sharing (Turetken et al., 2019).

Οι διαδικτυακές πλατφόρμες έχουν συμβάλει καθοριστικά στην αύξηση του carpooling από το 2010 και μετά. Χαρακτηριστική είναι η επιτυχία της πλατφόρμας carpooling BlaBlaCar που ξεκίνησε από την Γαλλία, η οποία γνώρισε μια έκρηξη στην δημοτικότητα όταν δημιούργησε την εφαρμογή για έξυπνα κινητά (Montero, 2019). Διαθέτει πάνω από 90 εκ. χρήστες σε 22 χώρες της Ευρώπης και μέσω της υπηρεσίας έχουν πραγματοποιηθεί 30 δισ. χιλιόμετρα διαδρομών (About Us - BlaBlaCar, 2020).

Τα οφέλη από τον σχηματισμό carpooling είναι σημαντικά τόσο για τους συμμετέχοντες, οι οποίοι μοιράζονται το κόστος ταξιδιού, όσο και για την πόλη, όπου μειώνεται η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η ζήτηση θέσεων στάθμευσης και οι εκπομπές αερίου. Ωστόσο, η χρήση των υπηρεσιών carpooling στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων φαίνεται περιορισμένη. Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να εντοπίσει και να αναλύσει τη βιβλιογραφία που σχετίζεται με την παραγόμενη αξία, τα επιχειρηματικά μοντέλα και την αρχιτεκτονική των πλατφορμών carpooling στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων, σε σχέση με τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Πώς παράγεται αξία από τις υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης της μορφής carpooling;
- Με ποιο επιχειρηματικό μοντέλο μπορεί μια πλατφόρμα παροχής υπηρεσιών έξυπνης μετακίνησης της μορφής carpooling να προσεγγίσει μια έξυπνη πόλη και να προσφέρει τις υπηρεσίες της;
- Ποια είναι η αρχιτεκτονική ενός έργου ανάπτυξης πλατφόρμας carpooling στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης;

Μετά από την εισαγωγή στις θεματικές περιοχές που σχετίζονται με τα ερευνητικά ερωτήματα, στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζεται η ερευνητική μεθοδολογία. Στο **Κεφάλαιο 3** αναλύονται τα αποτελέσματα της βιβλιομετρικής ανάλυσης και της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Στο **Κεφάλαιο 4** αναπτύσσεται η συζήτηση γύρω από τα ευρήματα και τέλος στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, οι περιορισμοί και οι προτάσεις βελτίωσης της ερευνητικής μεθοδολογίας.

Τα δεδομένα, ο κώδικας της γλώσσας προγραμματισμού R για την βιβλιομετρική ανάλυση, καθώς και τα πλήρη αποτελέσματα της βιβλιομετρικής ανάλυσης είναι διαθέσιμα στον σύνδεσμο:

https://osf.io/ju2b7/?view_only=b5c1bb85b5754914b7033b31926fd422

Τα αποτελέσματα της εργασίας έχουν συμπεριληφθεί σε άρθρο για το workshop “The Web Conference 2021 (WWW2021), 30th World Wide Web International Conference, Ljubljana, Slovenia, April 19-23, 2021” (L. Anthopoulos & Tzimos, 2021). Επιπλέον έχουν συμπεριληφθεί σε άρθρο που υποβλήθηκε στα περιοδικά «Transportation Research Part A» και «Transport Reviews», στα οποία δεν προέκυψε δημοσίευση καθώς ήταν εκτός του πεδίου ενδιαφέροντος των συγκεκριμένων περιοδικών, ενώ προγραμματίζεται αποστολή στο Special Issue “Leveraging disruptive technology in unlocking, designing and orchestrating ecosystem-based business models” του Journal “Technological Forecasting and Social Change”.

1.1. Έξυπνη Πόλη - Έξυπνη Μετακίνηση

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την έξυπνη πόλη, όπως «Μια έξυπνη πόλη είναι μια πόλη με καλή απόδοση και προσήλωση στο μέλλον στα έξι χαρακτηριστικά [οικονομία, άνθρωποι, διακυβέρνηση, μετακίνηση, περιβάλλον, διαβίωση], που βασίζονται στον έξυπνο συνδυασμό των δραστηριοτήτων των αποφασιστικών, ανεξάρτητων και ενήμερων πολιτών» (Giffinger et al., 2007) και «Μια πόλη μπορεί να οριστεί ως έξυπνη όταν οι επενδύσεις σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο και παραδοσιακές (μεταφορές) και σύγχρονες (ΤΠΕ) υποδομές ενισχύουν την βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και την υψηλή ποιότητα ζωής, με συνετή διαχείριση των φυσικών πόρων, μέσω συμμετοχικής διακυβέρνησης» (Caragliu et al., 2011). Όλοι οι ορισμοί της έξυπνης πόλης που βρίσκονται στη βιβλιογραφία αναγνωρίζουν τον κυρίαρχο ρόλο της ΤΠΕ.

Η έξυπνη πόλη είναι μια σύνθετη και πολυδιάστατη έννοια που στοχεύει να υποστηρίξει και να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της αυξανόμενης αστικοποίησης. Η προσπάθεια για βελτίωση της κυκλοφορίας και μείωση της ρύπανσης έχει αυξήσει τις επενδύσεις των πόλεων στην αντιμετώπιση προβλημάτων αστικής μετακίνησης (Tanda & De Marco, 2019). Επιπλέον, η έξυπνη μετακίνηση αποτελεί μία από τις κύριες διαστάσεις συγκριτικής αξιολόγησης της έξυπνης πόλης (L. Anthopoulos, Janssen, et al., 2016), η οποία περιλαμβάνει μεταξύ άλλων υπηρεσιών έξυπνης μετακίνησης (π.χ. Parking Guidance Information Systems, Car or bike sharing) και το carpooling (L. Anthopoulos & Attour, 2018).

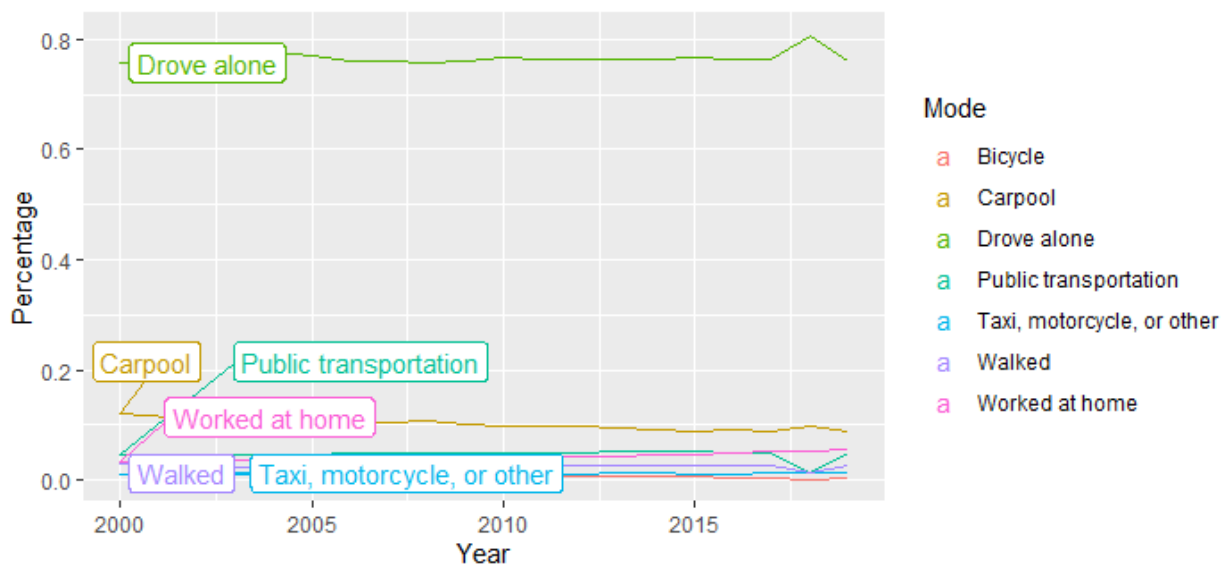
1.2. Carpooling

Το carpooling ορίζεται ως ένα κοινό ταξίδι όπου οι οδηγοί προσφέρουν τις κενές θέσεις στο αυτοκίνητο τους σε άλλους επιβάτες χωρίς κέρδος, ενώ οι επιβάτες μοιράζονται τα έξοδα του ταξιδιού. Στα Ελληνικά αποδίδεται ως “**Συνεπιβατισμός**”, ωστόσο λόγω της διάδοσης του όρου, καθώς και για λόγους συμφωνίας με την βιβλιογραφία στην εργασία διατηρείται ο όρος “**Carpooling**”. Μια επιτυχημένη διαδρομή carpooling απαιτεί ταύτιση των δρομολογίων, του χρόνου και του τόπου έναρξης και λήξης μεταξύ των επιβατών. Ο συντονισμός διευκολύνεται από τις πλατφόρμες παροχής υπηρεσιών carpooling με την καταβολή ενός ποσού για την χρήση ή δωρεάν όταν λειτουργεί από οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης (Guyader & Piscicelli, 2019).

Ένας άλλος ορισμός του carpooling είναι η συμφωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων ατόμων που δεν ανήκουν στο ίδιο νοικοκυριό και μοιράζονται τη χρήση ενός ιδιόκτητου αυτοκινήτου για ένα ταξίδι (ή μέρος ενός ταξιδιού), και οι επιβάτες συνεισφέρουν στα έξοδα του οδηγού. Το carpooling πρέπει να διακρίνεται σαφώς από την κοινή χρήση αυτοκινήτων, όπου το ίδιο όχημα χρησιμοποιείται από πολλά διαφορετικά άτομα, αλλά δεν ανήκει σε ιδιώτη (Delhomme & Gheorghiu, 2016).

Δύο είδη προγραμματισμού carpooling μπορούν να βρεθούν: περιοδική μετακίνηση (π.χ. προς την εργασία) και ad-hoc κατά την οποία ένας πολίτης μπορεί να ζητήσει την μετακίνηση από ένα μέρος σε άλλο (Mouftah & Erol-Kantarci, 2016).

Συχνά στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιείται ο όρος casual carpooling, ο οποίος αναφέρεται στην ανεπίσημη μορφή carpooling, που διαμορφώνεται με τρεις ή περισσότερους συμμετέχοντες ανά όχημα. Παρέχει οφέλη χρόνου και κόστους των συμμετεχόντων μέσω της πρόσβασης σε λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας (High-Occupancy Vehicle-HOV) και συχνά εκπτώσεις στα διόδια. Το casual carpooling σχηματίζεται σε εγκαταστάσεις στάθμευσης, σε κέντρα δημόσιας συγκοινωνίας ή κοντά σε στάσεις δημόσιων συγκοινωνιών κατά τις ώρες μετακίνησης στην εργασία (S. A. Shaheen et al., 2016). Ωστόσο, εξετάζοντας το ποσοστό χρήσης κάθε τρόπου μετακίνησης στην εργασία στις ΗΠΑ (United States. Department Of Transportation. Bureau Of Transportation Statistics, 2019), όπως φαίνεται στην *Εικόνα 1-1*, διαπιστώνεται ότι η χρήση του carpooling παραμένει σταθερή και περιορισμένη.



Εικόνα 1-1: Τρόπος μετακίνησης στην εργασία ανά έτος στις ΗΠΑ

Η χαμηλή χρήση του carpooling έχει εντοπιστεί και στις ευρωπαϊκές χώρες, όπου έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την ενίσχυσή του. Για παράδειγμα, πρωτοβουλίες που χρηματοδοτούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, όπως η Increase of Car Occupancy (ICARO, 1997) και η City-VITAlity-Sustainability (CIVITAS, 2002 and 2005) στοχεύουν στη μείωση του αριθμού των αυτοκινήτων που χρησιμοποιούνται και στην αύξηση του ποσοστού πληρότητας των αυτοκινήτων. Παρόλο που οι επενδύσεις που πραγματοποίησε η Ευρωπαϊκή Ένωση σε αυτά τα έργα ήταν μεγάλες, τα αποτελέσματά τους παραμένουν μέτρια και ο

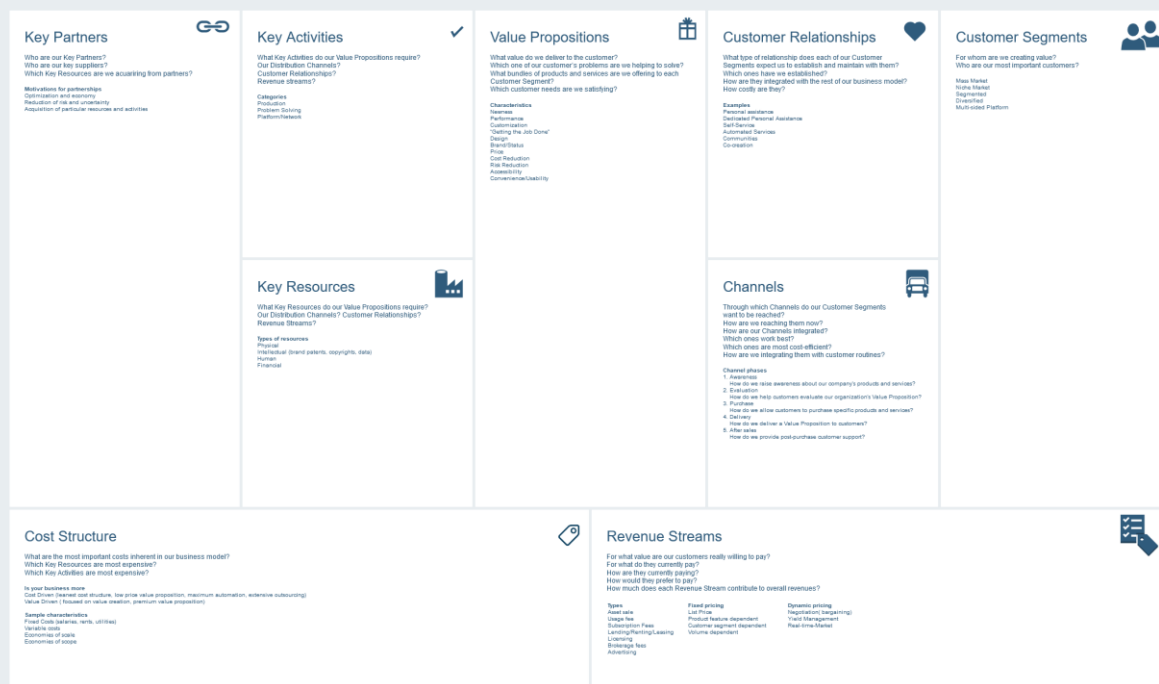
συνολικός αντίκτυπός τους στο carpooling στην Ευρώπη παραμένει πολύ χαμηλός (Delhomme & Gheorghiu, 2016).

1.3. Επιχειρηματικό Μοντέλο

Το επιχειρηματικό μοντέλο περιγράφει την λογική με την οποία ένας οργανισμός παράγει, παραδίδει και κατακτά την αξία. Η οπτικοποίηση του επιχειρηματικού μοντέλου μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από το Business Model Canvas (BMC) όπως φαίνεται στην *Εικόνα 1-2*. Το BMC δίνει την βάση μιας κοινώς αποδεκτής γλώσσας για την έννοια του επιχειρηματικού μοντέλου, η οποία χρησιμοποιείται από πληθώρα οργανισμών. Σύμφωνα με το BMC, το επιχειρηματικό μοντέλο ενός οργανισμού μπορεί να παρουσιαστεί μέσα από 9 δομικά στοιχεία που παρουσιάζουν την λογική με την οποία ο οργανισμός στοχεύει στην παραγωγή αξίας. Τα 9 δομικά στοιχεία καλύπτουν τις 4 περιοχές μιας επιχείρησης: Πελάτες, προσφορά, υποδομή και οικονομική βιωσιμότητα (Osterwalder et al., 2010).

Τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των επιχειρηματικών μοντέλων οικονομίας διαμοιρασμού (Sharing economy business models - SEBMs) έχει αυξηθεί σημαντικά και υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για την δυναμική αυτών των μοντέλων για την παραγωγή βιώσιμης αξίας, δηλαδή την μείωση του περιβαλλοντικού φορτίου, την βελτίωση της ποιότητας ζωής και την παροχή οικονομικού οφέλους. Τα SEBMs επιτρέπουν την αποδοτική και βιώσιμη αξιοποίηση πόρων που δεν αξιοποιούνται στο μέγιστο, την αποφυγή υπερκατανάλωσης πόρων, την αλλαγή καταναλωτικών συνηθειών και την δημιουργία βαθύτερων κοινωνικών σχέσεων μεταξύ των ανθρώπων. Σε μια προσπάθεια ταξινόμησης, 13 διαφορετικά SEBMs κατηγοριοποιούνται στις εξής 3 κατηγορίες: «Access economy», «Platform economy» και «Community-based economy». Παράλληλα εξετάζεται η δυναμική παραγωγής αξίας σε 3 διαστάσεις: Περιβαλλοντική αξία, κοινωνική αξία και οικονομική αξία (Laukkanen & Tura, 2020).

The Business Model Canvas



Εικόνα 1-2: Ενδεικτικός καμβάς επιχειρηματικού μοντέλου του Osterwalder

1.4. Ηλεκτρονικές Πλατφόρμες Υπηρεσιών Έξυπνης Μετακίνησης

Τα τελευταία χρόνια, οι μετακινήσεις μετασχηματίστηκαν ραγδαία χάρη στην εμφάνιση διαδικτυακών πλατφορμών, που μεσολαβούν μεταξύ παρόχων υπηρεσιών και επιβατών. Οι ψηφιακές πλατφόρμες όπως το Uber, το Lyft, το Didi και το Ola μεταμορφώνουν τις αστικές μετακινήσεις σε όλο τον κόσμο, ενώ το BlaBlaCar μεταμορφώνει τα ταξίδια μεγάλων αποστάσεων, ιδιαίτερα στην Ευρώπη.

Παρόλο που δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός της ψηφιακής πλατφόρμας, ουσιαστικά η πλατφόρμα αποτελεί τον ενδιάμεσο σε δύο ή περισσότερες κατηγορίες διαφορετικών χρηστών. Για παράδειγμα η εφημερίδα αποτελεί μία πλατφόρμα η οποία επιτρέπει την αλληλεπίδραση ανάμεσα στους αναγνώστες και στους διαφημιστές. Το κλειδί στην επιτυχία της πλατφόρμας είναι ο αριθμός των χρηστών κάθε πλευράς, δηλαδή όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός στην μία πλευρά τόσο μεγαλύτερο είναι το ενδιαφέρον από την άλλη πλευρά. Στο παράδειγμα της εφημερίδας, το ενδιαφέρον των διαφημιστών αυξάνεται όσο μεγαλύτερο είναι το αναγνωστικό κοινό και αντίστροφα όσο το περιεχόμενο της εφημερίδας εμπλουτίζεται χάρη στο κέρδος από τις διαφημίσεις τόσο αυξάνεται το ενδιαφέρον των αναγνωστών. Η πλατφόρμα έχει έναν σημαντικό ρόλο, καθώς καθορίζει την κατανομή του οφέλους όλων των εμπλεκόμενων μερών, δηλαδή των αναγνωστών, των διαφημιστών αλλά και της ίδιας της πλατφόρμας.

Το διαδίκτυο έχει πολλαπλασιάσει την ισχύ της πλατφόρμας σε πολύπλευρες αγορές. Οι ηγέτες του διαδικτύου αποτελούν στην πλειοψηφία τους πλατφόρμες, όπως η πλατφόρμα αναζήτησης Google που συνδέει τους διαφημιστές με τους παραγωγούς περιεχομένου (ιστοσελίδες) και αυτούς που αναζητούν το περιεχόμενο. Αντίστοιχα, η πλατφόρμα καταλυμάτων Airbnb συνδέει τους παρόχους καταλυμάτων με ανθρώπους που πρόκειται να τα χρησιμοποιήσουν. Ο ρόλος κλειδί του διαδικτύου στην επιτυχία του μοντέλου της πλατφόρμας έγκειται στην ευκολία της διασύνδεσης των εμπλεκόμενων μερών και στο χαμηλό κόστος.

Οι διαδικτυακές πλατφόρμες έχουν συμβάλει καθοριστικά στην αύξηση του carpooling από το 2010 και μετά, καθώς αυτοματοποιούν την αντιστοίχιση προσφοράς και ζήτησης με αλγόριθμους. Ο μεγάλος αριθμός παρόχων και καταναλωτών σε πλατφόρμες carpooling δημιουργεί τις απαραίτητες προϋποθέσεις επιτυχίας μιας πλατφόρμας. Επιπλέον, οι πλατφόρμες επιτρέπουν το χτίσιμο εμπιστοσύνης, καθώς οι συμμετέχοντες είναι εγγεγραμμένοι χρήστες που αξιολογούνται από το δίκτυο των χρηστών. Χαρακτηριστική είναι η επιτυχία της πλατφόρμας carpooling BlaBlaCar που ξεκίνησε από την Γαλλία και γνώρισε μια έκρηξη όταν δημιούργησε την εφαρμογή για έξυπνα κινητά (Montero, 2019).

Στον τομέα της έξυπνης μετακίνησης, παρατηρείται στροφή από την έμφαση στο αντικείμενο και τις υποδομές προς την παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών για την παροχή αξίας προς τους τελικούς χρήστες. Πιο συγκεκριμένα στις καθημερινές μετακινήσεις παρατηρείται μετάβαση από την ατομική ιδιοκτησία αυτοκινήτων στα συστήματα παροχής υπηρεσιών. Σε σχετική έρευνα, το 85% από σχεδόν 1000 ανώτερα στελέχη κορυφαίων εταιρειών αυτοκινήτων στον κόσμο συμφωνούν ότι τα ψηφιακά οικοσυστήματα θα παράγουν υψηλότερα έσοδα από την ίδια την πώληση αυτοκινήτων. Για την παροχή των υπηρεσιών, απαιτείται η ύπαρξη ψηφιακών συστημάτων για τη διαχείριση του τεράστιου όγκου πληροφοριών (Turetken et al., 2019).

1.5. Έργο Ανάπτυξης Πλατφόρμας Carpooling στην Έξυπνη Πόλη

Η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας για την παροχή υπηρεσιών carpooling σε μια έξυπνη πόλη αποτελεί ένα σύνθετο έργο, εμπλέκει πληθώρα ενδιαφερομένων και απαιτεί συνδυασμό υποδομών.

Με σκοπό την ταξινόμηση και την σύγκριση των έργων της έξυπνης πόλης παρουσιάστηκε το μοντέλο που βασίζεται σε 3 διαστάσεις: Την περιγραφή (σκοπός, εργαλεία, χορηγός, ενδιαφερόμενα μέρη), το επιχειρηματικό μοντέλο (διαχείριση, χρηματοδότηση υποδομών, πόροι) και τον σκοπό (πελάτης, προϊόν, γεωγραφική περιοχή) (Perboli et al., 2014).

Οι πρωταρχικές ερωτήσεις που καλείται να απαντήσει ο διαχειριστής πριν αναλάβει ένα έργο στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης, αφορούν σε 4 τομείς και μπορούν να δώσουν μια πρόωμη εκτίμηση για τις απαιτούμενες διαδικασίες: Καθορισμός της αποστολής του έργου, κινητοποίηση των χορηγών και των ιδιοκτητών των παραδοτέων του έργου, καθορισμός του κύκλου ζωής του έργου, ηγεσία της εκτέλεσης του έργου (L. Anthopoulos et al., 2014).

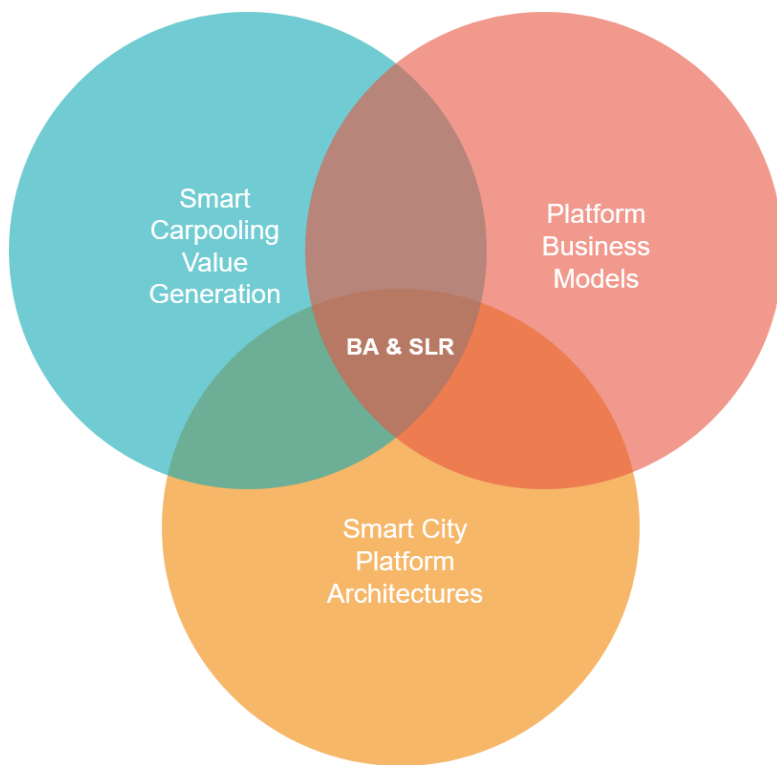
Επιπλέον, η σχεδίαση και ο προγραμματισμός για την υλοποίηση έργων έξυπνης μετακίνησης έχει ταξινομηθεί σε 8 κατηγορίες με πληθώρα υποκατηγοριών. Η ταξινόμηση επιτρέπει τον εντοπισμό των επιχειρηματικών ευκαιριών αλλά και την αναγνώριση της λειτουργικότητας η οποία έχει ήδη αναπτυχθεί και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί (Cledou et al., 2018).

Η επιτυχία του carpooling από το 2010 και μετά οφείλεται σε δύο παράγοντες: Στην οικονομία διαμοιρασμού και στις ψηφιακές πλατφόρμες. Το carpooling είναι μια πολύ αποδοτική μέθοδος για την μείωση των προβλημάτων κυκλοφορίας και τις εκπομπές ρύπων. Παρόλο που η αξιοποίηση των θέσεων του αυτοκινήτου στις πόλεις μπορεί να μειώσει την κυκλοφορία, η χρήση του carpooling παραμένει μικρή (Monchambert, 2020).

Η βιβλιογραφική επισκόπηση αναδεικνύει πληθώρα δημοσιεύσεων για τους λόγους που οι άνθρωποι συμμετέχουν ή δεν συμμετέχουν σε carpooling, τους αλγόριθμους αντιστοίχισης της προσφοράς και της ζήτησης, τα κίνητρα, τις τάσεις και τα στατιστικά. Επιπλέον, εμφανίζει συνεχώς αυξανόμενη βιβλιογραφία για τα επιχειρηματικά μοντέλα γενικότερα αλλά και ειδικότερα για υπηρεσίες και έργα της έξυπνης πόλης. Ωστόσο, διαπιστώνεται η έλλειψη εξειδικευμένης βιβλιογραφίας για το επιχειρηματικό μοντέλο με το οποίο μπορεί να λειτουργήσει μια πλατφόρμα παροχής έξυπνων υπηρεσιών carpooling στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης, όσο και για την αρχιτεκτονική με την οποία μπορεί να υλοποιηθεί ένα αντίστοιχο ολοκληρωμένο έργο.

Η δυνατότητα βελτιστοποίησης της αξιοποίησης του αυτοκινήτου, με την μεταφορά περισσότερων ανθρώπων, μπορεί να μειώσει σημαντικά την κυκλοφορία στις πόλεις, τις εκπομπές ρύπων, τα προβλήματα στάθμευσης, τον χρόνο και το κόστος μετακίνησης και τελικά να βελτιώσει την ποιότητα ζωής στο αστικό περιβάλλον. Η εξέλιξη της τεχνολογίας δίνει την δυνατότητα της δημιουργίας των απαραίτητων δικτύων για την επιτυχία της πλατφόρμας παροχής υπηρεσιών carpooling στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης.

Η παρούσα εργασία στοχεύει να εντοπίσει τον τρόπο με τον οποίο παράγεται αξία από την έξυπνη μετακίνηση με την χρήση carpooling τόσο για τους πολίτες μεμονωμένα όσο και για την πόλη συνολικά. Πιο συγκεκριμένα, στοχεύει να αναδείξει την παραγόμενη αξία από την μειωμένη κυκλοφορία, τις μειωμένες εκπομπές ρύπων και τις απαιτήσεις υποδομών στάθμευσης, καθώς και τα ατομικά οφέλη από την μείωση του κόστους καυσίμου και συντήρησης αυτοκινήτου, την μείωση του χρόνου μετακίνησης και την εξασφάλιση θέσης στάθμευσης. Επιπλέον, στοχεύει να καταγράψει και να αναδείξει το επιχειρηματικό μοντέλο της πλατφόρμας παροχής υπηρεσιών carpooling στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης με την χρήση του Business Model Canvas. Τέλος, στοχεύει να αποτυπώσει την αρχιτεκτονική ενός έργου ανάπτυξης πλατφόρμας carpooling σε μια έξυπνη πόλη ως προς την δομή και την απαραίτητη υποδομή (π.χ. σύστημα αντιστοίχισης οδηγού-επιβατών, θέσεις στάθμευσης κατά προτεραιότητα, λωρίδες ταχείας κυκλοφορίας, σημεία επιβίβασης - αποβίβασης, συμμετοχή οργανισμών - υπηρεσιών με κίνητρα προς τους εργαζομένους). Για να επιτευχθεί ο στόχος συνδυάζεται η Βιβλιομετρική Ανάλυση με την Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση στην θεματική περιοχή που προκύπτει από την τομή των περιοχών Smart Carpooling Value Generation, Platform Business Models και Smart City Platform Project Architectures όπως φαίνεται στην *Εικόνα 1-3*.



Εικόνα 1-3: Διάγραμμα Venn θεματικών περιοχών

2. Μεθοδολογία Έρευνας

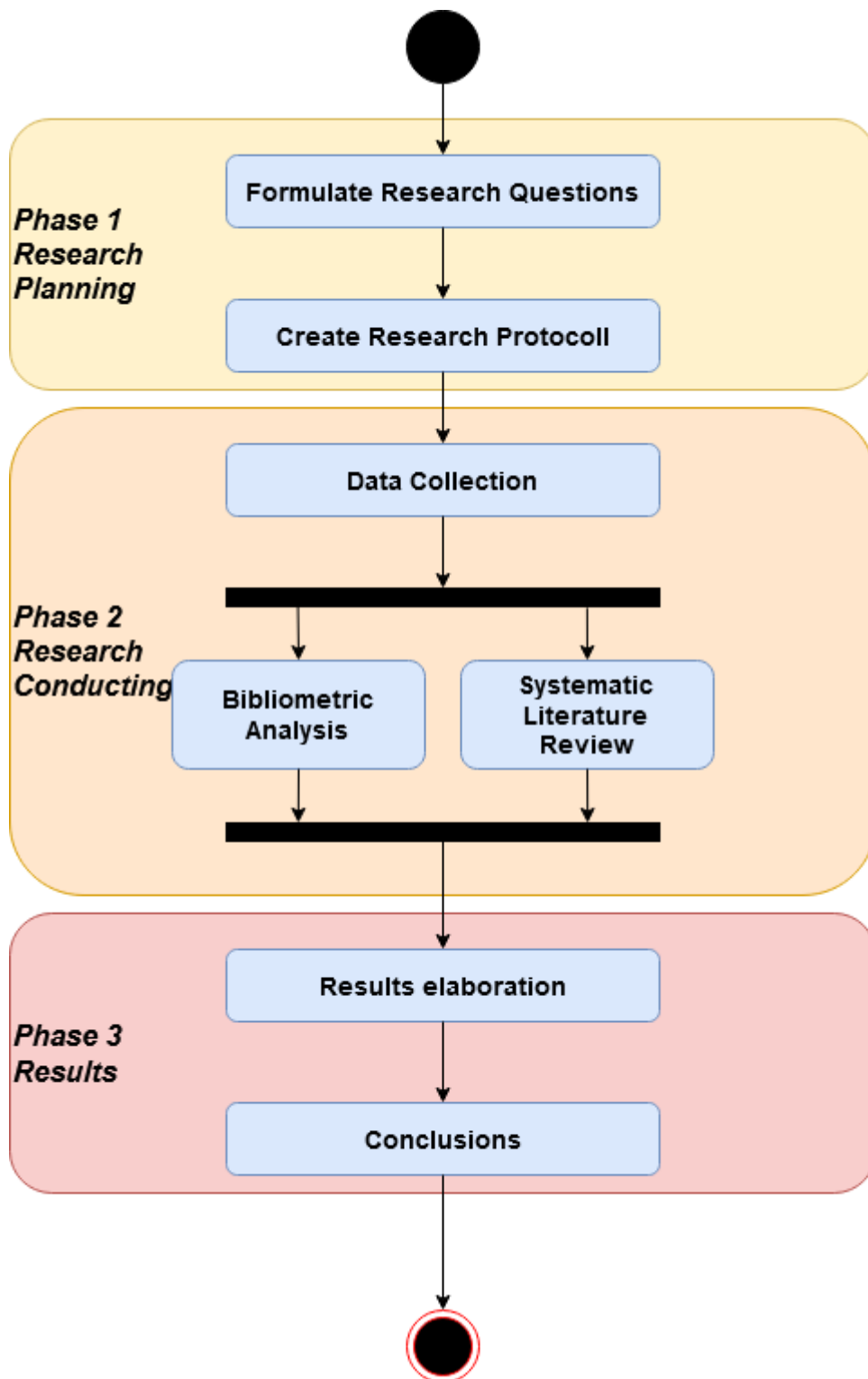
Για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων της ΜΔΕ επιλέγεται ο συνδυασμός της Βιβλιομετρικής Ανάλυσης με την Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση. Κύριοι στόχοι είναι η διασφάλιση υψηλής ποιότητας αποτελεσμάτων, η μεγιστοποίηση της αντικειμενικότητας και η δυνατότητα αναπαραγωγής των βημάτων της έρευνας για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Η Βιβλιομετρική Ανάλυση εστιάζει στην στατιστική ανάλυση της βιβλιογραφίας που δημοσιεύεται σε μια συγκεκριμένη θεματική περιοχή. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση της πληροφορίας ως προς συγκεκριμένες μεταβλητές, όπως επιστημονικά περιοδικά, ακαδημαϊκά ιδρύματα, συγγραφείς και χώρες. Είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την ποσοτική αξιολόγηση και ανάλυση της δημοσιευμένης επιστημονικής βιβλιογραφίας (Pritchard, 1969). Η συγκεκριμένη μεθοδολογία είναι πολύ χρήσιμη για την ταξινόμηση και την παροχή μιας γενικής επισκόπησης της βιβλιογραφίας, μέσα από την οπτικοποίηση και την ποσοτικοποίηση της εξέλιξης μιας συγκεκριμένης θεματικής περιοχής.

Η Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση στοχεύει στην χαρτογράφηση και στην αξιολόγηση της κύριας βιβλιογραφίας για τον εντοπισμό ερευνητικών κενών και την παρουσίαση των ορίων της γνώσης του θεματικού πεδίου. Διαφέρει από την παραδοσιακή αφηγηματική ανασκόπηση, υιοθετώντας μια συστηματική διαδικασία η οποία μπορεί να αναπαραχθεί, είναι επιστημονική και διαφανής, που στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της μεροληψίας μέσω εξαντλητικών βιβλιογραφικών αναζητήσεων μελετών και παρέχοντας συγκεκριμένα βήματα ελέγχου των αποφάσεων, των διαδικασιών και των συμπερασμάτων (Tranfield et al., 2003).

Στην ΜΔΕ, ακολουθείται η Βιβλιομετρική Ανάλυση σε συνδυασμό με την Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση για μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των θεματικών πεδίων, για τον εντοπισμό των πιο σημαντικών μελετών και συγγραφέων, καθώς και των υπαρχόντων πεδίων ερευνητικού ενδιαφέροντος. Η επιλογή του συνδυασμού των δύο μεθοδολογιών στοχεύει στην αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει καθεμία ξεχωριστά. Πιο συγκεκριμένα, η Βιβλιομετρική Ανάλυση επιτρέπει μια δυναμική ανάλυση για τον εντοπισμό της βιβλιογραφίας που συνέβαλε περισσότερο στην επιστημονική γνώση ενός τομέα. Η Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση παρέχει μια αξιόπιστη τεχνική που μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί σε ευρεία πεδία έρευνας για να επιλέξει την πιο σχετική βιβλιογραφία.

Τα στάδια εφαρμογής της ερευνητικής μεθοδολογίας της ΜΔΕ παρουσιάζονται συνοπτικά στην *Εικόνα 2-1*.



Εικόνα 2-1: Σύνοψη ερευνητικής μεθοδολογίας ΜΔΕ

2.1. Βιβλιομετρική Ανάλυση

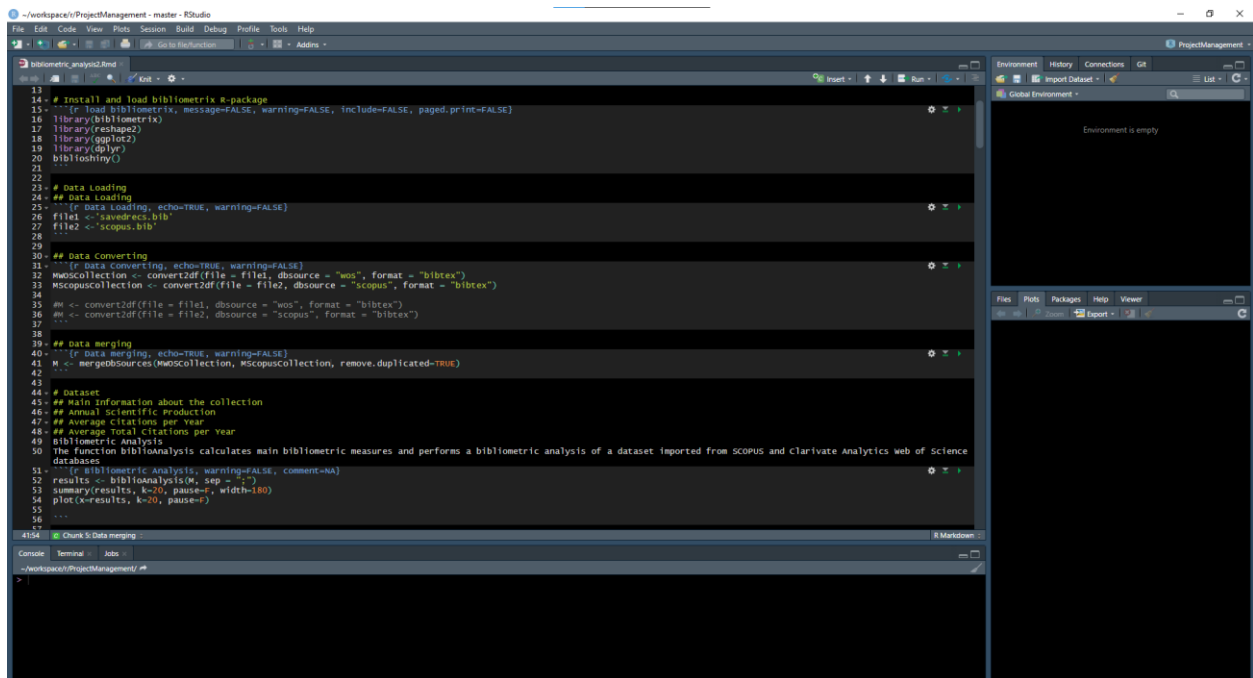
Ο αριθμός των ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς και καθίσταται συνεχώς και πιο δύσκολο να παρακολουθήσει κάποιος όλα όσα δημοσιεύονται. Αυτό

εμποδίζει την συγκέντρωση της γνώσης και την συλλογή στοιχείων από προηγούμενες ερευνητικές εργασίες. Επομένως, οι βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις αναλαμβάνουν τον κρίσιμο ρόλο της σύνθεσης προηγούμενων ερευνητικών ευρημάτων για την αποτελεσματική χρήση της υπάρχουσας βάσης γνώσεων και την προώθηση νέας έρευνας. Οι ερευνητές χρησιμοποιούν ποιοτικές και ποσοτικές προσεγγίσεις βιβλιογραφικής ανασκόπησης για να κατανοήσουν και να οργανώσουν προηγούμενα ευρήματα. Μεταξύ αυτών, η βιβλιομετρική ανάλυση εισάγει μια συστηματική, διαφανή και με δυνατότητα αναπαραγωγής διαδικασία που βασίζεται στη στατιστική ανάλυση της επιστήμης, των επιστημόνων ή της επιστημονικής δραστηριότητας ενός συγκεκριμένου πεδίου (Pritchard, 1969). Σε αντίθεση με άλλες μεθοδολογίες, η βιβλιομετρική ανάλυση παρέχει πιο αντικειμενικές και αξιόπιστες αναλύσεις. Ο μεγάλος όγκος νέων πληροφοριών, η εννοιολογική εξέλιξη και τα δεδομένα είναι το περιβάλλον όπου η βιβλιομετρική ανάλυση γίνεται χρήσιμη. Παρέχει μια δομημένη ανάλυση σε ένα μεγάλο σώμα πληροφοριών, εντοπίζει τις τάσεις με την πάροδο του χρόνου, τα θέματα που ερευνήθηκαν, τις μετατοπίσεις στα όρια των επιστημονικών κλάδων, τους πιο παραγωγικούς μελετητές, τα πιο παραγωγικά ιδρύματα, και παρουσιάζει τη «μεγάλη εικόνα» της υπάρχουσας έρευνας (Aria & Cuccurullo, 2017)

Αν και με την πάροδο του χρόνου, η χρήση της βιβλιομετρικής ανάλυσης έχει επεκταθεί σε όλους τους κλάδους, είναι περίπλοκη επειδή περιλαμβάνει πολλά βήματα με πολλές και διαφορετικές αναλύσεις και με την χρήση εργαλείων λογισμικού, τα οποία είναι συχνά διαθέσιμα μόνο με εμπορικές άδειες. Αυτές οι δυσκολίες επιδεινώνονται από την πραγματικότητα ότι λίγοι ερευνητές και επαγγελματίες εκπαιδεύονται στο πώς να εξετάσουν τη βιβλιογραφία και να εντοπίσουν τεκμηριωμένα ευρήματα. Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών στην παρούσα ΜΔΕ χρησιμοποιείται το «bibliometrix R-Tool» (Aria & Cuccurullo, 2017), το οποίο είναι ένα πακέτο της γλώσσας προγραμματισμού R που διευκολύνει την ολοκληρωμένη βιβλιομετρική ανάλυση χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα εργαλεία για την ποσοτική έρευνα.

Η R είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για στατιστικούς υπολογισμούς και γραφική απεικόνιση. Παρέχει μια μεγάλη ποικιλία στατιστικών εφαρμογών (γραμμικού και μη γραμμικού προγραμματισμού, κλασικές στατιστικές δοκιμές, ανάλυση χρονοσειρών, ταξινόμηση, ομαδοποίηση, κλπ) και γραφικές τεχνικές και είναι εξαιρετικά επεκτάσιμη. Ένα από τα πλεονεκτήματα της R είναι η ευκολία με την οποία μπορούν να παραχθούν καλοσχεδιασμένα ποιοτικά διαγράμματα. Η R είναι διαθέσιμη ως Ελεύθερο Λογισμικό σύμφωνα με τους όρους της «GNU General Public License» του «Free Software Foundation» (*What Is R? Introduction to R*, n.d.).

Για την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R και του «bibliometrix R-Tool» αξιοποιήθηκε το λογισμικό ανοιχτού κώδικα RStudio, όπως φαίνεται στην *Εικόνα 2-2*. Η αποστολή του RStudio είναι να δημιουργήσει δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λογισμικό για την επιστήμη δεδομένων και την επιστημονική έρευνα (*About RStudio*, n.d.)



Εικόνα 2-2: RStudio

2.2. Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Όπως συμβαίνει με όλες τις έρευνες, η αξία μιας συστηματικής ανασκόπησης εξαρτάται από την αυστηρότητα της μεθόδου, τη σαφήνεια της αναφοράς των αποτελεσμάτων, καθώς και από την εφαρμογή επιστημονικών στρατηγικών, έτσι ώστε να περιοριστούν τα πιθανά σφάλματα και οι προκαταλήψεις (Moher et al., 2009). Επομένως, η θεμελιώδης ιδέα μιας συστηματικής βιβλιογραφικής επισκόπησης είναι ότι μπορεί να αναπαραχθεί, δηλαδή ένας άλλος ερευνητής μπορεί να επαναλάβει τη διαδικασία και να καταλήξει στο ίδιο αποτέλεσμα. Μια συστηματική ανασκόπηση περιλαμβάνει μια διεξοδική αναζήτηση καθορισμένων βάσεων δεδομένων (για παράδειγμα, Web of Science και Scopus) και απαιτεί μια διεξοδική διαδικασία για την ανάλυση και τη σύνθεση των δεδομένων. Παρόλο που οι συστηματικές ανασκοπήσεις δεν είναι συνηθισμένες στις επιστήμες της διοίκησης, εμφανίζονται προτάσεις σχετικά με τα επιθυμητά βήματα (Tranfield et al., 2003).

Η Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση είναι ένα μέσο αξιολόγησης και ερμηνείας όλων των διαθέσιμων ερευνών που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη ερευνητική ερώτηση ή θεματική περιοχή. Αποσκοπεί στην παρουσίαση μιας αντικειμενικής αξιολόγησης ενός ερευνητικού θέματος, χρησιμοποιώντας μια αξιόπιστη, αυστηρή και ελεγχόμενη μεθοδολογία (B. Kitchenham & Charters, 2007).

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τη συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Οι πιο συνηθισμένοι είναι:

- Για την σύνοψη των υπαρχόντων στοιχείων σχετικά με ένα συγκεκριμένο θεματικό πεδίο.
- Για τον εντοπισμό πιθανών κενών στην υπάρχουσα έρευνα προκειμένου να προταθούν τομείς περαιτέρω έρευνας.

- Για την δημιουργία του πλαισίου ώστε να τοποθετηθούν κατάλληλα οι μελλοντικές ερευνητικές δραστηριότητες.

Τα πλεονεκτήματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι:

- Η καλά καθορισμένη μεθοδολογία καθιστά λιγότερο πιθανό τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας να είναι προκατειλημμένα, αν και δεν προστατεύει από την προκατάληψη στις πρωτογενείς μελέτες.
- Μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις κάποιου φαινομένου. Εάν οι μελέτες δίνουν συνεπή αποτελέσματα, οι συστηματικές ανασκοπήσεις παρέχουν στοιχεία ότι το φαινόμενο είναι ισχυρό. Εάν οι μελέτες δίνουν ασυνεπή αποτελέσματα, μπορούν να μελετηθούν πηγές διακύμανσης.
- Στην περίπτωση ποσοτικών μελετών, είναι δυνατό να συνδυαστούν δεδομένα χρησιμοποιώντας μετα-αναλυτικές τεχνικές. Αυτό αυξάνει την πιθανότητα ανίχνευσης πραγματικών επιπτώσεων που δεν μπορούν να εντοπίσουν μεμονωμένες μικρότερες μελέτες.

Το κύριο μειονέκτημα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι ότι απαιτεί πολύ μεγαλύτερη προσπάθεια σε σχέση με την παραδοσιακή βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση από μια συμβατική βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι:

- Ξεκινάει δημιουργώντας ένα ερευνητικό πρωτόκολλο που καθορίζει το ερευνητικό ερώτημα που εξετάζεται και τις μεθόδους που θα χρησιμοποιηθούν.
- Βασίζεται σε καθορισμένη στρατηγική αναζήτησης που στοχεύει στον εντοπισμό όσο το δυνατόν περισσότερης σχετικής βιβλιογραφίας.
- Τεκμηριώνει τη στρατηγική αναζήτησης, έτσι ώστε οι αναγνώστες να μπορούν να εκτιμήσουν την αυστηρότητα, την πληρότητα και την δυνατότητα αναπαραγωγής της διαδικασίας.
- Απαιτεί ρητά κριτήρια συμπερίληψης και αποκλεισμού κάθε πιθανής πρωτογενούς μελέτης.
- Καθορίζει τις πληροφορίες που πρέπει να ληφθούν από κάθε πρωτογενή μελέτη, συμπεριλαμβάνοντας ποιοτικά κριτήρια βάσει των οποίων αξιολογείται η πρωτογενής μελέτη.
- Μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελεί προϋπόθεση για κάθε ποσοτική μετα-ανάλυση.

Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε μελέτες της ιατρικής επιστήμης, αλλά σήμερα εφαρμόζεται επίσης και σε τομείς όπως η διοίκηση (Denyer & Tranfield, 2009; Tranfield et al., 2003) και η μηχανική (B. Kitchenham & Charters, 2007). Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιεί μια τυποποιημένη διαδικασία προκειμένου να εξετάσει και να απαντήσει στα ερευνητικά ερωτήματα.

2.3. Διαμόρφωση Ερευνητικών Ερωτημάτων

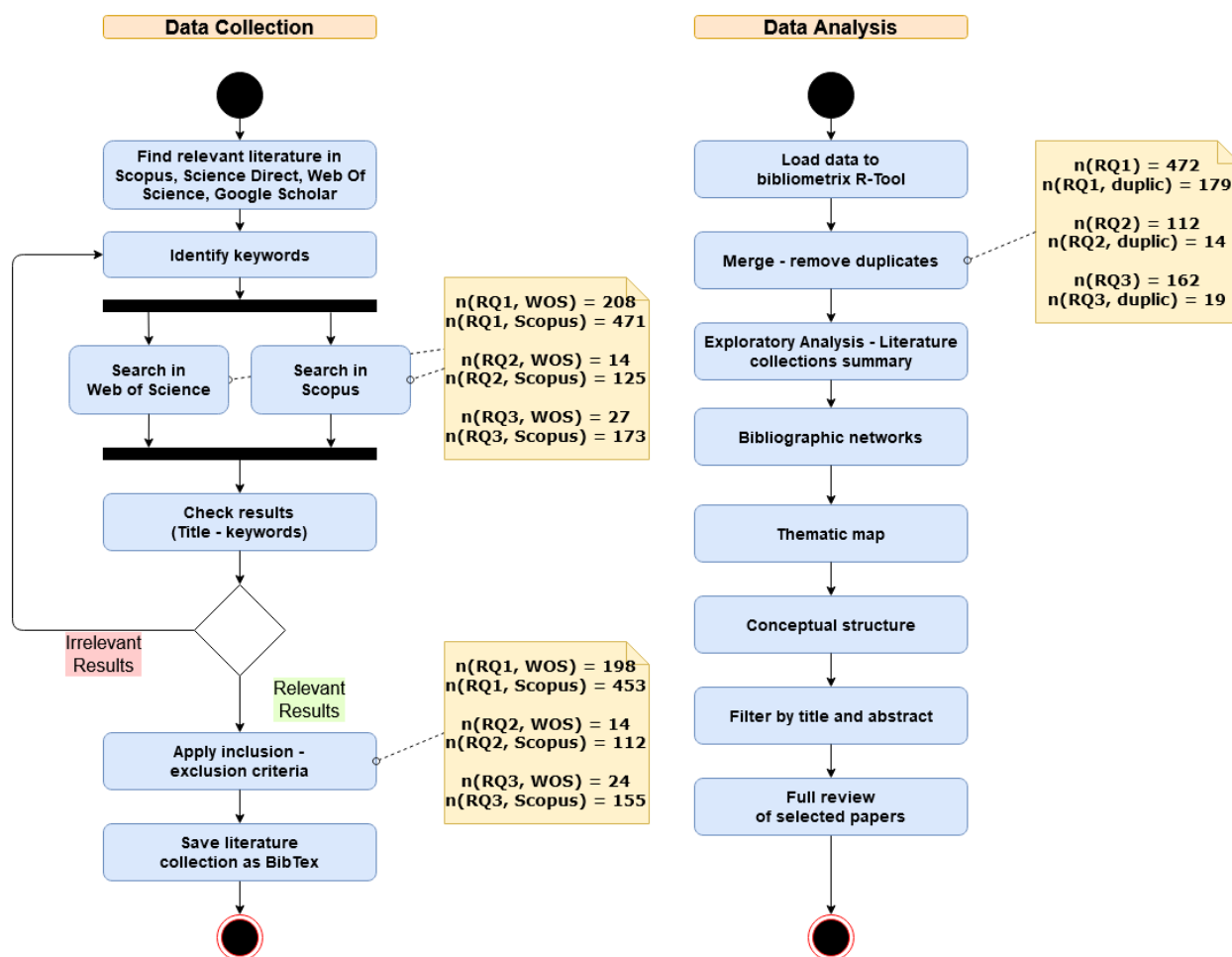
Τα ερευνητικά ερωτήματα της ΜΔΕ έχουν παρουσιαστεί στην Εισαγωγή.

2.4. Ερευνητικό Πρωτόκολλο

Το ερευνητικό πρωτόκολλο μιας συστηματικής μελέτης είναι ένα τεκμηριωμένο σχέδιο που περιγράφει, στο μέτρο του δυνατού, όλες τις λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο διεξαγωγής της έρευνας. Το ερευνητικό πρωτόκολλο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο γιατί (B. A. Kitchenham et al., 2016):

- Βοηθάει στη μείωση της πιθανότητας προκατάληψης του ερευνητή στην επιλογή μεμονωμένων πρωτογενών μελετών ή στη σύνθεση των αποτελεσμάτων.
- Μπορεί να αξιολογηθεί από άλλους ερευνητές που μπορούν να παρέχουν ανατροφοδότηση σχετικά με τη σχεδίαση της έρευνας πριν από τη διεξαγωγή της
- Μπορεί να αποτελέσει τη βάση των τμημάτων εισαγωγής και μεθόδου μιας έκθεσης αποτελεσμάτων της έρευνας.

Το ερευνητικό πρωτόκολλο της ΜΔΕ για την συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζεται στην *Εικόνα 2-3*.



Εικόνα 2-3: Ερευνητικό πρωτόκολλο ΜΔΕ – Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

2.5. Συλλογή Δεδομένων

2.5.1. Εύρεση Κύριας Βιβλιογραφίας

Για την εύρεση της κύριας βιβλιογραφίας των θεματικών πεδίων της ΜΔΕ πραγματοποιήθηκε δοκιμαστική αναζήτηση στο Google Scholar, στο Scopus και στο Web Of Science με συνδυασμό από τις ακόλουθες λέξεις κλειδιά:

“business model”, (“business model” AND “carpooling”), (“business model” AND “smart mobility”), (“business model” AND “smart transportation”)

2.5.2. Προσδιορισμός "Keywords"

Από την μελέτη των keywords των αποτελεσμάτων της κύριας βιβλιογραφίας και μετά από δοκιμές και επαναπροσδιορισμό καθορίστηκε το ακόλουθο σύνολο με λέξεις κλειδιά:

- **Βιβλιογραφική συλλογή #1 για EE1:** *((carpooling OR "smart mobility" OR "smart transportation") AND (value OR incentive OR benefit))*
- **Βιβλιογραφική συλλογή #2 για EE2:** *("business model" AND (platform OR application) AND (carpooling OR "smart mobility" OR "smart transportation" OR "shared economy" OR "smart city"))*
- **Βιβλιογραφική συλλογή #3 για EE3:** *(architecture AND (platform OR application) AND project AND "smart city")*

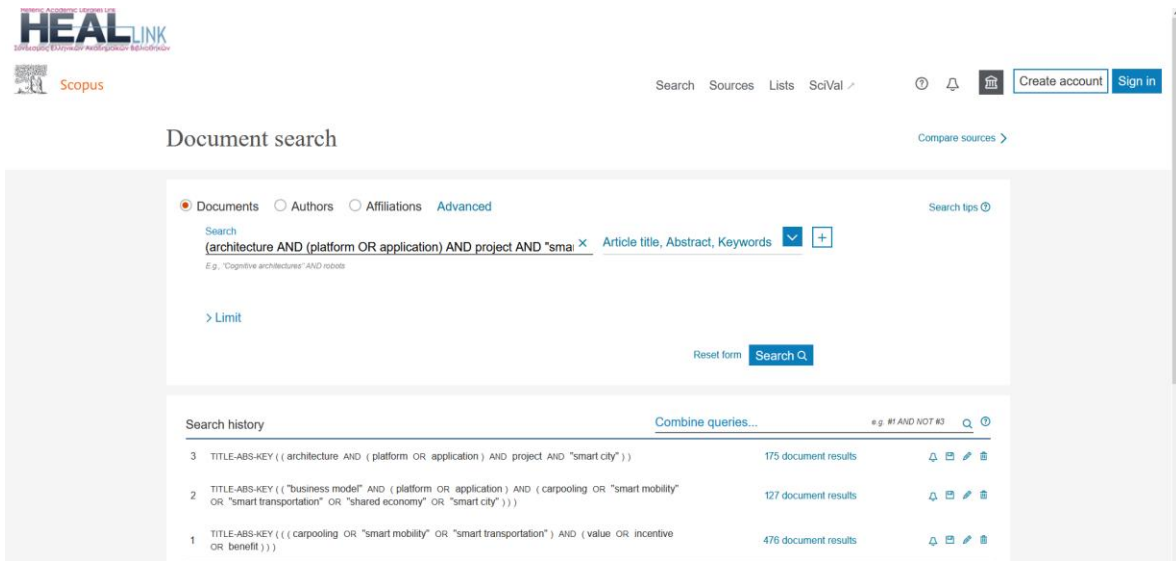
Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι έννοιες που αποτελούνται από δύο λέξεις τέθηκαν σε εισαγωγικά, ώστε να διατηρηθεί η συνδυασμένη έννοια των λέξεων. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν οι λογικές πράξεις AND και OR για τον κατάλληλο συνδυασμό των "keywords".

2.5.3. Αναζήτηση σε Scopus και Web Of Science

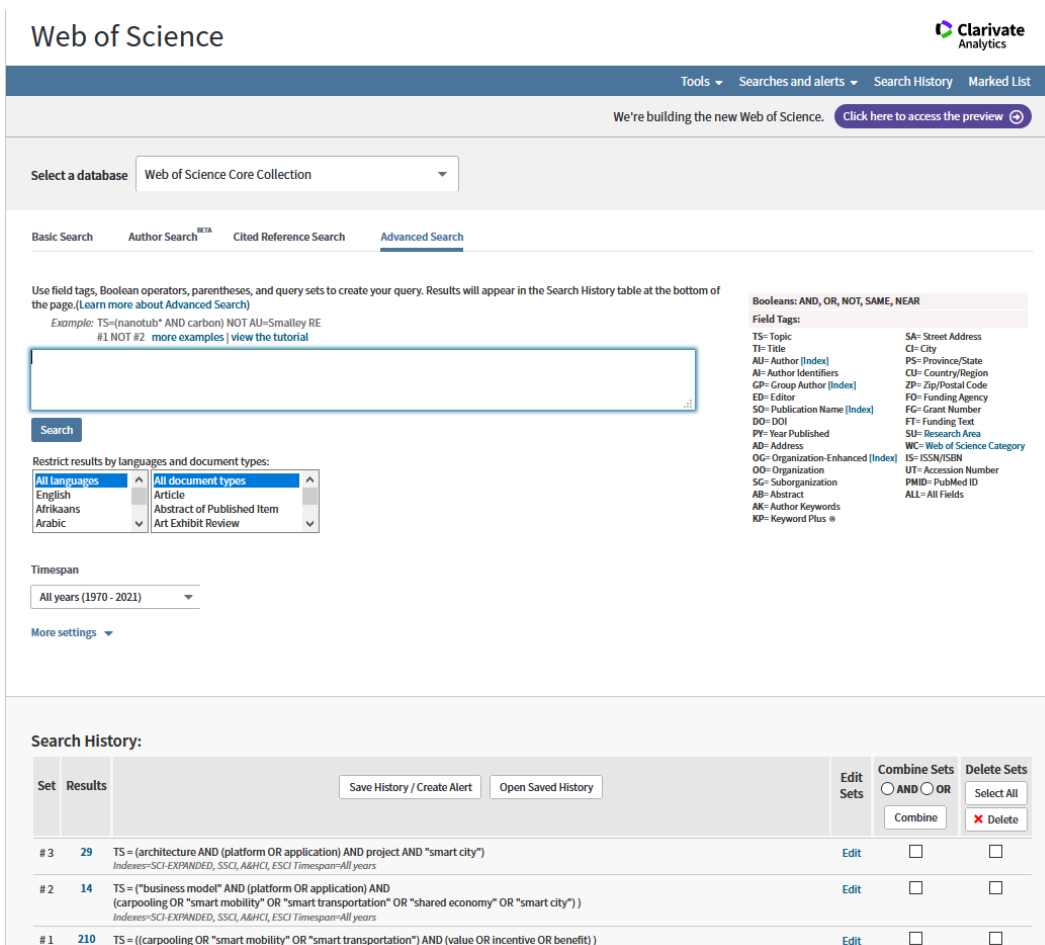
Το WoS είναι η διαδικτυακή έκδοση των ευρετηρίων αναφοράς που δημιουργήθηκε αρχικά από τον Eugene Garfield. Η βάση δεδομένων δημιουργήθηκε αρχικά από το «Institute for Scientific Information», στη συνέχεια από τον «Thomson Reuters» και σήμερα από το «Clarivate Analytics». Το WoS ευρετηριάζει άρθρα και τις αναφορές τους από πάνω από 20.000 περιοδικά στην «Core Collection» του. Κάθε περιοδικό πρέπει να πληροί καθορισμένα κριτήρια για να συμπεριληφθεί. Το Scopus είναι μια βάση δεδομένων από το Elsevier που ευρετηριάζει πάνω από 23.000 περιοδικά, καθώς και βιβλία και πρακτικά συνεδρίων. Το Scopus παρακολουθεί τις παραπομπές με ευρετηρίαση των αναφορών, όπως και το WoS. Το WoS και το Scopus αντιπροσωπεύουν μια παραδοσιακή προσέγγιση για την ευρετηρίαση και την παρακολούθηση παραπομπών. Το Google Scholar ακολουθεί μια εντελώς διαφορετική προσέγγιση. Όπως και η μηχανή αναζήτησης Google, το Google Scholar σαρώνει το διαδίκτυο, αναζητώντας άρθρα σε μορφή HTML ή PDF. Γίνονται δεκτά μόνο επιστημονικά υλικά, όπως άρθρα περιοδικών, διατριβές ή άρθρα συνεδρίων. Αντικείμενα όπως άρθρα ειδήσεων και κριτικές βιβλίων δεν γίνονται δεκτά. Μόλις εντοπιστούν, το Google Scholar εξάγει τα μεταδεδομένα (τίτλος, συγγραφέας κ.λπ.) για κάθε στοιχείο για συμπερίληψη στη βάση δεδομένων. Η έλλειψη ποιοτικού ελέγχου δημιουργεί ερωτήματα σχετικά με την καταλληλότητά του ως βιβλιομετρικού εργαλείου (Chapman & Ellinger, 2019).

Τα δεδομένα της εργασίας ανακτήθηκαν από τις δύο κύριες βάσεις δεδομένων: Scopus (www.scopus.com) και Web of Science (www.apps.elsevier.com/elsevier/central/redirect.do?url=/wos/) όπως φαίνεται

στην *Εικόνα 2-4* και στην *Εικόνα 2-5*. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις 18 Δεκεμβρίου 2020.



Εικόνα 2-4: Βάση δεδομένων Scopus



Εικόνα 2-5: Βάση δεδομένων Web of Science

2.5.4. Εφαρμογή κριτηρίων ένταξης - αποκλεισμού

Μετά την πραγματοποίηση της αναζήτησης πραγματοποιείται φιλτράρισμα των αποτελεσμάτων σύμφωνα με τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού που έχουν οριστεί στο ερευνητικό πρωτόκολλο.

Τα κριτήρια ένταξης των αποτελεσμάτων στην τελική λίστα είναι:

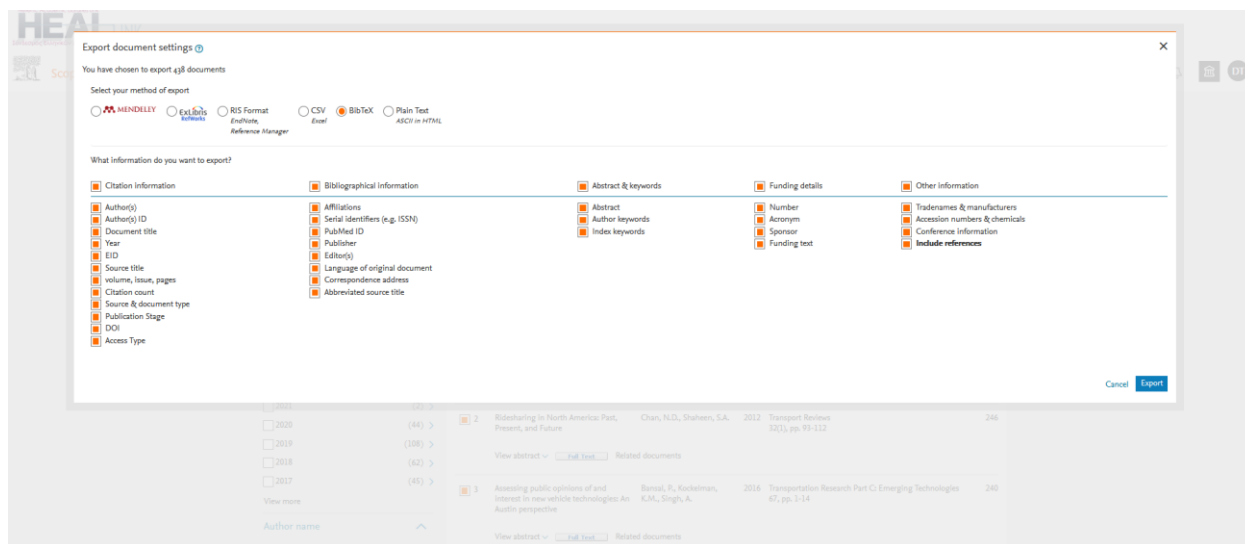
- Άρθρα επιστημονικών περιοδικών (Articles)
- Άρθρα επιστημονικών συνεδρίων (Conference Papers)
- Ανασκοπήσεις (Reviews)
- Κεφάλαια βιβλίων (Book chapters)

Τα κριτήρια εξαίρεσης των αποτελεσμάτων από την τελική λίστα είναι:

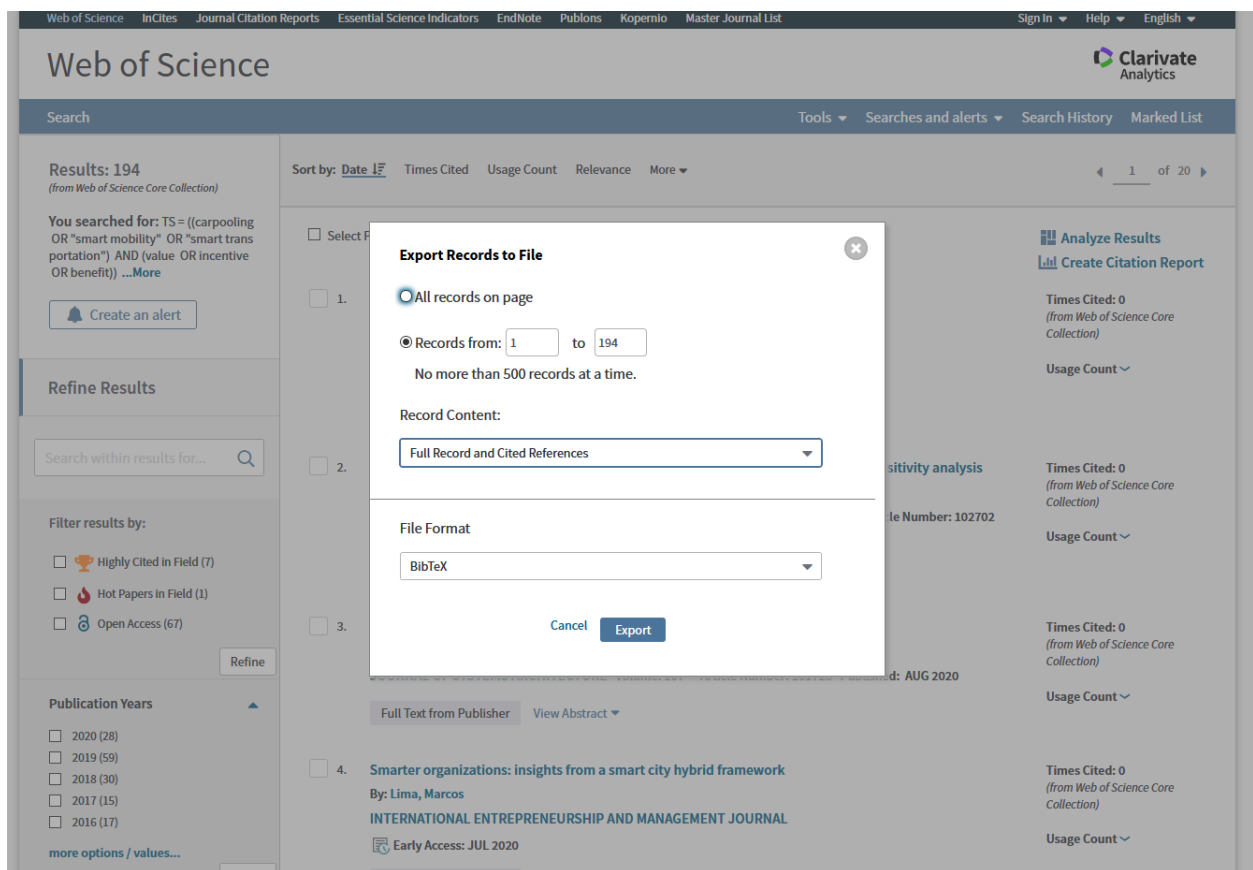
- Ανασκοπήσεις συνεδρίων (Conference Reviews)
- Εκδόσεις που δεν είναι γραμμένες στα Αγγλικά

2.5.5. Αποθήκευση Λίστας Βιβλιογραφίας

Μετά την εφαρμογή των κατάλληλων φίλτρων πραγματοποιείται εξαγωγή και αποθήκευση των αποτελεσμάτων από τις βάσεις Scopus και Web of Science σε μορφή BibTeX (.bib), η οποία είναι κατάλληλη για βιβλιογραφική ανάλυση, καθώς περιλαμβάνει όλες τις βασικές πληροφορίες, όπως τίτλο, ονόματα συγγραφέων, περίληψη, λέξεις-κλειδιά και αναφορές (Εικόνα 2-6 και Εικόνα 2-7).



Εικόνα 2-6: Εξαγωγή δεδομένων BibTeX από Scopus



Εικόνα 2-7: Εξαγωγή δεδομένων BibTeX από Web of Science

2.6. Ανάλυση Δεδομένων

Η βιβλιομετρική ανάλυση πραγματοποιείται στις διαστάσεις και χρησιμοποιώντας τις τεχνικές που περιλαμβάνει ο Πίνακας 2-1.

Πίνακας 2-1: Διαστάσεις ανάλυσης δεδομένων και εφαρμοζόμενη τεχνική

Διάσταση	Τεχνική
Βιβλιογραφική Συλλογή	Σύνοψη Δεδομένων
Περιοδικά	Εξέλιξη πηγών
Περιοδικά	Δίκτυο Συν-παραπομπής
Συγγραφείς	Δίκτυο Συν-παραπομπής
Συγγραφείς	Δίκτυο Συνεργασίας χωρών
Άρθρα	Δίκτυο συνύπαρξης keywords
Άρθρα	Θεματικός Χάρτης - Εννοιολογική δομή και δενδρόγραμμα

2.6.1. Φόρτωση Δεδομένων σε Bibliometrix R-Tool

Τα αρχεία BibTeX (.bib) που έχουν εξαχθεί από τις βάσεις Scopus και Web of Science φορτώνονται στο RStudio με το «bibliometrix R-Tool» (Aria & Cuccurullo, 2017).

Στη συνέχεια δημιουργείται ένας πίνακας βιβλιογραφικών δεδομένων με εγγραφές που αντιστοιχούν σε άρθρα και μεταβλητές που αντιστοιχούν σε στοιχεία όπως ονόματα συγγραφέων, τίτλο, λέξεις-κλειδιά και άλλες πληροφορίες. Αυτά τα στοιχεία αποτελούν τις βιβλιογραφικές ιδιότητες ενός άρθρου, που ονομάζονται και μετα-δεδομένα.

2.6.2. Αφαίρεση Διπλών Καταχωρήσεων

Η αφαίρεση των διπλών καταχωρήσεων, δηλαδή της βιβλιογραφίας που συμπεριλαμβάνεται στα αποτελέσματα της αναζήτησης και των δύο βάσεων (Scopus και Web of Science) πραγματοποιήθηκε με το «bibliometrix R-Tool» (Aria & Cuccurullo, 2017).

2.6.3. Περιγραφική Βιβλιομετρική Ανάλυση – Σύνοψη Δεδομένων

Για την σύνοψη των κύριων αποτελεσμάτων της βιβλιομετρικής ανάλυσης υπολογίζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις σημαντικότερες πληροφορίες, όπως η ετήσια επιστημονική παραγωγή, τα σημαντικότερα άρθρα ανά αριθμό παραπομπών, οι πιο παραγωγικοί συγγραφείς, οι πιο παραγωγικές χώρες, ο αριθμός αναφορών ανά χώρα, οι πιο σχετικές πηγές (περιοδικά) και οι πιο σχετικές λέξεις-κλειδιά. Ο συγκεντρωτικός πίνακας περιγράφει το μέγεθος της συλλογής βιβλιογραφίας ως προς τον αριθμό των άρθρων, τον αριθμό των συγγραφέων, τον αριθμό των πηγών, τον αριθμό των λέξεων-κλειδιών, το χρονικό διάστημα και τον μέσο αριθμό των αναφορών.

Επιπλέον, εμφανίζονται διάφοροι δείκτες συν-συγγραφής. Πιο συγκεκριμένα, ο δείκτης συγγραφέων ανά άρθρο υπολογίζεται ως ο λόγος μεταξύ του συνολικού αριθμού συγγραφέων και του συνολικού αριθμού άρθρων. Ο δείκτης συν-συγγραφέων ανά άρθρο υπολογίζεται ως ο μέσος αριθμός συν-συγγραφέων ανά άρθρο. Ο δείκτης συνεργασίας (Collaboration Index) υπολογίζεται ως ο λόγος των συνολικών συγγραφέων άρθρων πολλαπλής συγγραφής και του συνόλου άρθρων πολλαπλής συγγραφής (Koseoglu, 2016).

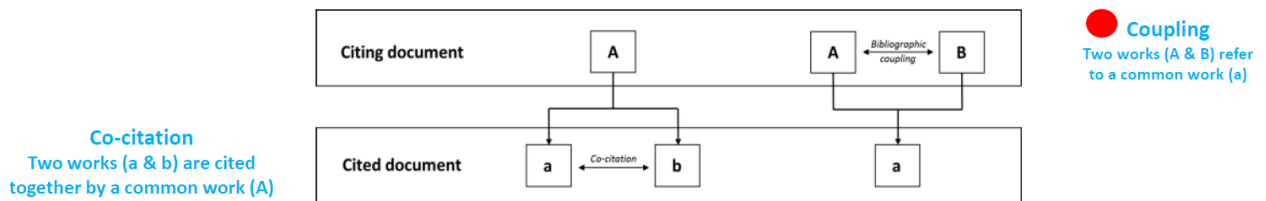
2.6.4. Δημιουργία δικτύων (bibliographic coupling, co-citation, collaboration, co-occurrence)

Η βιβλιομετρική ανάλυση δεδομένων εκτός από την περιγραφική ανάλυση περιλαμβάνει και την δημιουργία δικτύων. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες προσεγγίσεις για την δημιουργία δικτύων χρησιμοποιώντας διαφορετικές μονάδες ανάλυσης, όπως η ανάλυση «co-word» η οποία χρησιμοποιεί τις πιο σημαντικές λέξεις ή λέξεις-κλειδιά των άρθρων για να μελετήσει την εννοιολογική δομή ενός ερευνητικού πεδίου (Callon et al., 1983). Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιεί το πραγματικό περιεχόμενο των άρθρων για τη δημιουργία ενός μέτρου ομοιότητας. Η ανάλυση «co-word» παράγει σημασιολογικούς χάρτες ενός ερευνητικού πεδίου που διευκολύνουν την κατανόηση του.

Μια άλλη βιβλιομετρική ανάλυση είναι η ανάλυση συν-συγγραφής (co-author analysis), η οποία εξετάζει τους συγγραφείς και τις σχέσεις τους για να μελετήσει τα δίκτυα συνεργασίας (Glanzel, 2001).

Η πιο συνηθισμένη βιβλιομετρική ανάλυση είναι η ανάλυση παραπομπών (citation analysis), η οποία χρησιμοποιεί τις αναφορές ως μέτρο ομοιότητας μεταξύ άρθρων, συγγραφέων και περιοδικών. Η ανάλυση παραπομπών περιλαμβάνει την βιβλιογραφική σύζευξη (bibliographic

coupling) και την ανάλυση συν-παραπομπής (co-citation analysis). Μια βιβλιογραφική σύζευξη δημιουργείται από τους συγγραφείς που αναφέρουν το ίδιο άρθρο, ενώ μια σύνδεση παραπομπής δημιουργείται από τους συγγραφείς που αναφέρονται στο ίδιο άρθρο όπως φαίνεται στην *Εικόνα 2-8*. Παρόλο που η βιβλιογραφική σύζευξη είναι χρήσιμη για τον εντοπισμό των συνδέσεων των ερευνητικών ομάδων, η ανάλυση συν-παραπομπής, όταν εξετάζεται με την πάροδο του χρόνου, είναι χρήσιμη για την ανίχνευση μετατόπισης των σχολών σκέψης (Aria & Cuccurullo, 2017).



Εικόνα 2-8: Βιβλιογραφική σύζευξη και συν-παραπομπή

Για την δημιουργία των δικτύων οι ιδιότητες ενός άρθρου συνδέονται μεταξύ τους (π.χ. συγγραφείς με περιοδικό, λέξεις-κλειδιά με ημερομηνία δημοσίευσης). Αυτές οι συνδέσεις μπορούν να αναπαρασταθούν μέσω ενός πίνακα *Document × Attribute*. Μια ιδιότητα ενός άρθρου είναι μια πληροφορία που σχετίζεται με το άρθρο (π.χ. συγγραφείς, περιοδικό, λέξεις-κλειδιά, αναφορές, φορέας). Αυτές οι συνδέσεις διαφορετικών χαρακτηριστικών δημιουργούν δυαδικούς ορθογώνιους πίνακες *Document × Attribute* που μπορούν να αναπαρασταθούν ως διμερή δίκτυα όπως φαίνεται στην *Εικόνα 2-9*. Μπορούν να υπολογιστούν διάφορα δίκτυα όπως:

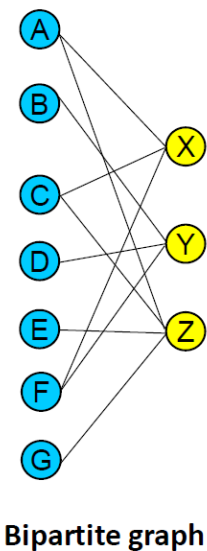
- *Document × Citation*
- *Document × Author*
- *Document × Country*
- *Document × Authors' keyword*

matrix A *Document × Reference*

Cited documents
↓

	Ref X	ref Y	Ref Z
Doc A	1	0	1
Doc B	0	1	0
Doc C	1	0	1
Doc D	0	1	0
Doc E	0	0	1
Doc F	1	1	0
Doc G	0	0	1

↑
Citing documents



Εικόνα 2-9: Παράδειγμα πίνακα Document × Attribute

Βιβλιογραφική Σύζευξη (Bibliographic Coupling): Δύο άρθρα λέγεται ότι είναι βιβλιογραφικά συνδεδεμένα εάν τουλάχιστον μία αναφερόμενη πηγή εμφανίζεται στις αναφορές και των δύο άρθρων. Ένα δίκτυο βιβλιογραφικής σύζευξης μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$B_{\text{coup}} = A \times A'$$

όπου A είναι ένας πίνακας *Document × Cited reference*. Η ισχύς της βιβλιογραφικής σύζευξης δύο άρθρων, καθορίζεται από τον αριθμό των κοινών αναφορών. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα δίκτυα βιβλιογραφικής σύζευξης είναι τα δίκτυα άρθρων, συγγραφέων, πηγών, λέξεων-κλειδιά και χωρών.

Ανάλυση Συν-παραπομπής (Co-citation Analysis): Η συν-παραπομπή δύο άρθρων συμβαίνει όταν και τα δύο αναφέρονται σε ένα τρίτο άρθρο. Συνεπώς, η συν-παραπομπή είναι το αντίστροφο της βιβλιογραφικής σύζευξης. Ένα δίκτυο συν-παραπομπής μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$B_{\text{cocit}} = A' \times A$$

όπου A είναι ένας πίνακας *Document × Cited reference*.

Ανάλυση Συνεργασίας (Collaboration Analysis): Ένα δίκτυο επιστημονικής συνεργασίας είναι ένα δίκτυο όπου οι κόμβοι είναι οι συγγραφείς και οι συνδέσεις είναι οι συνεργασίες. Είναι μια από τις πιο καλά τεκμηριωμένες μορφές επιστημονικής συνεργασίας. Ένα δίκτυο συνεργασίας μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$B_{\text{coll}} = A' \times A$$

όπου A είναι ένας πίνακας $Document \times Author$.

Ανάλυση Κοινών Λέξεων (Co-word Analysis): Ο στόχος της ανάλυσης κοινών λέξεων είναι να παρουσιάσει την εννοιολογική δομή ενός ερευνητικού πεδίου χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο κοινής χρήσης λέξεων για να χαρτογραφήσει και να ομαδοποιήσει όρους που εξάγονται από τις λέξεις-κλειδιά, τους τίτλους ή τις περιλήψεις μιας βιβλιογραφικής συλλογής. Ένα δίκτυο κοινών λέξεων μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$B_{\text{coc}} = A' \times A$$

όπου A είναι ένας πίνακας $Document \times Word$, όπου $Word$ είναι λέξεις-κλειδιά, ή όροι που εξάγονται από τίτλους ή περιλήψεις.

2.6.5. Θεματικός Χάρτης (Thematic Map)

Η ανάλυση κοινών λέξεων δημιουργεί ομάδες λέξεων-κλειδιών, οι οποίες θεωρούνται θεματικές περιοχές. Πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο συνύπαρξης λέξεων για την ταξινόμηση και τη χαρτογράφηση των θεματικών περιοχών που εξάγονται από τις λέξεις κλειδιά. Το δίκτυο μπορεί να ληφθεί από έναν πίνακα $Document \times Word$ (Aria & Cuccurullo, 2017). Κάθε συστάδα θεωρείται ως θεματική περιοχή με δύο παραμέτρους, την πυκνότητα και την κεντρικότητα. Οι συστάδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ταξινομήσουν τα θέματα και να τα χαρτογραφήσουν σε ένα δισδιάστατο διάγραμμα που ονομάζεται Στρατηγικό Διάγραμμα, όπου στον άξονα x είναι η κεντρικότητα και στον άξονα y είναι η πυκνότητα (Cobo et al., 2011).

- **Κινητήρια θέματα:** Τα θέματα στο πάνω δεξιό τεταρτημόριο είναι καλά αναπτυγμένα και σημαντικά για τη δομή ενός ερευνητικού πεδίου. Είναι γνωστά ως τα κινητήρια θέματα της περιοχής, δεδομένου ότι παρουσιάζουν ισχυρή κεντρικότητα και υψηλή πυκνότητα. Η τοποθέτηση θεμάτων σε αυτό το τεταρτημόριο υπονοεί ότι σχετίζονται εξωτερικά με έννοιες που σε άλλα θέματα που είναι εννοιολογικά στενά συνδεδεμένα.
- **Υψηλά ανεπτυγμένα και απομονωμένα θέματα:** Τα θέματα στο άνω αριστερό τεταρτημόριο έχουν ισχυρούς εσωτερικούς δεσμούς αλλά αδύναμους εξωτερικούς δεσμούς και έτσι έχουν οριακή σημασία για το πεδίο. Αυτά τα θέματα είναι πολύ εξειδικευμένα και περιφερειακά.
- **Αναδυόμενα ή φθίνοντα θέματα:** Τα θέματα στο κάτω αριστερό τεταρτημόριο είναι οριακά και ασθενώς αναπτυγμένα. Τα θέματα αυτού του τεταρτημορίου έχουν χαμηλή πυκνότητα και χαμηλή κεντρικότητα και αντιπροσωπεύουν κυρίως είτε αναδυόμενα είτε εξαφανισμένα θέματα.
- **Βασικά ή εγκάρσια θέματα:** Τα θέματα στο κάτω δεξιό τεταρτημόριο είναι σημαντικά για ένα ερευνητικό πεδίο αλλά δεν έχουν αναπτυχθεί. Έτσι, αυτό το τεταρτημόριο ομαδοποιεί εγκάρσια και γενικά, βασικά θέματα.

2.6.6. Conceptual structure

Η παραγοντική ανάλυση δημιουργεί τον εννοιολογικό χάρτη ενός επιστημονικού πεδίου μέσα από την ανάλυση Multiple Correspondence Analysis (MCA) και ομαδοποίηση των keywords των άρθρων που περιλαμβάνονται σε μια βιβλιογραφική συλλογή. Η ανάλυση MCA σχεδιάζει την εννοιολογική δομή του πεδίου και η ομαδοποίηση με την μέθοδο K-means εντοπίζει ομάδες άρθρων που εκφράζουν κοινές έννοιες. Στην ανάλυση co-words, η MCA εφαρμόζεται σε έναν πίνακα *Document* × *Keyword*. Οι λέξεις-κλειδιά απεικονίζονται σε έναν διδιάστατο χάρτη. Τα αποτελέσματα ερμηνεύονται σύμφωνα με τις σχετικές θέσεις τους, καθώς και την κατανομή τους κατά μήκος των διαστάσεων (Aria & Cuccurullo, 2017).

2.6.7. Πλήρης επισκόπηση

Η τελευταία φάση περιλαμβάνει το φιλτράρισμα και την πλήρη ανάγνωση των άρθρων. Αρχικά εξετάζεται ο τίτλος κάθε άρθρου και το περιεχόμενό του εν συντομία. Όλα τα άρθρα που εμφανώς δεν έχουν καμία σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα αφαιρούνται από την λίστα. Στη συνέχεια μελετάται η περίληψη κάθε άρθρου και εξετάζεται αν έχει τη δυνατότητα να απαντήσει τουλάχιστον σε μία ερευνητική ερώτηση, προκειμένου να συμπεριληφθεί στην τελική βιβλιογραφική συλλογή. Κατά τη διάρκεια της πλήρους ανάγνωσης, πρόσθετα σχετικά άρθρα μπορούν να εντοπιστούν στις βιβλιογραφικές παραπομπές. Η πλήρης ανάγνωση στοχεύει στην εξαγωγή αναλυτικών πληροφοριών σχετικά με τα ερευνητικά ερωτήματα.

3. Αποτελέσματα

3.1. Περιγραφική Βιβλιομετρική Ανάλυση – Σύνοψη Δεδομένων

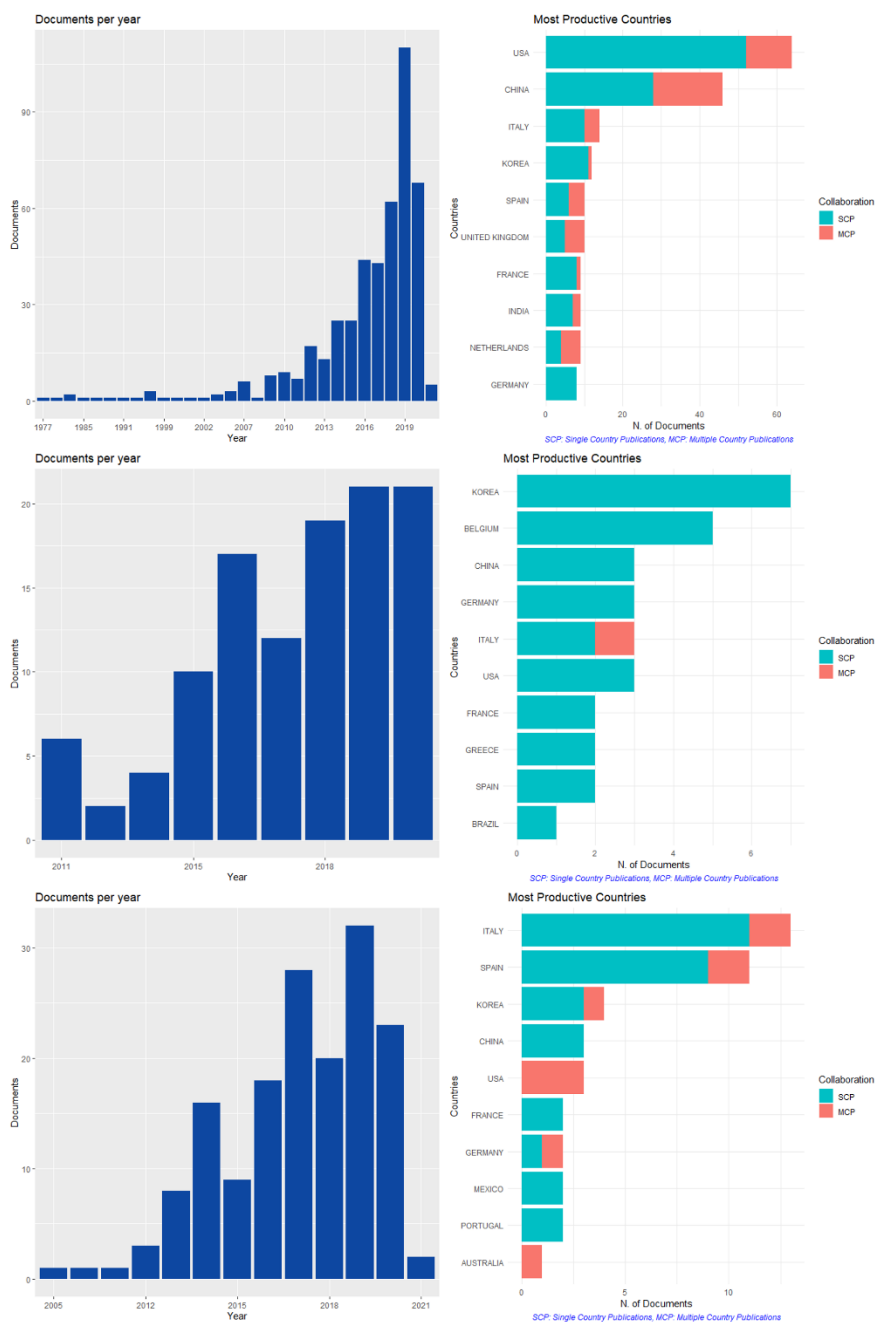
The number of documents per search query is presented in *Πίνακας 3-1*.

Πίνακας 3-1: Αριθμός άρθρων ανά βιβλιογραφική συλλογή

	Collection #1	Collection #2	Collection #3
Web of Science	198	14	26
Scopus	453	112	155
Duplicates	-179	-14	-19
Total	472	112	162

Η επιστημονική παραγωγή σε όλους τους θεματικούς τομείς που σχετίζονται με τις βιβλιογραφικές συλλογές είναι αρκετά πρόσφατη. Όλα τα άρθρα της βιβλιογραφικής συλλογής #2 εκδόθηκαν μετά το 2011 και μόνο 2 άρθρα της βιβλιογραφικής συλλογής #3 δημοσιεύθηκαν πριν από το 2011. Ωστόσο η βιβλιογραφική συλλογή #1 περιλαμβάνει 45 άρθρα από το 1977 έως το 2010. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι το carpooling δεν είναι μία νέα ιδέα, καθώς η έννοια του αμοιβαίου οφέλους μέσω της κοινής χρήσης του αυτοκινήτου είναι αρκετά παλιά.

Ο μέσος όρος παραπομπών ανά άρθρο της βιβλιογραφικής συλλογής #1 είναι 10,37 και είναι παρόμοιος με τον μέσο όρο της βιβλιογραφικής συλλογής #2 δηλαδή 12,18. Η βιβλιογραφική συλλογή #3 έχει 26,27 παραπομπές ανά άρθρο, γεγονός που υποδηλώνει το υψηλό ενδιαφέρον και την μεγάλη εξέλιξη της θεματικής περιοχής. Επιπλέον, ο δείκτης των συγγραφέων ανά άρθρο της βιβλιογραφικής συλλογής #3 είναι ψηλότερος σε σχέση με τη συλλογή #1 και #2 γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί από την υψηλότερη πολυπλοκότητα της θεματικής περιοχής. Η σύνοψη των βασικών δεικτών για καθεμία από τις βιβλιογραφικές συλλογές παρουσιάζεται στην *Εικόνα 3-1* και στα στοιχεία που περιλαμβάνει ο *Πίνακας 3-2*.



Εικόνα 3-1: Documents per year and per country for the 3 collections

Πίνακας 3-2: Main indicators for each one of the 3 literature collections

Description	#1	#2	#3
MAIN INFORMATION			
Timespan	1977:2021	2011:2020	2005:2020
Sources (Journals, Books, etc)	332	103	120
Documents	472	112	162
Average years from publication	4.08	2.78	2.97

Average citations per documents	10.37	12.18	26.27
Average citations per year per doc	2.308	3.841	5.074
References	14727	4559	4949
DOCUMENT TYPES			
article	235	35	44
book chapter	20	8	14
conference paper	191	60	96
review	15	4	4
DOCUMENT CONTENTS			
Keywords Plus	2417	807	1189
Author's Keywords	1383	392	563
AUTHORS			
Authors	1417	316	656
Author Appearances	1683	338	751
Authors of single-authored documents	37	16	11
Authors of multi-authored documents	1380	300	645
AUTHORS COLLABORATION			
Single-authored documents	41	20	11
Documents per Author	0.333	0.354	0.247
Authors per Document	3	2.82	4.05
Co-Authors per Documents	3.57	3.02	4.64
Collaboration Index	3.2	3.26	4.27

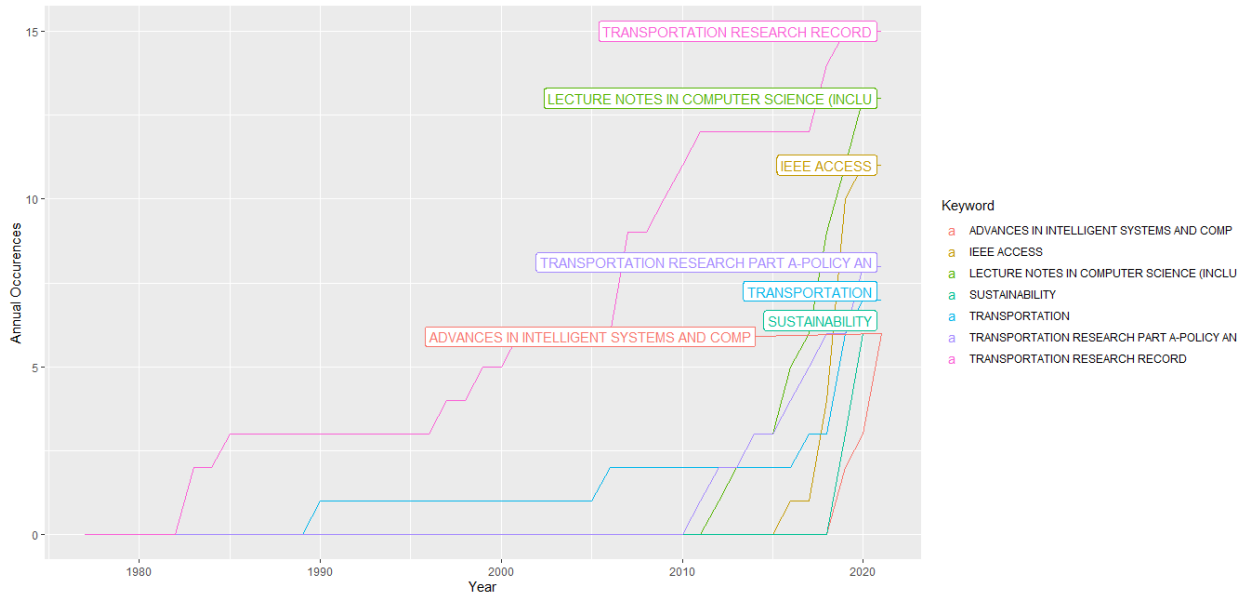
3.2. Βιβλιογραφική Συλλογή #1

3.2.1. Ανάπτυξη πηγών

Αναλύοντας την ανάπτυξη των πηγών της βιογραφικής συλλογής #1 αναγνωρίζονται άρθρα από 332 διαφορετικές πηγές. Ωστόσο, τα 105 δηλαδή το 22% προέρχεται από 16 πηγές. Αξίζει να σημειωθεί ότι το "Transportation Research Record" δημοσίευσε 15 άρθρα από το 1983 έως το 2019, παρουσιάζοντας μία συνεχή παραγωγή στην πάροδο του χρόνου. Το "LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE" δημοσίευσε 13 άρθρα από το 2012 ως το 2020. Το "IEEE ACCESS" παρουσιάζει μία ιδιαίτερα υψηλή παραγωγή σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα με 11 άρθρα από το 2018 έως το 2020.

Αναλύοντας τις παραπομπές των πηγών, διαπιστώνεται ότι το "TRANSPORTATION RESEARCH PART C: EMERGING TECHNOLOGIES" έχει 5 άρθρα στη βιβλιογραφική συλλογή #1 με συνολικά 279 παραπομπές. Η επόμενη πηγή με τα περισσότερα άρθρα είναι το "TRANSPORT REVIEWS", το οποίο συλλέγει 265 παραπομπές από μόλις 2 άρθρα, ακολουθούμενη από το "TRANSPORTATION RESEARCH PART A-POLICY AND PRACTICE" με 175 παραπομπές από 8 άρθρα.

Μελετώντας την εξέλιξη των 7 πηγών με τα περισσότερα άρθρα στη βιβλιογραφική συλλογή #1, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3-2**, εντοπίζονται δύο τύποι πηγών, οι πηγές με συνεχή παραγωγή στη διάρκεια του χρόνου, όπως το "Transportation Research Record" και το "LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE" και οι πηγές με πολύ μεγάλη παραγωγή τα τελευταία χρόνια όπως το "IEEE ACCESS" και "TRANSPORTATION RESEARCH PART A-POLICY AND PRACTICE".

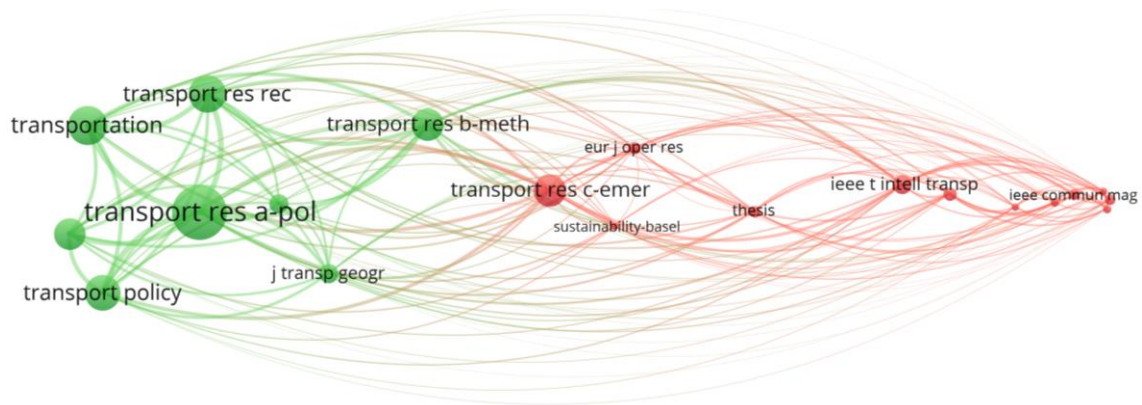


Εικόνα 3-2: Cumulative source growth of literature collection #1

3.2.2. Δίκτυο συν-παραπομπής πηγών

Το δίκτυο συν-παραπομπής πηγών εμφανίζεται στην **Εικόνα 3-3**, η οποία αποκαλύπτει την ύπαρξη δύο διαφορετικών συστάδων. Η πράσινη συστάδα περιλαμβάνει πηγές που εστιάζουν σε θέματα που σχετίζονται με τη χάραξη πολιτικής, την προετοιμασία και την αξιολόγηση έργων και την καθημερινή διαχείριση των συστημάτων μεταφορών. Το "Transportation Research Part A: Policy and Practice" συμμετέχει με τα άρθρα (Dahlgren, 1998) και (Monchambert, 2020), τα οποία ασχολούνται με την αποτελεσματικότητα των λωρίδων οχημάτων υψηλής πληρότητας και τους λόγους για τους οποίους οι άνθρωποι συμμετέχουν ή όχι στο carpooling αντίστοιχα.

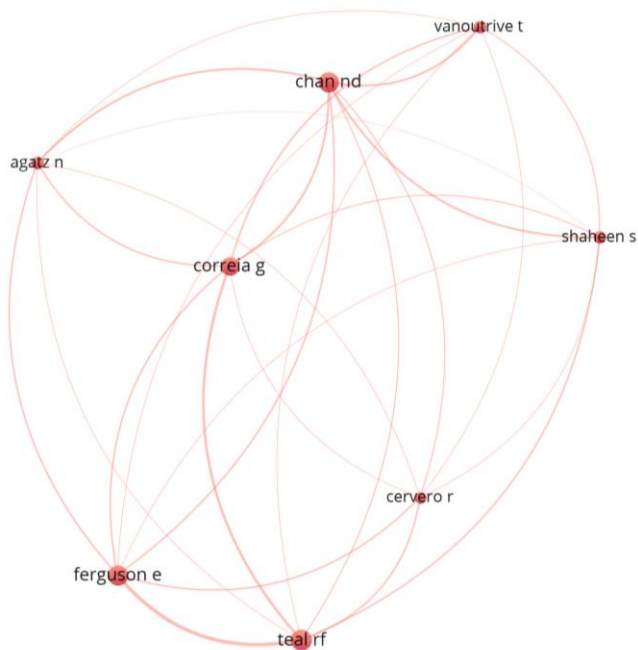
Η κόκκινη συστάδα περιλαμβάνει πηγές όπως το "IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems", the "European Journal of Operational Research" και το "IEEE Communications Magazine", οι οποίες εστιάζουν στην τεχνολογία των πληροφοριών ως βάση της έξυπνης μετακίνησης. Το "Transportation Research Part C: Emerging Technologies" είναι η πιο σημαντική πηγή της κόκκινης συστάδας, ενώ ταυτόχρονα βρίσκεται στο κέντρο των δύο συστάδων, καθώς οι παραπομπές σε αυτό γίνονται από όλες τις άλλες πηγές. Αυτό οφείλεται στο άρθρο (Bansal et al., 2016), το οποίο έχει 242 παραπομπές και αναφέρεται στα ποσοστά υιοθέτησης αυτόνομων και κοινόχρηστων αυτόνομων οχημάτων.



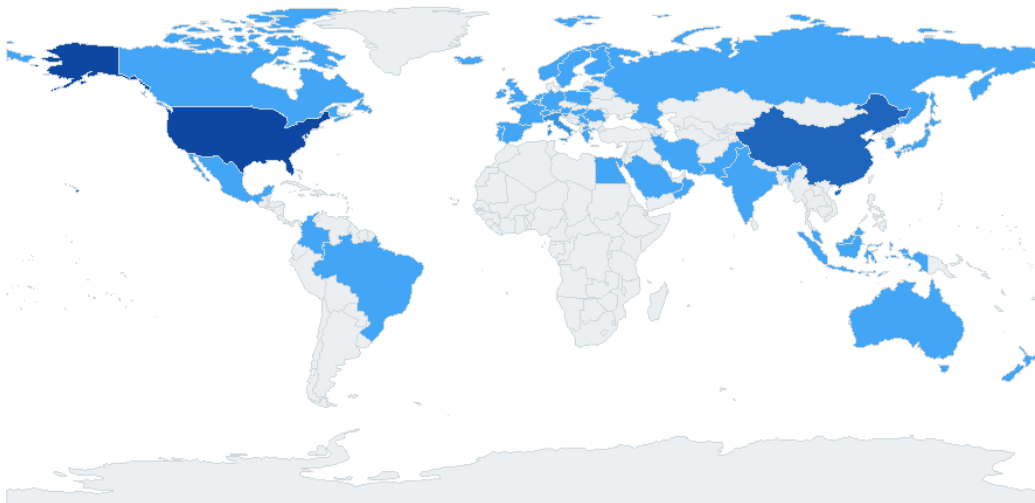
Εικόνα 3-3: Source co-citation network of literature collection #1

3.2.3. Δίκτυο συν-παραπομπής συγγραφέων

Αναλύοντας το δίκτυο συν-παραπομπής των συγγραφέων διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας κυρίας συστάδας άρθρων που ασχολούνται με τα κίνητρα τα οφέλη και την αξία του carpooling, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3-4** (Stiglic et al., 2016), (Stiglic et al., 2015), (S. A. Shaheen et al., 2016) (Correia & Viegas, 2011), (Vanoutrive, 2019), (S. Shaheen & Cohen, 2019), (Ferguson, 1997), (Teal et al., 1983).



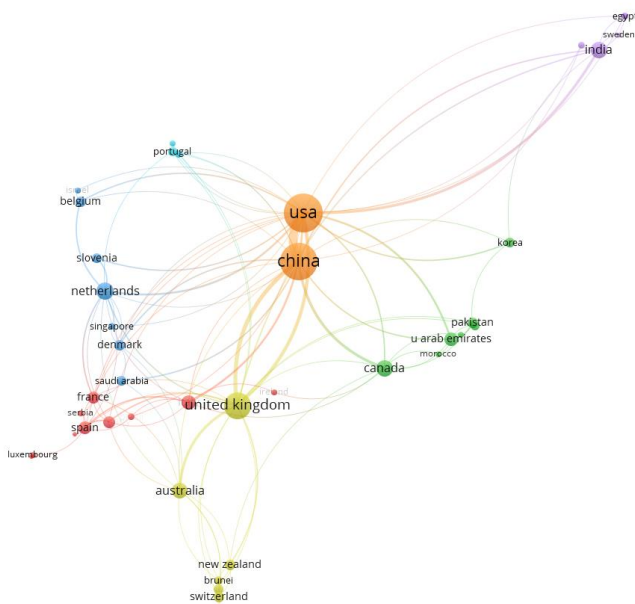
Εικόνα 3-4: Authors co-citation network of literature collection #1



Εικόνα 3-5: Corresponding author's country of literature collection #1

3.2.4. Δίκτυο συνεργασίας χωρών

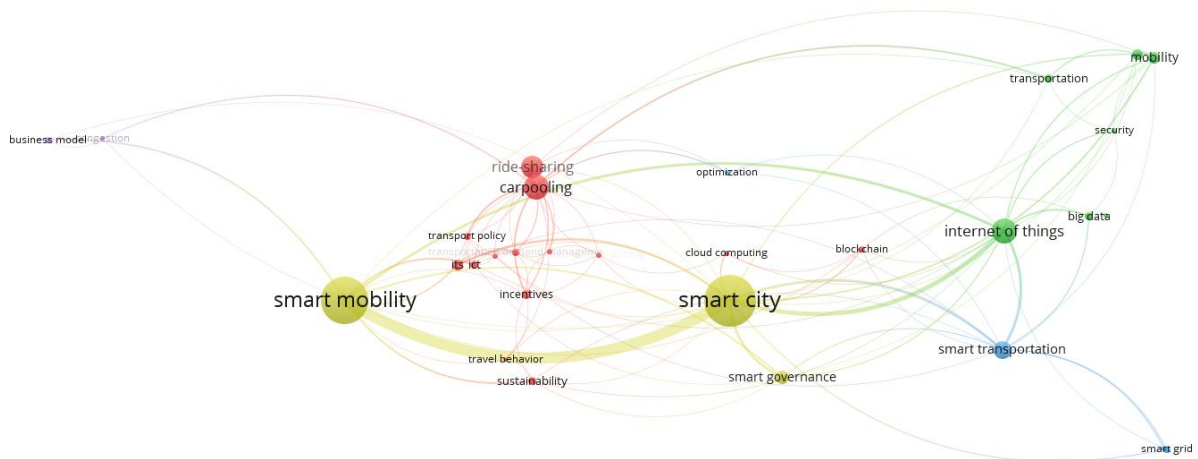
Η ανάλυση του δικτύου συνεργασίας των χωρών της βιβλιογραφικής συλλογής #1 αποκαλύπτει την ύπαρξη μεγάλου αριθμού συνεργασιών. Η Κίνα και οι ΗΠΑ έχουν τις περισσότερες συνεργασίες. Τα πιο σημαντικά άρθρα από άποψη παραπομπών είναι το άρθρο (Santi et al., 2014), το οποίο είναι μία συνεργασία συγγραφέων από την Ιταλία και τις ΗΠΑ και έχει λάβει 190 παραπομπές. Το άρθρο (Van Lange et al., 1998) είναι μία συνεργασία συγγραφέων από το Ηνωμένο Βασίλειο και την Ολλανδία και έχει 95 παραπομπές.



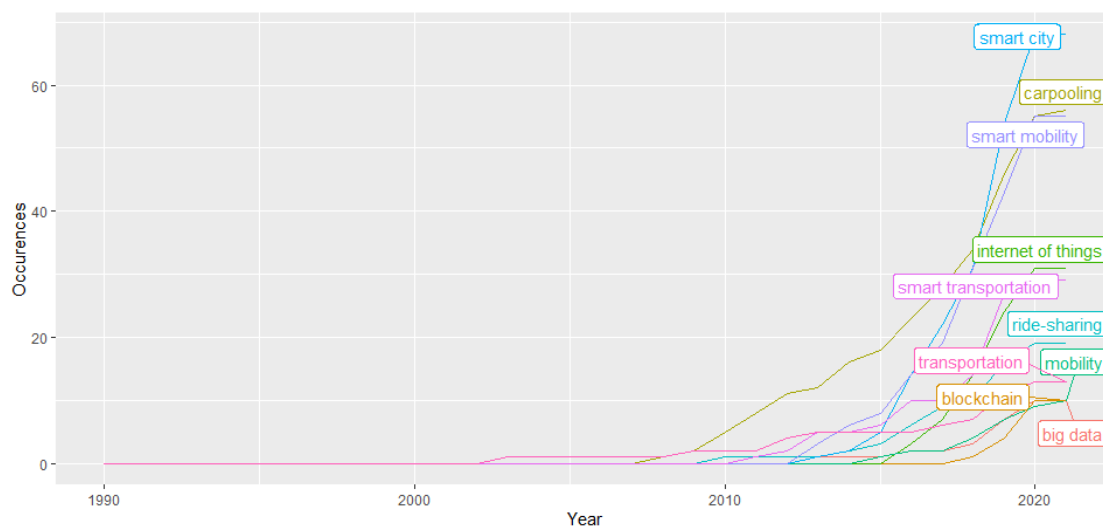
Εικόνα 3-6: Country collaboration network of literature collection #1

3.2.5. Δίκτυο συνύπαρξης keywords

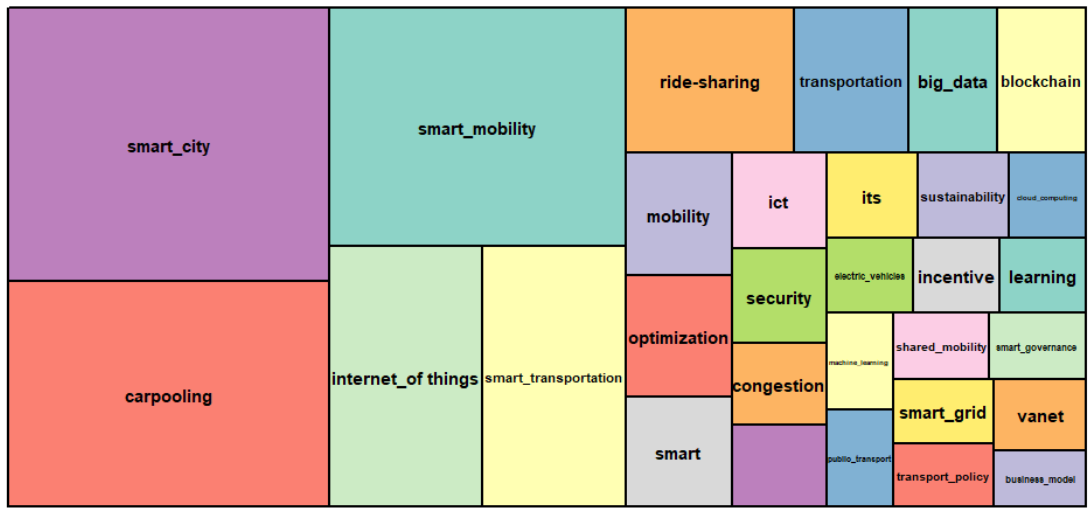
Για να κατανοήσουμε τη διασύνδεση και την εξέλιξη των keywords στα άρθρα της βιβλιογραφικής συλλογής #1 δημιουργείται το δίκτυο συνύπαρξης keywords στην **Εικόνα 3-7** και το διάγραμμα στην **Εικόνα 3-9**. Διαπιστώνεται ότι ο όρος "smart city" έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο. Εμφανίστηκε σε άρθρα της βιβλιογραφικής συλλογής #1 από το 2013, ενώ από το 2016 και μετά η εμφάνιση της είναι πολύ συχνή. Επιπλέον οι όροι που σχετίζονται με την έξυπνη μετακίνηση "smart mobility" και "smart transportation" εμφανίζονται το 2016 και έκτοτε η χρήση τους είναι πολύ συχνή. Ο όρος "carpooling" χρησιμοποιείται από το 2008 μέχρι το 2020 συνεχώς. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη βιβλιογραφική συλλογή #1 εμφανίζονται οι όροι "blockchain", "big data" και "internet of things", γεγονός που περιγράφει την αλληλεπίδραση των θεματικών περιοχών με τις έξυπνες πόλεις και την έξυπνη μετακίνηση.



Εικόνα 3-7: Co-occurrence network of keywords in literature collection #1



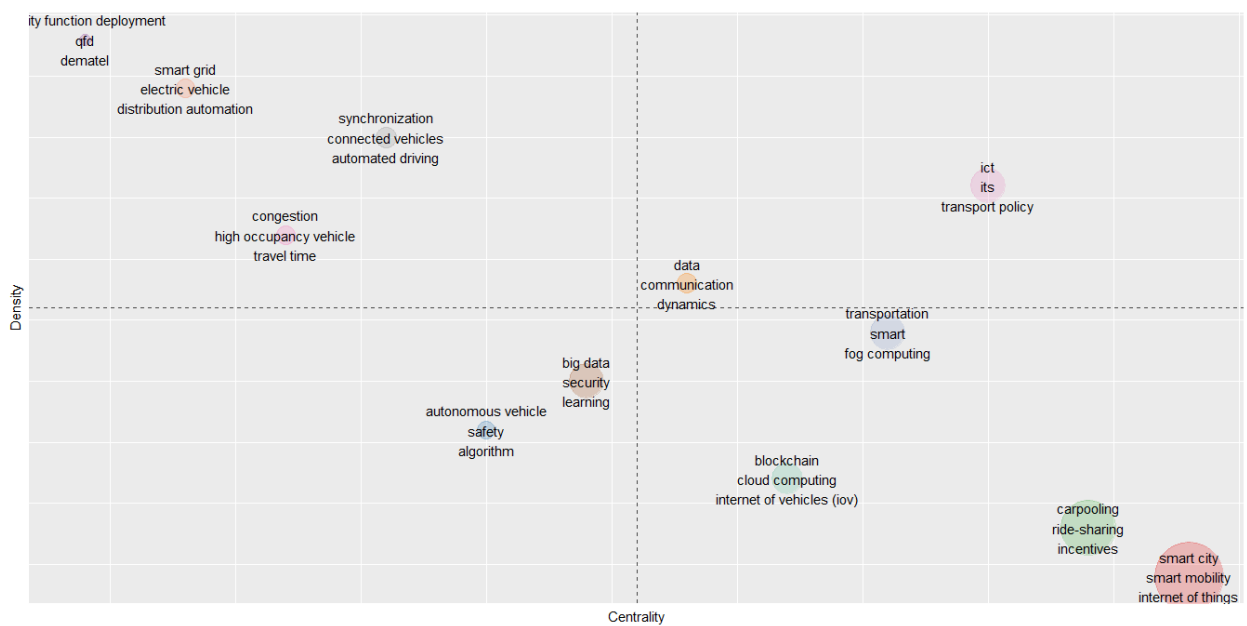
Εικόνα 3-8: Cumulative occurrences of top keywords in literature collection #1



Εικόνα 3-9: Treemap of top keywords in literature collection #1

3.2.6. Θεματικός χάρτης

Η ανάλυση συνύπαρξης των λέξεων-κλειδιών δημιουργεί τον θεματικό χάρτη στην **Εικόνα 3-10**, ο οποίος αποκαλύπτει ότι οι μεγαλύτερες συστάδες περιλαμβάνουν τις θεματικές περιοχές "smart city - smart mobility - internet of things" και "carpooling - ridesharing - incentives". Οι θεματικές περιοχές βρίσκονται στο κάτω δεξί τεταρτημόριο, το οποίο υποδεικνύει βασικά θέματα και απαραίτητα για την ανάπτυξη της θεματικής περιοχής. Επιπλέον το κάτω δεξί τεταρτημόριο περιλαμβάνει την συστάδα με τις θεματικές περιοχές "blockchain - cloud computing - internet of vehicles". Το πάνω αριστερό τεταρτημόριο, το οποίο αντιπροσωπεύει τις απομονωμένες θεματικές περιοχές περιλαμβάνει τους όρους "congestion - high occupancy vehicle - hov efectiveness".

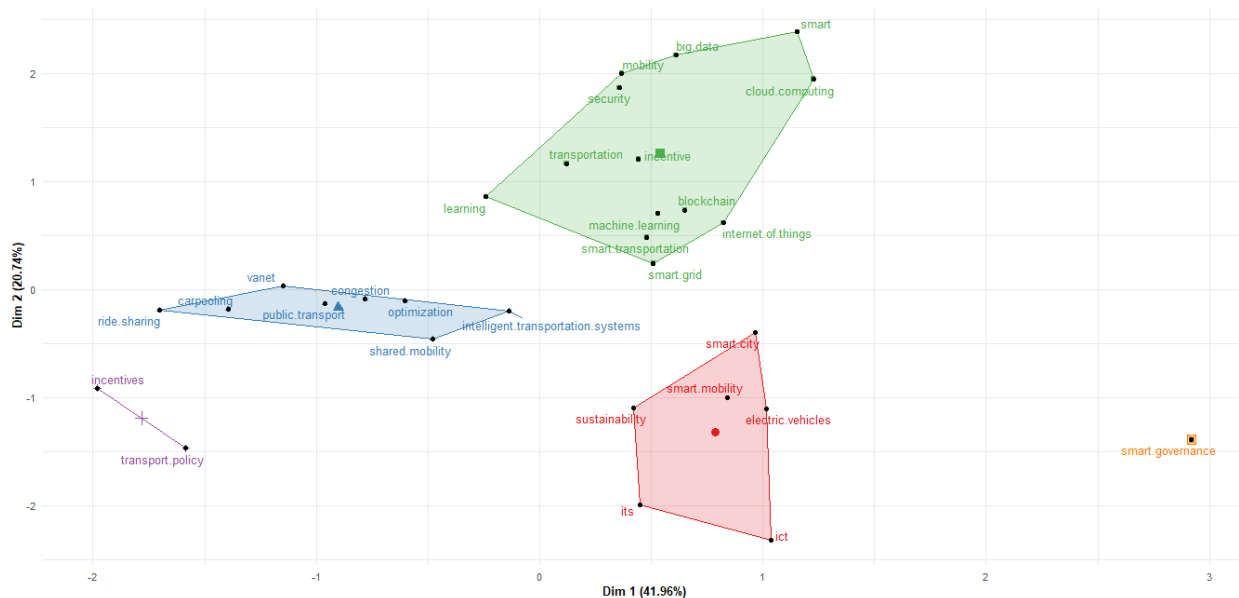


Εικόνα 3-10: Thematic map of literature collection #1

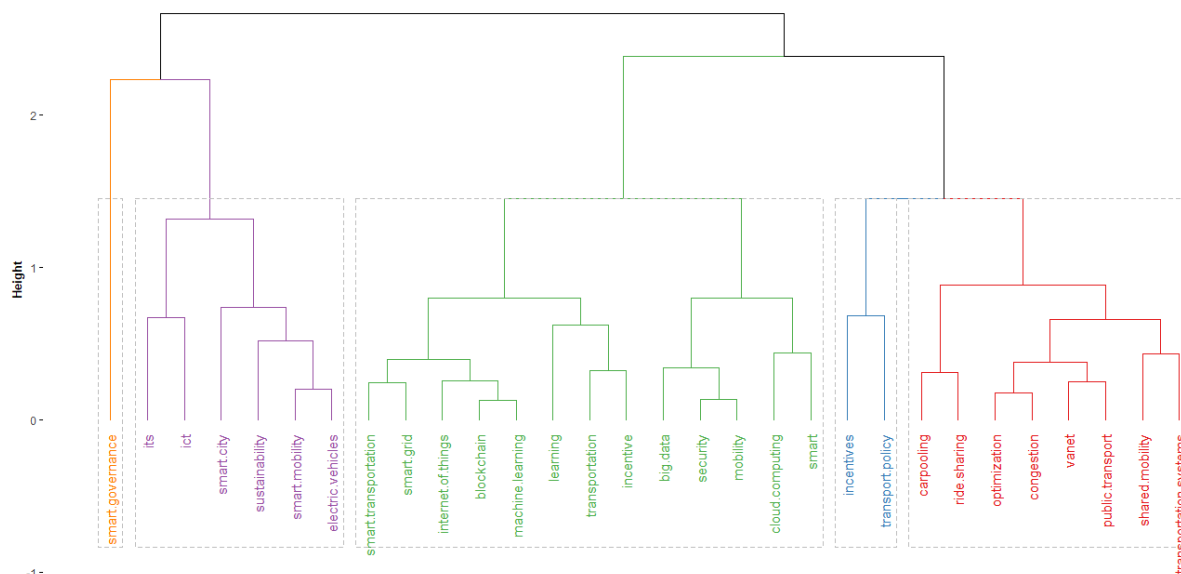
3.2.7. Εννοιολογική δομή – εννοιολογικό δενδρόγραμμα

Η **Εικόνα 3-11** παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης MCA και k-means. Οι δύο διαστάσεις του διαγράμματος MCA εξηγούν το 63% της συνολικής διακύμανσης των keywords (διάσταση 1 = 41,96%, διάσταση 2 = 20,74%). Η ανάλυση δείχνει την δημιουργία 5 συστάδων, που εκφράζουν κοινές έννοιες. Οι πιο σημαντικές είναι η συστάδα *smart city* (smart city - smart mobility - electric vehicles – sustainability), η συστάδα *carpooling* (carpooling - vanet - congestion - optimization – ridesharing) και η συστάδα *internet of things* (internet of things – blockchain – big data - security). Οι συγκεκριμένες συστάδες έχουν παρόμοια απόσταση από το κέντρο των συντεταγμένων και καμία δεν βρίσκεται στην κεντρική έννοια της βιβλιογραφικής συλλογής #1.

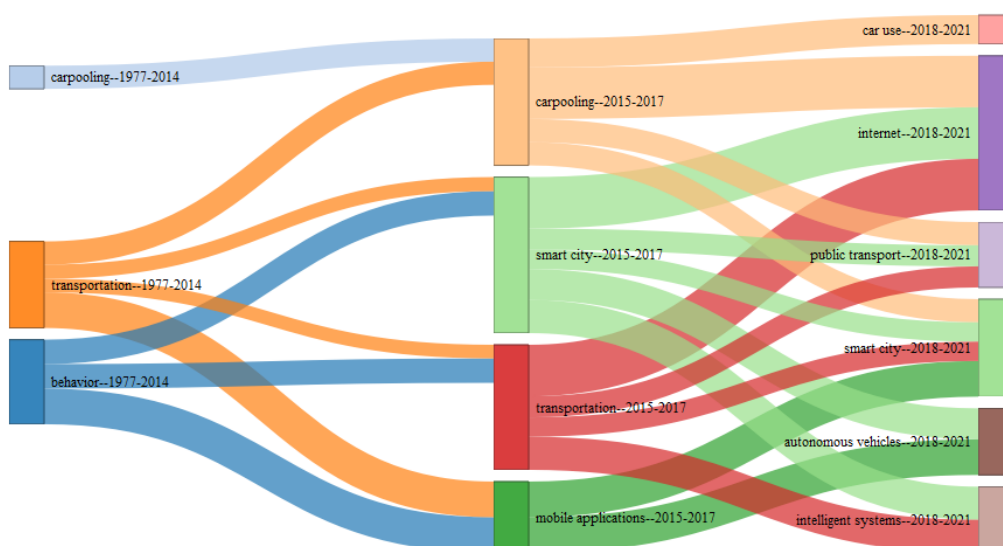
Το θεματικό δενδρόγραμμα στην **Εικόνα 3-12** απεικονίζει την ιεραρχική δομή των keywords και παρουσιάζουν ότι η συστάδα *carpooling* είναι πιο κοντά στη συστάδα *incentives*, η οποία με τη σειρά της είναι κοντά στην περιοχή *internet of things*. Η συστάδα *smart city* είναι πιο κοντά στην περιοχή *smart governance*.



Εικόνα 3-11: Conceptual structure of literature collection #1



Εικόνα 3-12: Topic dendrogram of literature collection #1



Εικόνα 3-13: Thematic evolution of literature collection #1

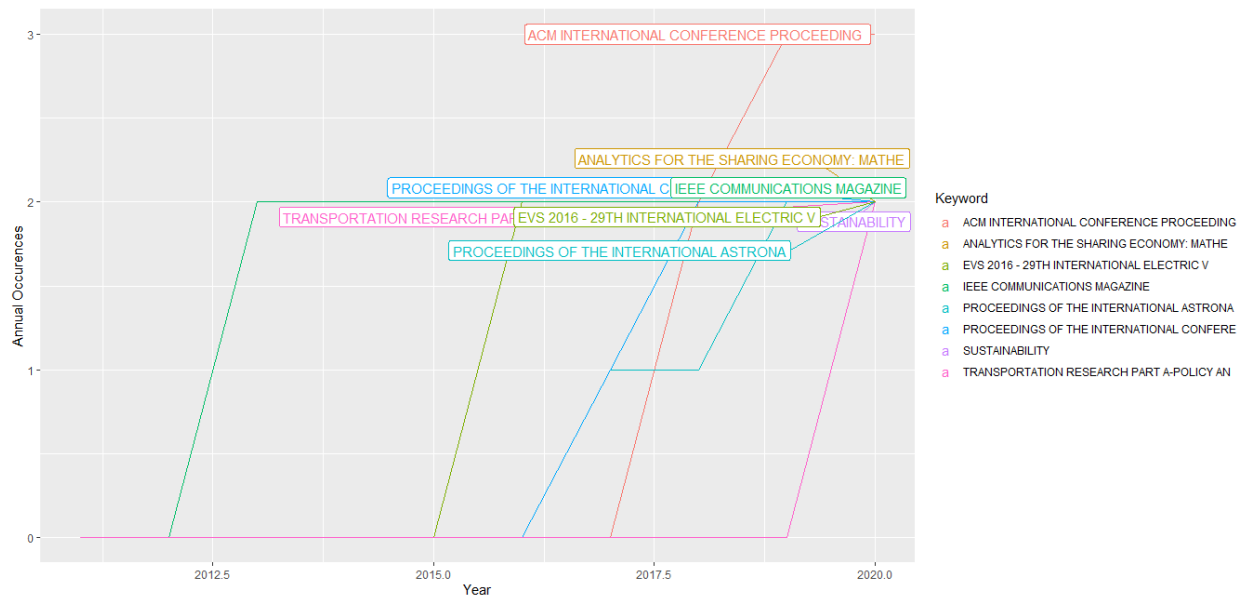
3.3. Βιβλιογραφική Συλλογή #2

3.3.1. Ανάπτυξη πηγών

Μελετώντας την εξέλιξη των πηγών για την βιβλιογραφική συλλογή #2 διαπιστώνεται ότι υπάρχουν άρθρα από 103 διαφορετικές πηγές. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συλλογή περιλαμβάνει συνολικά 112 άρθρα φαίνεται ότι υπάρχουν λίγες πηγές με περισσότερες από μία δημοσιεύσεις. Αυτές είναι οι “ACM INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDING SERIES” με 3 άρθρα από το 2018 έως το 2019, το “TRANSPORTATION RESEARCH PART A-POLICY AND PRACTICE” με 2 άρθρα το 2020, το “PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL CONGRESS, IAC” με 1 άρθρο του 2017 και 1 το

2019 το “PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONIC BUSINESS (ICEB)” με 1 άρθρο το 2017 και 1 το 2018 και το “EVS 2016 - 29TH INTERNATIONAL ELECTRIC VEHICLE SYMPOSIUM” με 2 άρθρα το 2016.

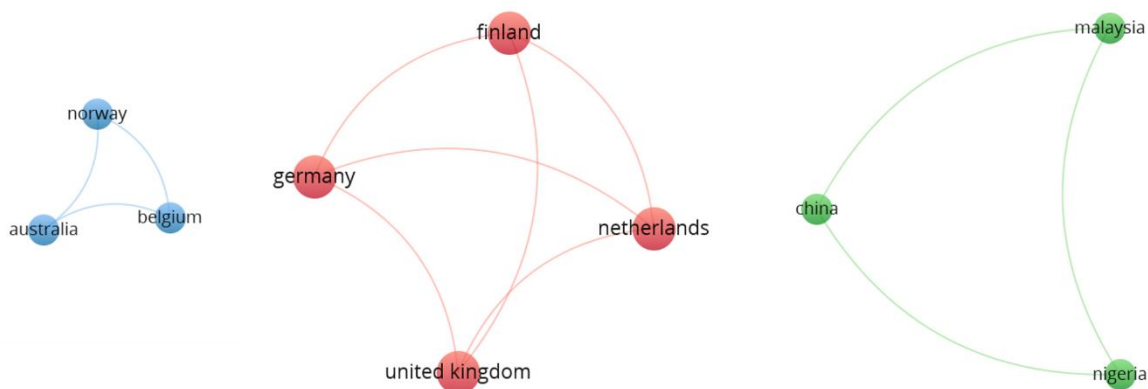
Εξετάζοντας τις παραπομπές των πηγών, διαπιστώνεται ότι το "INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT" έχει 1 άρθρο στη βιβλιογραφική συλλογή που συλλέγει 259 παραπομπές. Η επόμενη πηγή είναι το IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE", η οποία συλλέγει 166 παραπομπές με ένα άρθρο ακολουθούμενο από το "JOURNAL OF INTELLIGENT MANUFACTURING" με 125 παραπομπές από ένα άρθρο επίσης.



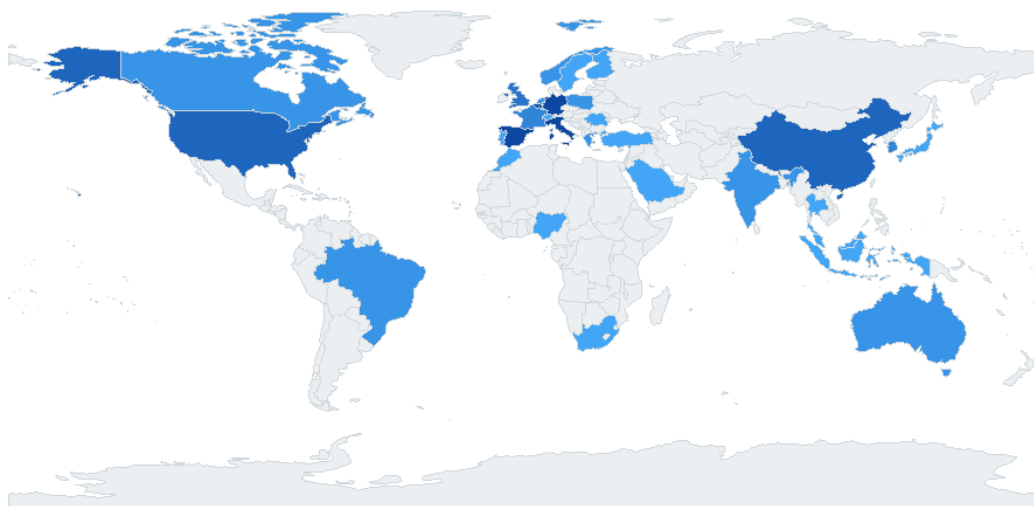
Εικόνα 3-14: Source growth of literature collection #2

3.3.2. Δίκτυο συνεργασίας χωρών

Από την ανάλυση του δικτύου συνεργασίας χωρών διαπιστώνουμε την ύπαρξη τριών συστάδων συνεργασίας μεταξύ Γερμανίας, Ηνωμένου Βασιλείου, Φιλανδίας και Ολλανδίας (Pangbourne et al., 2020), μεταξύ Αυστραλίας, Βελγίου και Νορβηγίας (Andreassen et al., 2018) και μιας συνεργασίας μεταξύ Κίνας, Μαλαισίας και Νιγηρίας (Hashem et al., 2016).



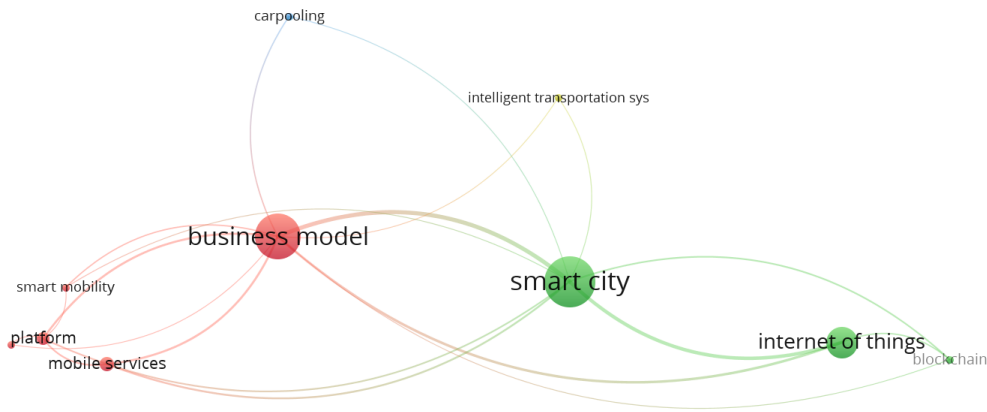
Εικόνα 3-15: Country collaboration network of literature collection #2



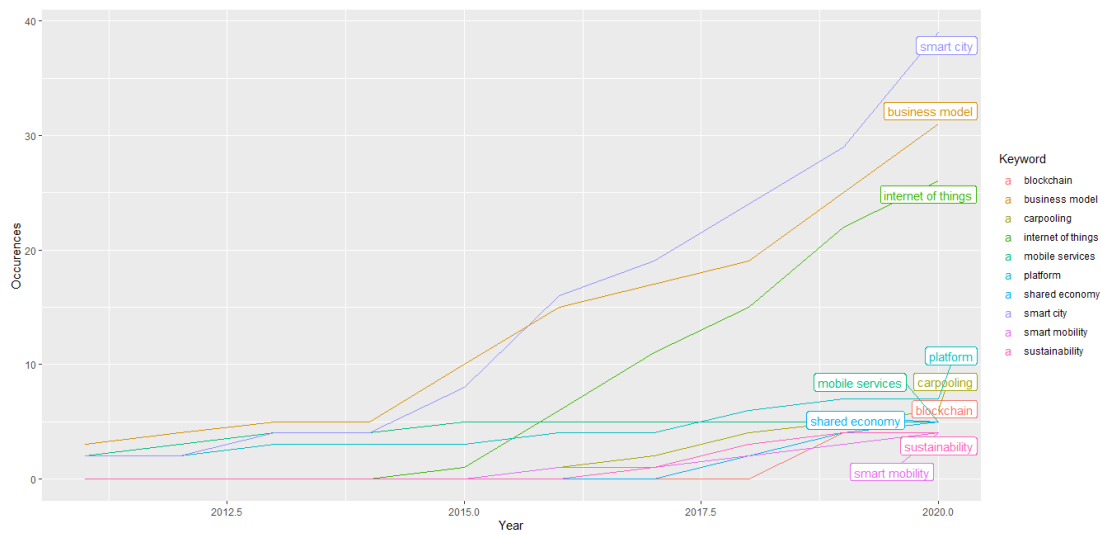
Εικόνα 3-16: Country scientific production of literature collection #2

3.3.3. Δίκτυο συνύπαρξης keywords

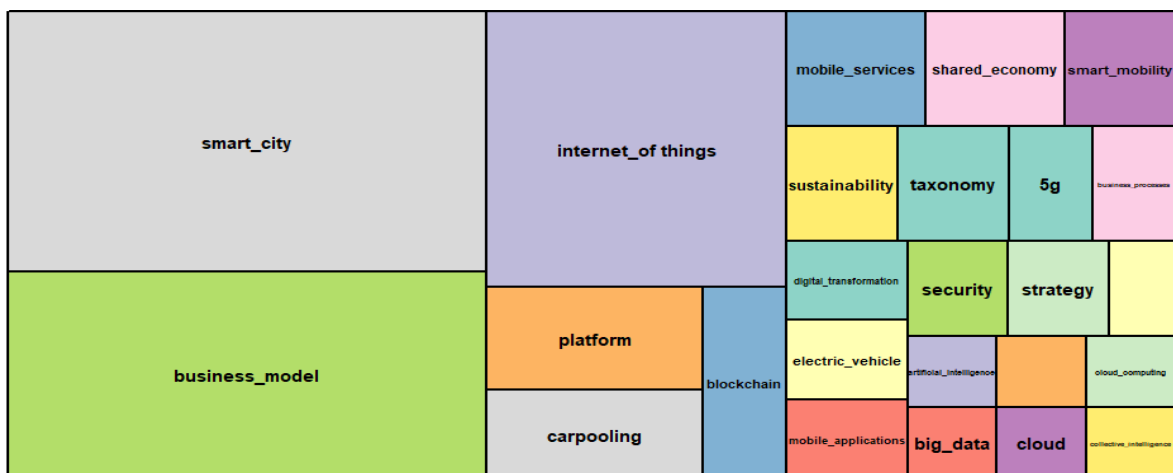
Για να κατανοήσουμε τη διασύνδεση και την εξέλιξη των keywords στα άρθρα της βιβλιογραφικής συλλογής #2 δημιουργούμε το δίκτυο συνύπαρξης των keywords όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3-17** και στο διάγραμμα στην **Εικόνα 3-18**. Διαπιστώνουμε ότι ο όρος "smart city" έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο. Εμφανίζεται σε άρθρα που δημοσιεύτηκαν από το 2011, ενώ από το 2015 και μετά η εμφάνιση του είναι πολύ συχνή. Επιπλέον, ο όρος "business model" χρησιμοποιείται συχνά από την αρχή της βιογραφικής συλλογής ενώ ο όρος "internet of things" εμφανίζεται το 2015 και από τότε η χρήση του είναι σταθερά συχνή. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη βιβλιογραφική συλλογή #2 εμφανίζονται οι όροι "carpooling", "blockchain", "shared economy" και "platform", γεγονός που περιγράφει την αλληλεπίδραση αυτών των θεματικών περιοχών με τις έξυπνες πόλεις και τα επιχειρηματικά μοντέλα.



Εικόνα 3-17: Co-occurrence network of keywords in literature collection #2



Εικόνα 3-18: Cumulative occurrences of top keywords in literature collection #2

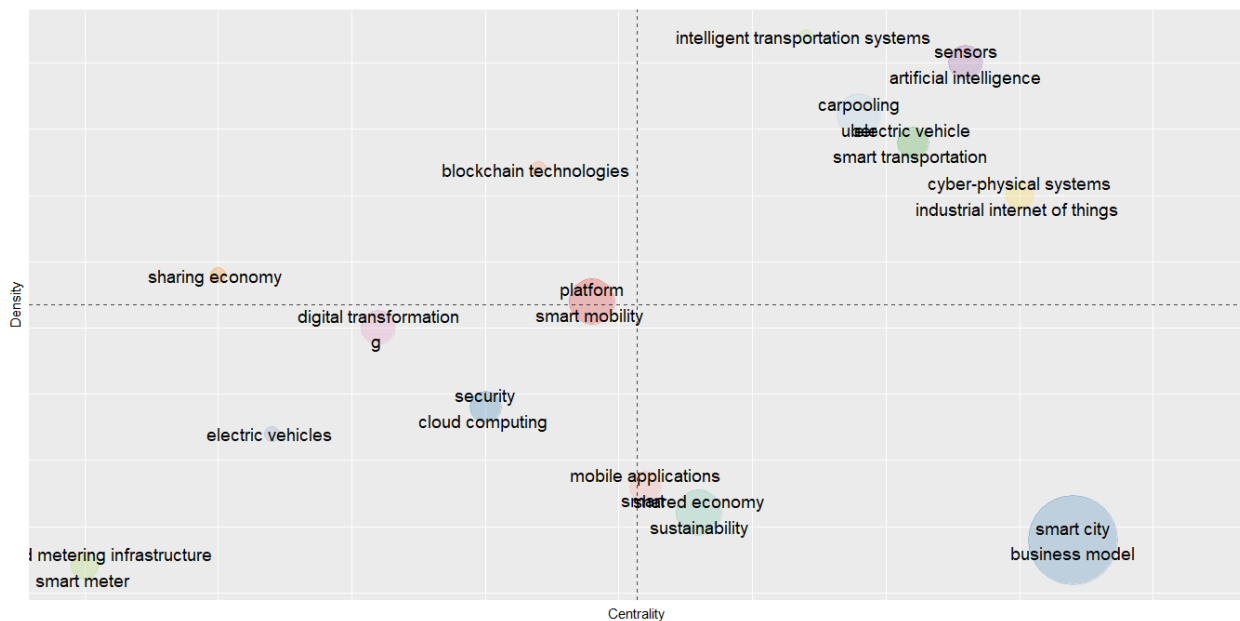


Εικόνα 3-19: Treemap of top keywords in literature collection #2

3.3.4. Θεματικός χάρτης

Η ανάλυση του δικτύου συνύπαρξης των keywords δημιουργεί τον θεματικό χάρτη που φαίνεται στην **Εικόνα 3-20**, ο οποίος αποκαλύπτει ότι οι μεγαλύτερες συστάδες είναι οι

περιοχές "smart city – business models" και "shared economy - sustainability", που βρίσκονται στο κάτω δεξιό τεταρτημόριο με τα βασικά θέματα. Το κάτω δεξιό τεταρτημόριο περιλαμβάνει επίσης την συστάδα με τις θεματικές περιοχές "mobile applications - smart".

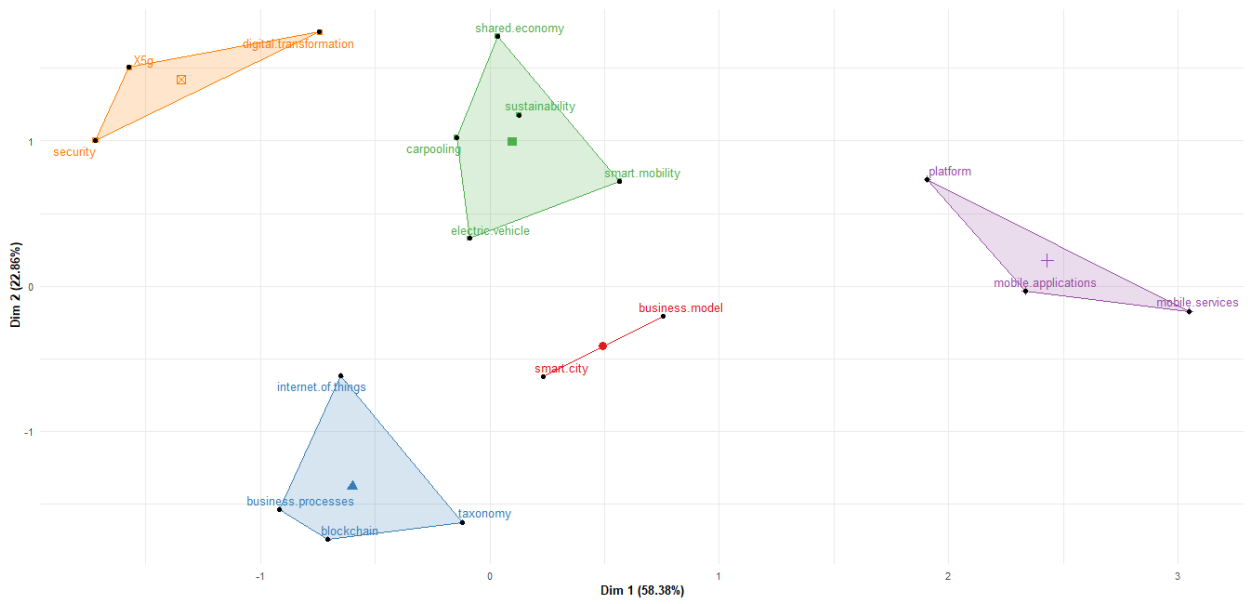


Εικόνα 3-20: Thematic map of literature collection #2

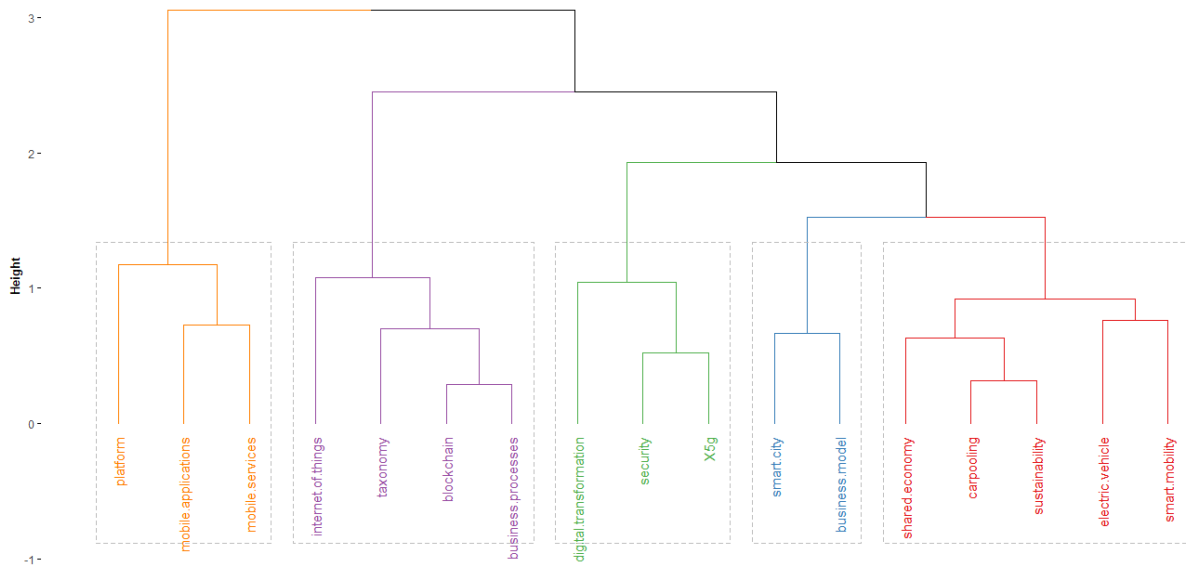
3.3.5. Εννοιολογική δομή – εννοιολογικό δένδρόγραμμα

Η **Εικόνα 3-21** παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης MCA και k-means. Οι 2 διαστάσεις του διαγράμματος MCA περιγράφουν το 81,24% της συνολικής διακύμανσης των keywords (διάσταση 1 = 58,38%, διάσταση 2 = 22,86%). Η ανάλυση δείχνει 5 συστάδες, εκ των οποίων η συστάδα *smart city - business model* βρίσκεται πιο κοντά από όλες τις άλλες στο κέντρο των συντεταγμένων, γεγονός που δείχνει ότι βρίσκεται πιο κοντά στο κεντρικό θέμα της βιβλιογραφικής συλλογής. Η επόμενη συστάδα που βρίσκεται πιο κοντά στο κέντρο των συντεταγμένων είναι η συστάδα *carpooling* (electric vehicle – shared economy – sustainability – carpooling – smart mobility). Η συστάδα *5g* (5g – security – digital transformation), η συστάδα *internet of things* (internet of things – blockchain – business processes) και η συστάδα *platform* (platform – mobile applications – mobile services) είναι πιο απομονωμένες από την κεντρική έννοια της βιβλιογραφικής συλλογής #2.

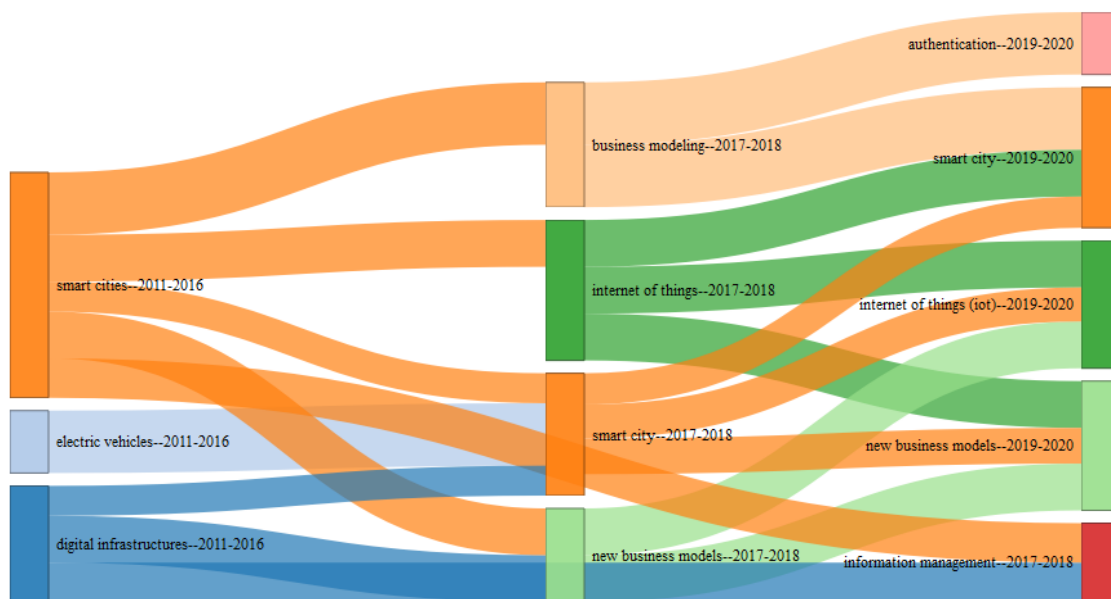
Το θεματικό δένδρόγραμμα στην **Εικόνα 3-22** απεικονίζει την ιεραρχική δομή των keywords και διαπιστώνεται ότι η συστάδα *smart city - business model* βρίσκεται πιο κοντά στη συστάδα *carpooling* η οποία με τη σειρά της συνδέεται με τη συστάδα *5g*.



Εικόνα 3-21: Conceptual structure of literature collection #2



Εικόνα 3-22: Topic dendrogram of literature collection #2



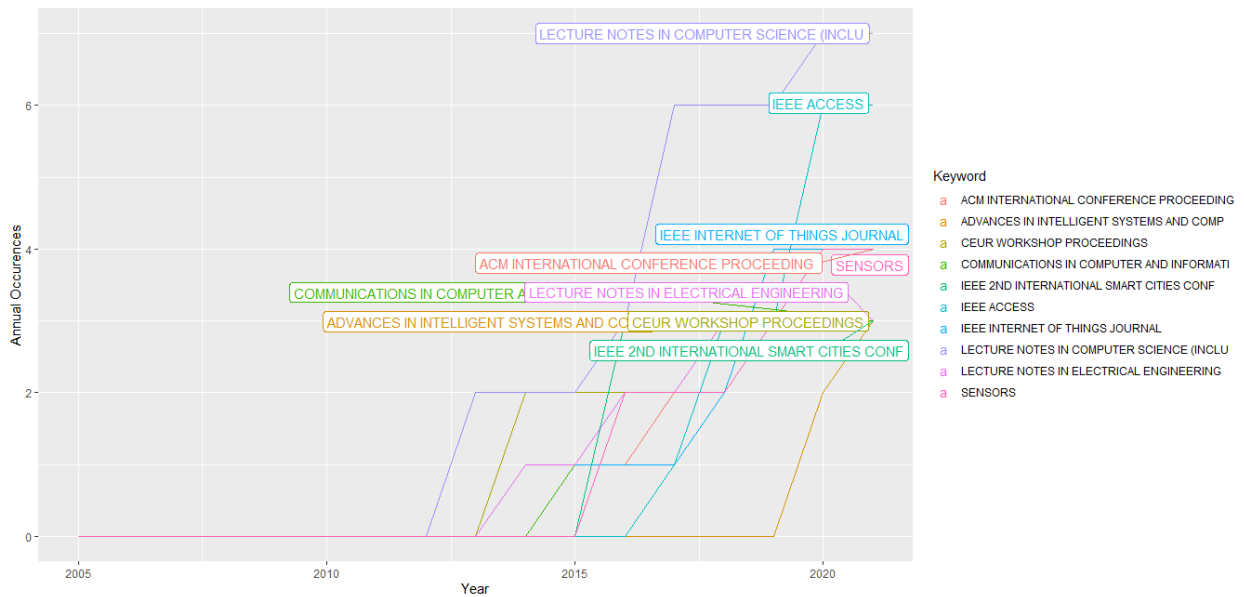
Εικόνα 3-23: Thematic evolution of literature collection #2

3.4. Βιβλιογραφική Συλλογή #3

3.4.1. Ανάπτυξη πηγών

Αναλύοντας την εξέλιξη των πηγών της βιβλιογραφικής συλλογής #3 που απεικονίζεται στην **Εικόνα 3-24**, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν 162 άρθρα από 120 διαφορετικές πηγές. 37 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 23% προέρχονται από 9 πηγές. Η πηγή "LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE (INCLUDING SUBSERIES LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LECTURE NOTES IN BIOINFORMATICS)" έχει δημοσιεύσει 7 άρθρα από το 2013 έως το 2020, παρουσιάζοντας τη μεγαλύτερη επιστημονική παραγωγή. Το "IEEE ACCESS" έχει αυξημένη παραγωγή με 6 άρθρα από το 2017 μέχρι το 2020 και έναν μεγάλο αριθμό 466 παραπομπών.

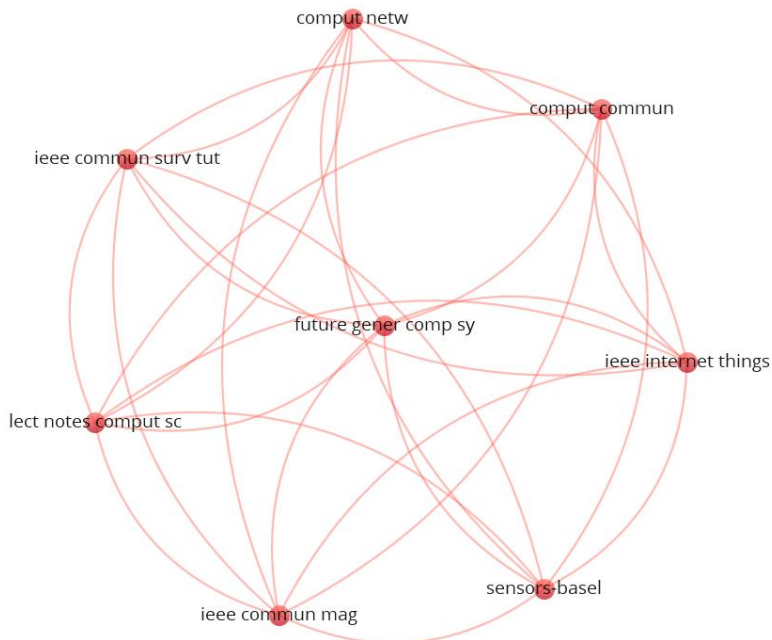
Αξίζει να σημειωθεί ότι το "IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL", το οποίο έχει δημοσιεύσει 4 άρθρα είναι ο εκδότης του άρθρου (Zanella et al., 2014) , που παρέχει μία ολοκληρωμένη έρευνα σχετικά με τις τεχνολογίες, τα πρωτόκολλα και την αρχιτεκτονική των υπηρεσιών Internet of Things σε έξυπνες πόλεις και έχει λάβει 2043 παραπομπές.



Εικόνα 3-24: Source growth of literature collection #3

3.4.2. Δίκτυο συν-παραπομπής πηγών

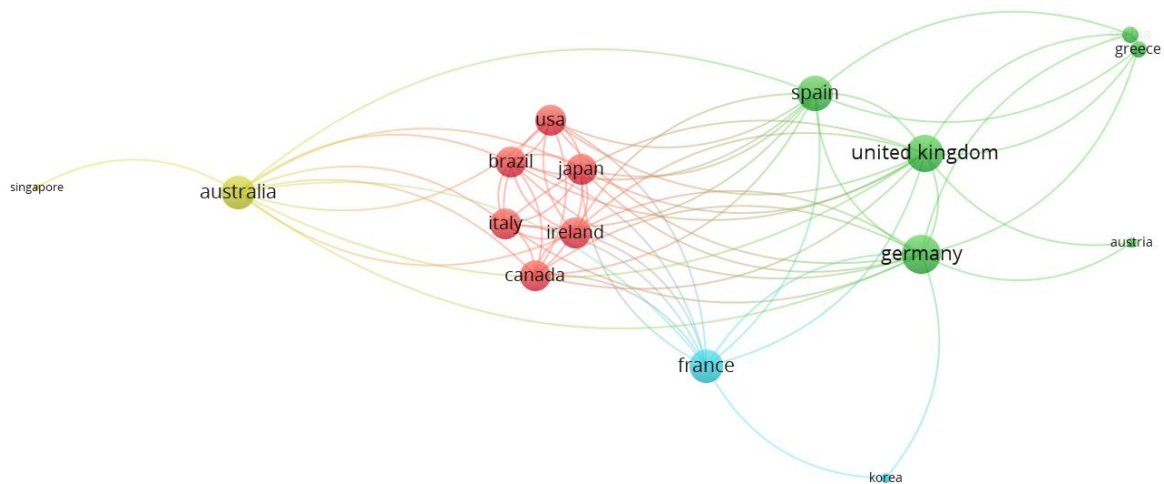
Το δίκτυο συν παραπομπής των πηγών που φαίνεται στην **Εικόνα 3-25**, αποκαλύπτει την ύπαρξη μιας κυρίας συστάδας, η οποία περιλαμβάνει πηγές που εστιάζουν στην εξέλιξη της επιστήμης της υπολογιστικής, των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών και την συμβολή τους στη διαμόρφωση της έξυπνης πόλης.



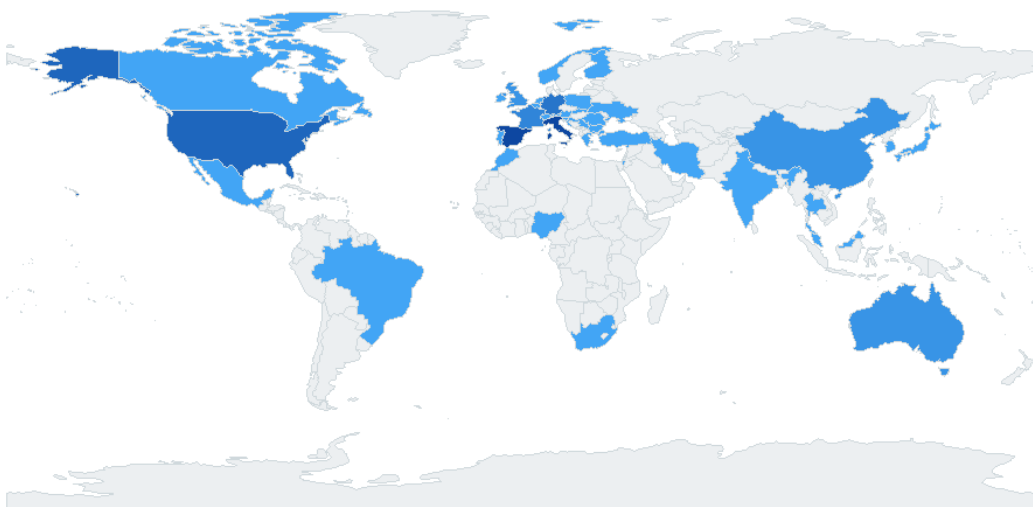
Εικόνα 3-25: Source co-citation network of literature collection #3

3.4.3. Δίκτυο συνεργασίας χωρών

Η ανάλυση του δικτύου συνεργασίας χωρών της βιβλιογραφικής συλλογής #3 αποκαλύπτει την ύπαρξη 2 συστάδων συνεργασίας. Συγγραφείς από την Αυστραλία, την Ιταλία, τον Καναδά, την Ιαπωνία, τη Βραζιλία, την Ισπανία, τη Γαλλία, τις ΗΠΑ και την Ιρλανδία συνεργάστηκαν για το άρθρο που παρέχει μία αναλυτική παρουσίαση τεσσάρων προτάσεων για το έργο μιας συνδεδεμένης πόλης (Tucker et al., 2017). Το συνεργατικό άρθρο (Sanchez et al., 2014) έχει συγγραφείς από την Ελλάδα, το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γερμανία, τη Σερβία και την Ισπανία και έλαβε 302 παραπομπές.



Εικόνα 3-26: Country collaboration network of literature collection #3

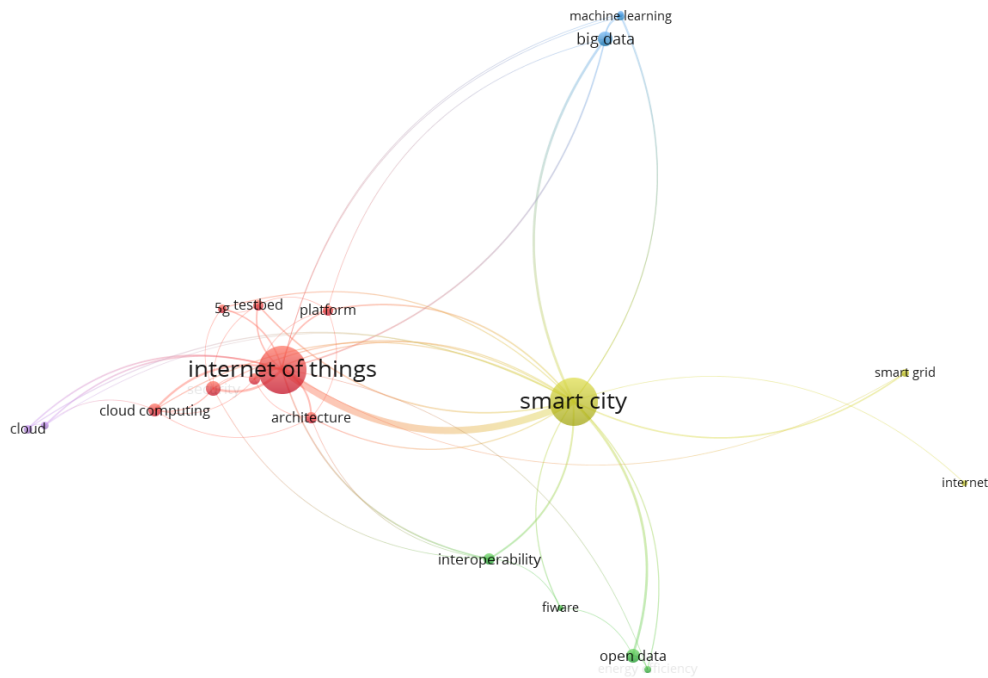


Εικόνα 3-27: Country scientific production of literature collection #3

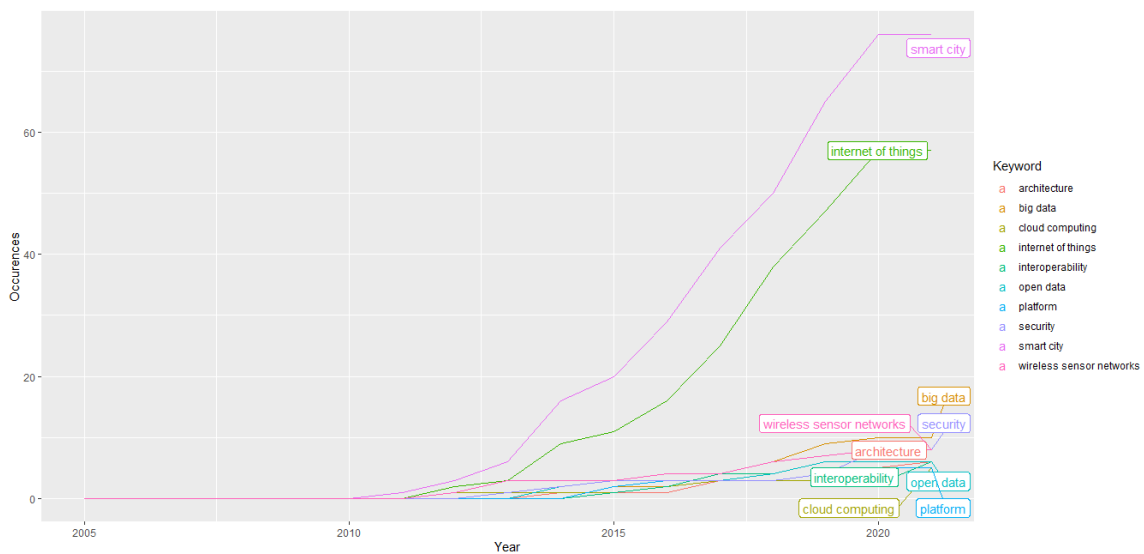
3.4.4. Δίκτυο συνύπαρξης keywords

Για να κατανοήσουμε την διασύνδεση και την εξέλιξη των keywords στα άρθρα της βιβλιογραφικής συλλογής #3 δημιουργείται το δίκτυο συνύπαρξης των keywords στην **Εικόνα 3-28** και το διάγραμμα στην **Εικόνα 3-29**. Προκύπτει ότι ο όρος *smart city* έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο και εμφανίζεται σε άρθρα που δημοσιεύτηκαν από το 2011. Ο όρος *internet of*

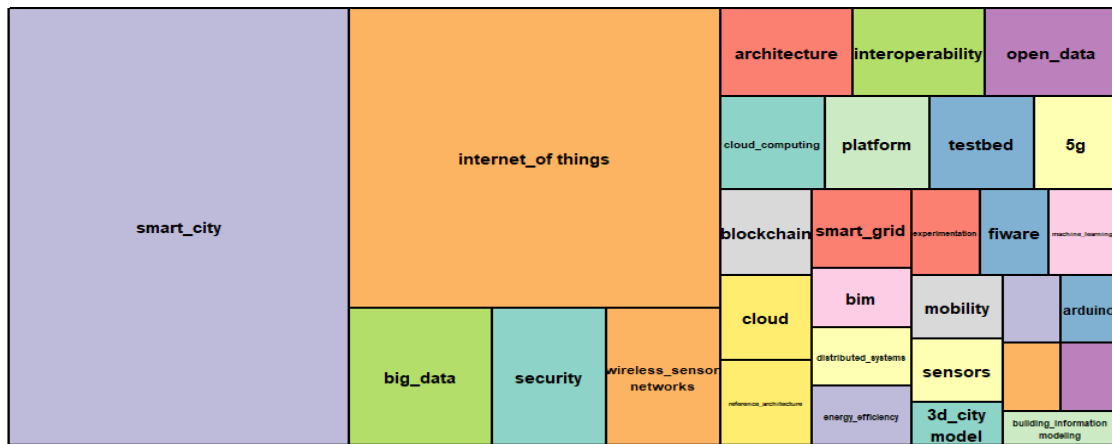
things είναι ο επόμενος πιο συχνός. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι υπόλοιποι όροι όπως *big data*, *wireless sensor networks*, *platform* και *architecture* χρησιμοποιούνται λιγότερο συχνά.



Εικόνα 3-28 : Co-occurrence network of keywords in literature collection #3



Εικόνα 3-29: Cumulative occurrences of top keywords in literature collection #3

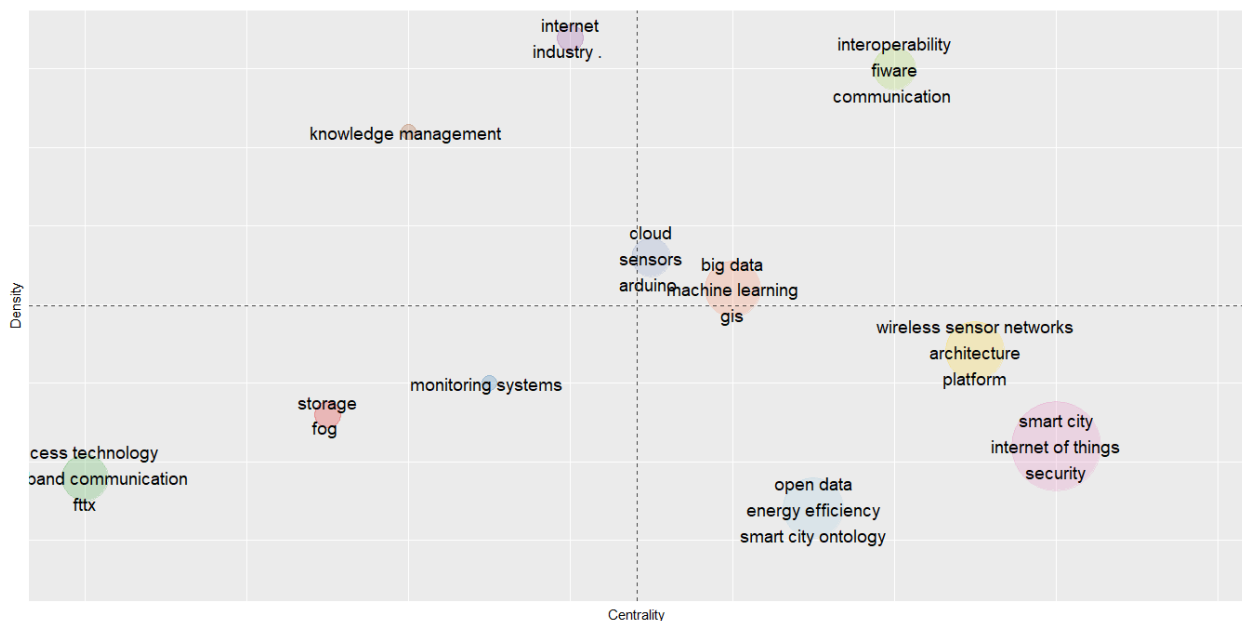


Εικόνα 3-30: Treemap of top keywords in literature collection #3

3.4.5. Θεματικός χάρτης

Η ανάλυση του δικτύου συνύπαρξης των keywords δημιουργεί τον θεματικό χάρτη που φαίνεται στην **Εικόνα 3-31**, ο οποίος αποκαλύπτει ότι τα σημαντικότερα θέματα της βιβλιογραφικής συλλογής #3 περιλαμβάνουν τους τομείς "smart city – internet of things – cloud computing", "wireless sensor networks – architecture – platform" and "open data – energy efficiency – smart city ontology". Αυτές οι θεματικές περιοχές βρίσκονται στο κάτω δεξιό τεταρτημόριο που δείχνει τις βασικές ενότητες που απαιτούνται για την ανάπτυξη.

Τα κινητήρια θέματα που έχουν υψηλή κεντρικότητα και υψηλή πυκνότητα και βρίσκονται στο πάνω δεξιό τεταρτημόριο περιλαμβάνουν τις συστάδες των θεματικών περιοχών "big data – machine learning – gis" και "cloud – sensors - arduino" και υποδεικνύουν περιοχές που έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα.

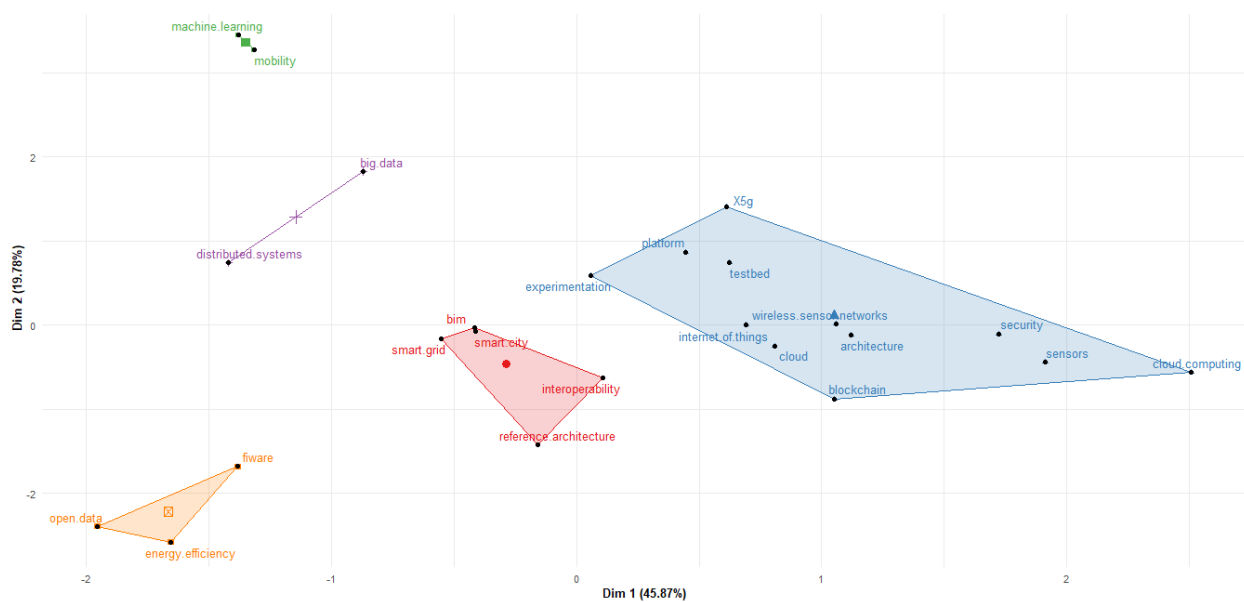


Εικόνα 3-31: Thematic map of literature collection #3

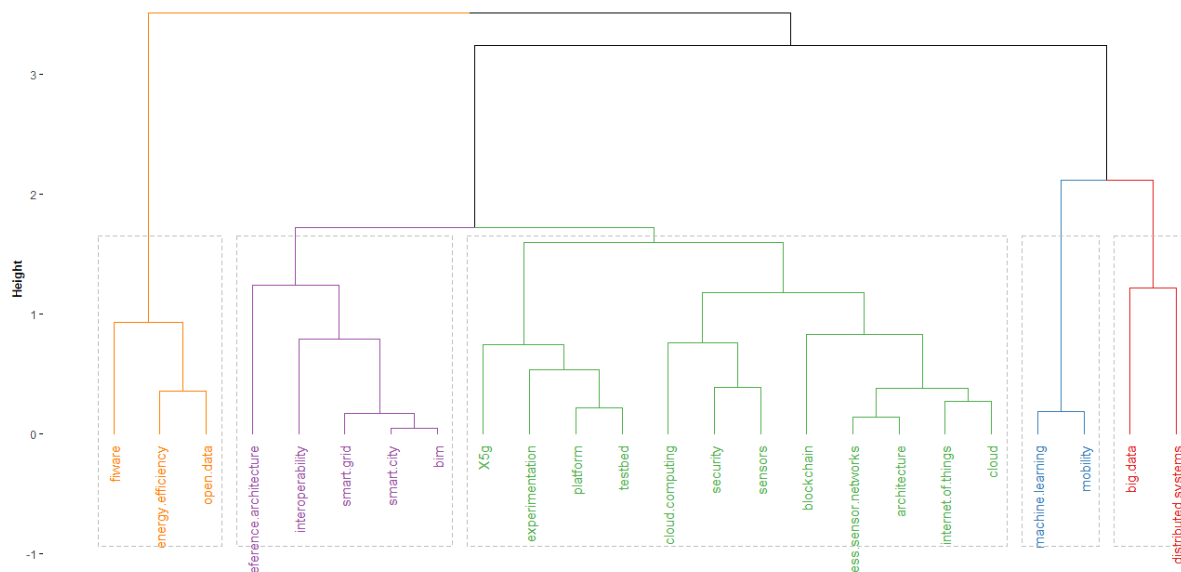
3.4.6. Εννοιολογική δομή – εννοιολογικό δενδρόγραμμα

Η **Εικόνα 3-32** παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης MCA και k-means για τη βιβλιογραφική συλλογή #3. Οι 2 διαστάσεις του διαγράμματος MCA εξηγούν το 65,65% της συνολικής διακύμανσης των keywords (διάσταση 1 = 45.87%, διάσταση 2= 19.78%). Η ανάλυση δείχνει την διαμόρφωση 5 συστάδων που εκφράζουν κοινές έννοιες. Η συστάδα *smart city* (smart city - smart grid – interoperability – reference architecture) βρίσκεται πλησιέστερα στο κέντρο των συντεταγμένων, δείχνοντας ότι είναι πιο κοντά στην κεντρική έννοια της βιογραφικής συλλογής. Η συστάδα *platform* (platform – internet of things – cloud – wireless sensor networks – security – 5g) αποτελεί τη μεγαλύτερη συστάδα και τη δεύτερη πλησιέστερη στο κέντρο των συντεταγμένων.

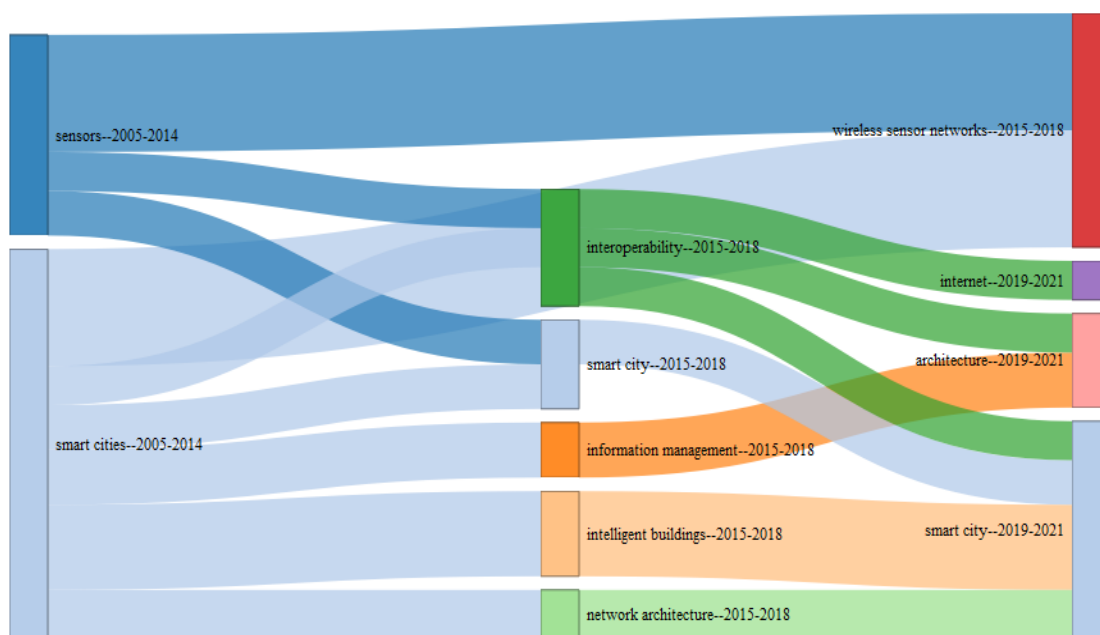
Το θεματικό δενδρόγραμμα που φαίνεται στην **Εικόνα 3-33** απεικονίζει την ιεραρχική δομή των keywords και προσδιορίζει ότι οι συστάδες *smart city* και *platform* είναι οι μεγαλύτερες και πιο κοντινές μεταξύ τους.



Εικόνα 3-32: Conceptual structure of literature collection #3



Εικόνα 3-33: Topic dendrogram of literature collection #3



Εικόνα 3-34: Thematic evolution of literature collection #3

3.5. Συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση

Πραγματοποιείται μία διεξοδική βιβλιογραφική επισκόπηση και ταξινόμηση των επιλεγμένων άρθρων των άρθρων των βιβλιογραφικών συλλογών, σύμφωνα με τη συνάφεια που παρουσιάζουν με τις ερευνητικές ερωτήσεις.

3.5.1. Βιβλιογραφική συλλογή #1

Το carpooling έχει διαπιστωθεί στη διάρκεια του χρόνου ότι αποτελεί μία αποτελεσματική επιλογή μετακίνησης για τη μείωση του κόστους, τη μείωση της συμφόρησης και των εκπομπών καυσαερίων. Για να κατανοήσουμε καλύτερα την αξία που δημιουργείται από τις υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης της μορφής carpooling εξετάζονται οι κυρίες διαστάσεις που επηρεάζουν τη συμμετοχή ή μη συμμετοχή σε carpooling. Η βιβλιογραφία που μελετά κάθε διάσταση αποτυπώνεται στα στοιχεία που περιλαμβάνει ο **Πίνακας 3-3**.

Πίνακας 3-3: Studies for factors affecting carpooling

Category	Literature
Demographics	(Molina et al., 2020), (Monchambert, 2020), (Olsson et al., 2019), (Neoh et al., 2018), (Neoh et al., 2017), (Blumenberg & Smart, 2014), (Correia & Viegas, 2011), (Bruglieri et al., 2011), (Teal, 1987)
Cost	(Monchambert, 2020), (Pinto et al., 2019), (Liu et al., 2019), (Olsson et al., 2019), (K. Huang et al., 2019), (Park et al., 2018), (Do & Jung, 2018), (Ciasullo et al., 2018), (Kaplowitz & Slabosky, 2018), (Carrese et al., 2017), (S. A. Shaheen et al., 2016), (Delhomme & Gheorghiu, 2016), (Malodia & Singla, 2016), (Chan & Shaheen, 2012), (Correia & Viegas, 2011), (Canning et al., 2010), (J. Li et al., 2007), (Ferguson, 1997), (Washbrook et al., 2006)
Time	(Monchambert, 2020), (Pinto et al., 2019), (Olsson et al., 2019), (K. Huang et al., 2019), (Park et al., 2018), (R. Li et al., 2018), (Ciasullo et al., 2018), (Neoh et al., 2017), (Carrese et al., 2017), (S. A. Shaheen et al., 2016), (Delhomme & Gheorghiu, 2016), (Malodia & Singla, 2016), (Bruglieri et al., 2011), (Canning et al., 2010), (J. Li et al., 2007), (Ferguson, 1997)
Environment	(Do & Jung, 2018), (Ciasullo et al., 2018), (Delhomme & Gheorghiu, 2016), (J. Li et al., 2007)
Socializing	(Librino et al., 2020, p.), (Park et al., 2018), (Ciasullo et al., 2018)
Trust	(Kristal & Whillans, 2020), (M. Wu & Neill, 2020), (Olsson et al., 2019), (Do & Jung, 2018), (Ciasullo et al., 2018), (Carrese et al., 2017), (Chan & Shaheen, 2012), (Correia & Viegas, 2011), (Bruglieri et al., 2011)
Scheme availability	(Kristal & Whillans, 2020), (Pinto et al., 2019), (Kaplowitz & Slabosky, 2018), (Neoh et al., 2017), (Chan & Shaheen, 2012), (J. Li et al., 2007), (Ferguson, 1997)
Public Transportation Integration	(Wright et al., 2020), (Monchambert, 2020), (Neoh et al., 2018), (Carrese et al., 2017), (S. A. Shaheen et al., 2016)

Παλαιότερες μελέτες όπως το άρθρο *CARPOOLING: WHO, HOW AND WHY* (Teal, 1987) αναλύουν τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων σε carpooling, περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο ταξιδεύουν και εξηγούν γιατί συμμετέχουν σε carpooling. Οι κύριοι λόγοι για την συμμετοχή σε carpooling είναι η μείωση του κόστους μετακίνησης, η διαθεσιμότητα του

οχήματος και η έλλειψη ποιοτικών εναλλακτικών μέσων μεταφοράς. Το άρθρο *The rise and fall of the American carpool: 1970–1990* (Ferguson, 1997) εξετάζει τους λόγους της πτώσης του carpooling μετά τη δεκαετία του '80 και προτείνει τρόπους αύξησης. Φαίνεται ότι η πτώση των τιμών του πετρελαίου συμβαδίζει με την πτώση του carpooling μεταξύ 1980 και 1990. Επιπλέον το carpooling επηρεάζεται από κοινωνικούς παράγοντες όπως η αύξηση της διαθεσιμότητας αυτοκινήτων, η δυσκολία στο σχηματισμό carpooling για αστικές και προαστιακές μετακινήσεις και το γεγονός ότι οι περισσότεροι μορφωμένοι είναι λιγότερο πιθανό να συμμετάσχουν σε carpooling. Για την αύξηση του σχηματισμού carpooling προτείνονται εναλλακτικές λύσεις στις χρεώσεις μετακινήσεων καθώς και προώθηση του carpooling παρέχοντας σχετικά κίνητρα στις περιοχές εργασίας.

Πολλές μεταγενέστερες μελέτες αναλύουν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά όσων συμμετέχουν σε carpooling. Διαπιστώνεται ότι το φύλο είναι ένας σημαντικός παράγοντας, καθώς οι άντρες τείνουν να συμμετέχουν ευκολότερα στο carpooling, ενώ οι γυναίκες όταν οδηγούν είναι λιγότερο πιθανό να συμμετάσχουν σε carpooling από τους άντρες και προτιμούν να μεταφέρουν δύο επιβάτες αντί για έναν (Monchambert, 2020). Η ηλικία το εισόδημα και το επίπεδο μόρφωσης έχουν αναγνωριστεί σε παλαιότερες μελέτες ως σημαντικοί παράγοντες, καθώς οι νεότεροι και οι άνθρωποι με χαμηλότερο εισόδημα και χαμηλότερη μόρφωση τείνουν να συμμετέχουν σε carpooling περισσότερο. Ωστόσο, αυτές οι συσχετίσεις αποδίδονται στην ιδιοκτησία αυτοκινήτου, η οποία αποτελεί έναν καλύτερο παράγοντα για την πρόβλεψη της συμμετοχής σε carpooling (Neoh et al., 2017). Δύο μελέτες που περιλαμβάνουν μετα-ανάλυση των παραγόντων, προσδιορίζουν τελικά ότι οι δημογραφικοί παράγοντες έχουν περιορισμένη επίδραση στην συμμετοχή σε carpooling (Neoh et al., 2017), (Olsson et al., 2019).

Το κόστος των μετακινήσεων ως παράγοντας συμμετοχής σε carpooling εξετάζεται σε πολλές μελέτες. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες εντοπίζουν ότι η συσχέτιση είναι μικρή όταν εξετάζεται ως παράγοντας για την επιλογή του carpooling σε σχέση με την οδήγηση χωρίς συνεπιβάτες ή με τη χρήση δημόσιας συγκοινωνίας. Από την άλλη πλευρά όταν εξετάζεται από την οπτική των παρεμβάσεων φαίνεται ότι έχει μεγάλη συσχέτιση. Η χρήση λωρίδων οχημάτων υψηλής πληρότητας (HOV lanes) ή λωρίδων χωρίς διόδια για οχήματα υψηλής πληρότητας (HOT lanes) και το μειωμένο κόστος στάθμευσης είναι ισχυρά κίνητρα για σχηματισμό carpooling. Το ίδιο ισχύει και για παρεμβάσεις που αυξάνουν το κόστος χρήσης των οχημάτων που χρησιμοποιούνται από ένα άτομο με τη μορφή ποινών. Η αύξηση του κόστους με την εισαγωγή χρεώσεων στο δρόμο και χρεώσεων στην στάθμευση έχει σημαντική επιρροή στην τάση για οδήγηση χωρίς συνεπιβάτες (Washbrook et al., 2006). Στην πραγματικότητα αναγνωρίζεται ότι οι ποινές είναι πιο αποτελεσματικές από τα κίνητρα για τον σχηματισμό carpooling. Ωστόσο, δεν προτιμώνται για πολιτικούς λόγους, καθώς έχουν υψηλό ρίσκο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Τα αποτελέσματα και οι παράγοντες που σχετίζονται με την εξοικονόμηση χρόνου είναι παρόμοια με τα αποτελέσματα για τους παράγοντες του κόστους. Όταν εξετάζονται από την άποψη της εξοικονόμησης χρόνου και της μείωσης της συμφόρησης έχουν περιορισμένη επίδραση για τους επιβάτες προκειμένου να επιλέξουν το carpooling. Όταν μελετώνται από την πλευρά των παρεμβάσεων φαίνεται να έχουν μεγάλη αξία. Πολιτικές όπως οι λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας (HOV lanes) και οι δεσμευμένοι χώροι στάθμευσης τείνουν να αυξάνουν την πρόθεση για συμμετοχή σε carpooling.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες έχουν εξεταστεί από αρκετές μελέτες, επειδή το carpooling οδηγεί σε υψηλότερη πληρότητα οχημάτων, συνεπώς λιγότερα αυτοκίνητα στους δρόμους και

μειωμένες εκπομπές καυσαερίων. Ωστόσο, τα οφέλη είναι έμμεσα και δεν επηρεάζουν τις αποφάσεις για συμμετοχή σε carpooling. Αναγνωρίζεται ότι οι carpoolers θεωρούν την περιβαλλοντική απειλή περισσότερο υπαρκτή σε σχέση με όσους δεν συμμετέχουν σε carpooling. Επιπλέον, για όσους συμμετέχουν σε carpooling, η προστασία του περιβάλλοντος ως κίνητρο έρχεται μετά από τα οικονομικά κίνητρα (Delhomme & Gheorghiu, 2016).

Η επίδραση των κοινωνικών παραγόντων, της εμπιστοσύνης και της ασφάλειας έχει επίσης εξεταστεί διεξοδικά. Με την ενσωμάτωση των κοινωνικών χαρακτηριστικών των οδηγών και των επιβατών, το carpooling αναγνωρίζεται ως ένα μέσο κοινωνικής ανάμιξης μέσω μιας μελέτης με σενάρια μετακίνησης στην Πίζα και στην πανεπιστημιούπολη του MIT (Librino et al., 2020). Οι ευκαιρίες για κοινωνικοποίηση μέσω ενός ταξιδιού carpooling έχουν αναγνωριστεί ως λόγος ειδικά για τους οδηγούς (Park et al., 2018). Από την άλλη πλευρά, η έλλειψη εμπιστοσύνης είναι ένα σημαντικό εμπόδιο για το carpooling ειδικά για τις γυναίκες. Οι άνθρωποι συμμετέχουν ευκολότερα σε carpooling είτε σε κλειστά προγράμματα, όπως μέσα σε οργανισμούς (Olsson et al., 2019), είτε μέσα από πλατφόρμες με σύστημα βασισμένο στη φήμη των συμμετεχόντων που βοηθά στην αύξηση της εμπιστοσύνης (M. Wu & Neill, 2020), (Bruglieri et al., 2011).

Ένας σημαντικός παράγοντας για την συμμετοχή σε carpooling ειδικά για τις αστικές και προαστιακές μετακινήσεις είναι η δυνατότητα ενσωμάτωσης των δημόσιων συγκοινωνιών. Παρόλο που το carpooling θεωρείται εναλλακτική λύση για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, πολλές μελέτες αναγνωρίζουν ότι η ικανότητα ενσωμάτωσης του carpooling είναι σημαντική, καθώς η οδήγηση απαιτείται συχνά για την πρόσβαση σε δημόσιες συγκοινωνίες. Η μετακίνηση με την μορφή του MaaS στοχεύει κυρίως σε αστικές περιοχές, όπου οι άνθρωποι βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τα μέσα μαζικής μεταφοράς ή την κοινή χρήση αυτοκινήτων. Σε αυτήν την περίπτωση, η ενσωμάτωση του carpooling θα μπορούσε να προσφέρει όφελος, ενώ στην περίπτωση των προαστιακών περιοχών η δυναμική είναι μεγαλύτερη επειδή οι δημόσιες συγκοινωνίες είναι περιορισμένες, αυξάνοντας έτσι τη συμβολή του MaaS στη βιώσιμη μετακίνηση (Wright et al., 2020). Η δυνατότητα για υπηρεσίες carpooling σε πραγματικό χρόνο με συνδέσεις με τη δημόσια συγκοινωνία φαίνεται να είναι χρήσιμη και βολική, καθώς μειώνει τους χρόνους μετακίνησης (Carrese et al., 2017).

Η επίδραση συγκεκριμένων παρεμβάσεων στην ενίσχυση του carpooling έχει μελετηθεί εκτενώς όπως φαίνεται στα στοιχεία που περιλαμβάνει ο **Πίνακας 3-4**. Πολιτικές ρύθμισης κυκλοφορίας, η επίδραση των λωρίδων HOV/HOT και το μειωμένο κόστος στάθμευσης ή ειδικά σημεία στάθμευσης έχουν αναγνωριστεί ως σημαντικά στην αύξηση του σχηματισμού carpooling. Επίσης, ως πιθανές παρεμβάσεις έχουν αναγνωριστεί οι πολιτικές περιορισμού της κυκλοφορίας σε περιοχές υψηλής συμφόρησης με ταυτόχρονες εξαιρέσεις για τους συμμετέχοντες σε carpooling (Wei et al., 2020), καθώς και τα οικονομικά κίνητρα για συμμετοχή σε carpooling αντί για την χρήση αυτοκινήτου από ένα άτομο σε αστικές περιοχές με έντονη συμφόρηση (Minett et al., 2020). Επιπλέον, η χρήση των λωρίδων HOV έχει μελετηθεί διεξοδικά προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη εφαρμογή τους και να μεγιστοποιηθεί η συνολική αποσυμφόρηση των λωρίδων γενικής χρήσης (Hughes & Kaffine, 2019).

Πίνακας 3-4: Studies for carpooling interventions

Category	Literature
-----------------	-------------------

Traffic policy	(Wei et al., 2020), (Minett et al., 2020), (Banerjee & Srivastava, 2015)
HOV/HOT Lanes	(Monchambert, 2020), (Hughes & Kaffine, 2019), (C. Wu et al., 2016), (Burris et al., 2014)
Parking	(Arellano-Verdejo et al., 2019), (Shen et al., 2019), (Olsson et al., 2019), (Park et al., 2018)

Η διαθεσιμότητα του carpooling είναι ένας σημαντικός παράγοντας και έχει προσδιοριστεί από διάφορες μελέτες όπως φαίνεται στα στοιχεία που περιλαμβάνει ο **Πίνακας 3-3**. Το άρθρο *Ridesharing in North America: Past, Present, and Future* (Chan & Shaheen, 2012) προσδιορίζει 5 βασικές φάσεις της εξέλιξης του carpooling, υποδεικνύοντας ότι η δυνατότητα αντιστοίχισης με την βοήθεια της τεχνολογίας μετά το 2004 είναι καθοριστική για την ευρεία ενσωμάτωση του διαδικτύου, των κινητών τηλεφώνων και της κοινωνικής δικτύωσης στις υπηρεσίες carpooling. Επίσης διαπιστώνεται ότι έχουν δημιουργηθεί πλατφόρμες με την συνεργασία δημόσιων φορέων και εργοδοτών για να διευκολύνουν την αντιστοίχιση εργαζομένων σε σχήματα carpooling. Πολλοί δημόσιοι φορείς και εταιρείες προωθούν το carpooling παρέχοντας κίνητρα, ενώ η άνοδος των κοινωνικών δικτύων επιτρέπει την αντιστοίχιση και την οικοδόμηση εμπιστοσύνης μεταξύ των συμμετεχόντων, αντιμετωπίζοντας θέματα ασφάλειας. Επιπλέον, η τεχνολογία αναγνωρίζεται ως ο βασικός παράγοντας για να ξεπεραστούν τα εμπόδια που περιόριζαν το carpooling στο παρελθόν. Προτείνεται η σύνδεση του carpooling με άλλα μέσα μεταφοράς και η χάραξη συγκεκριμένων πολιτικών όπως δωρεάν πρόσβαση ή μειωμένη τιμή σε διόδια και στάθμευση, καθώς και φορολογικά κίνητρα. Η βελτιστοποίηση της αντιστοίχισης των συμμετεχόντων, του προγράμματος και των δρομολογίων τους μελετάται ευρέως και ενεργά, όπως φαίνεται στα στοιχεία που περιλαμβάνει ο **Πίνακας 3-5**. Έχουν προταθεί αρκετοί αλγόριθμοι για την αντιμετώπιση παραδοσιακών προβλημάτων όπως η αντιστοίχιση επιβατών με οδηγό (Liu et al., 2020), η ελαχιστοποίηση του χρόνου και της απόστασης έως το σημείο εκκίνησης και τον προορισμό του (Xiao et al., 2019), η εύρεση συμμετεχόντων από τον ίδιο οργανισμό (Chen et al., 2019), ο καθορισμός συστημάτων τιμολόγησης για τον οδηγό και τους επιβάτες (W. Zhang et al., 2019) και η σχεδίαση της διαδρομής ενσωματώνοντας διαφορετικά μέσα μεταφοράς όπως δημόσιες συγκοινωνίες ή διαμοιρασμός ποδηλάτων και αυτοκινήτου (Jamal et al., 2016).

Πίνακας 3-5: Studies for carpooling matching optimization

Category	Literature
Passenger, schedule, route optimization	(Liu et al., 2020), (Tafreshian et al., 2020), (Xiao et al., 2019), (Chen et al., 2019), (S.-C. Huang et al., 2019), (Hsieh et al., 2019), (W. Zhang et al., 2019), (Jiang et al., 2019), (X. Xia et al., 2019), (Jadhao & Patil, 2017), (Jamal et al., 2016), (J. Xia et al., 2015), (D. Zhang et al., 2013)

3.5.2. Βιβλιογραφική συλλογή #2

Αρκετές μελέτες εξετάζουν τα επιχειρηματικά μοντέλα για τις έξυπνες υπηρεσίες στις έξυπνες πόλεις. Οι περισσότερες μελέτες χρησιμοποιούν είτε το πρωτότυπο Business Model (Osterwalder et al., 2010), είτε μια εκτεταμένη έκδοση έτσι ώστε να αποτυπώσουν

επιπρόσθετες πτυχές. Ο Πίνακας 3-6 συνοψίζει τους τύπους αποτύπωσης των επιχειρηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται στις σχετικές μελέτες για πλατφόρμες έξυπνων πόλεων.

Πίνακας 3-6: Business model representation for smart cities platforms

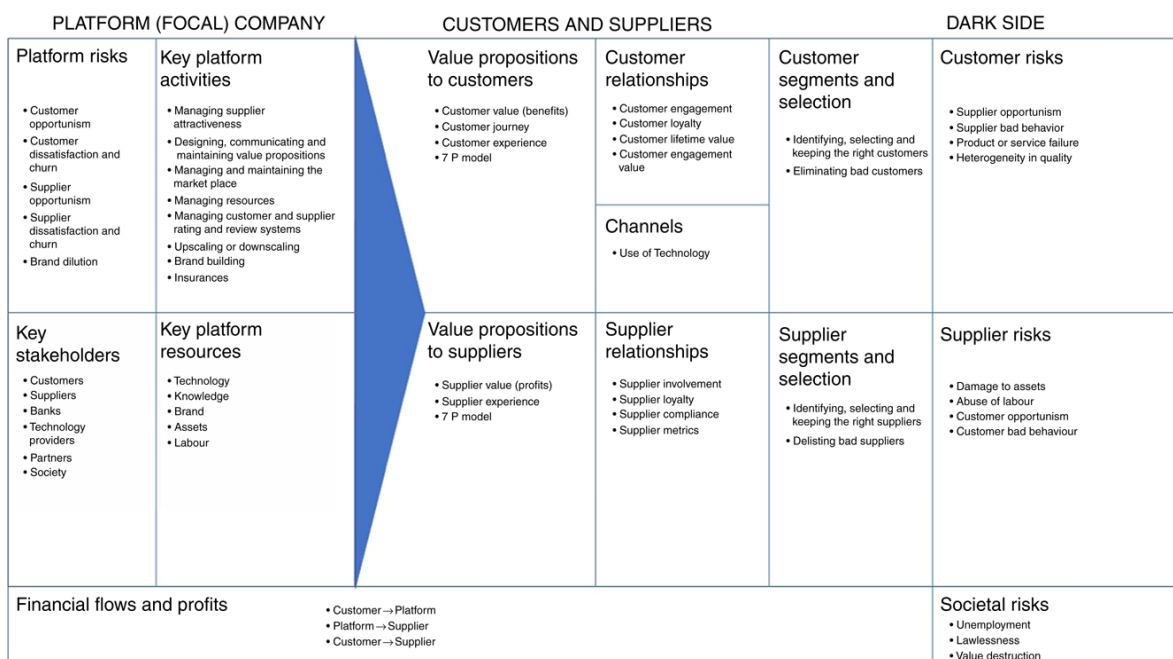
Type	Literature
Extended version of Business Model Canvas	(Timeus et al., 2020), (Andreassen et al., 2018), (Díaz-Díaz et al., 2017a), (Díaz-Díaz et al., 2017b)
Business Model Canvas	(Abbate et al., 2019), (L. Anthopoulos, Fitsilis, et al., 2016)
Service-Dominant Business Model Radar	(Turetken et al., 2019)
Expanded Business Model Matrix	(Walravens, 2015), (Walravens & Ballon, 2013), (Walravens, 2012)
Other	(Bullinger et al., 2017), (Pfisterer et al., 2016), (A. Mulligan & Olsson, 2013)

Το άρθρο με τις περισσότερες παραπομπές από άρθρα της βιβλιογραφικής συλλογής #2 είναι το πρότυπο για τη δημιουργία επιχειρηματικών μοντέλων, το οποίο παρουσιάζει πέντε μοτίβα επιχειρηματικών μοντέλων, ένα εκ των οποίων είναι οι πλατφόρμες πολλαπλών πλευρών. Οι πλατφόρμες πολλαπλών πλευρών φέρνουν σε επαφή δύο ή περισσότερες αλληλεξαρτώμενες ομάδες πελατών. Καθεμία από αυτές τις ομάδες πελατών έχει αξία μόνο εάν υπάρχει και η άλλη ομάδα πελατών (Osterwalder et al., 2010). Οι πλατφόρμες παροχής υπηρεσιών carpooling δημιουργούν αξία διευκολύνοντας την αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ομάδων, των οδηγών και των επιβατών. Το κλειδί για την επιτυχία μιας πλατφόρμας carpooling και την δημιουργία αξίας είναι η ταυτόχρονη προσέλκυση οδηγών και επιβατών, καθώς και η πιθανή επιδότηση ή έκπτωση σε μία ή και τις δύο πλευρές από τον διαχειριστή της πλατφόρμας προκειμένου να τους προσελκύσει.

Ένας εναλλακτικός τύπος οπτικοποίησης επιχειρηματικών μοντέλων είναι το Business Model Matrix και το Expanded Business Model Matrix που χρησιμοποιείται σε διάφορες μελέτες. Το άρθρο *Platform Business Models for Smart Cities: From Control and Value to Governance and Public Value* (Walravens & Ballon, 2013) παρουσιάζει το επιχειρηματικό πλαίσιο για ψηφιακές υπηρεσίες που παρέχονται από έξυπνες πόλεις. Υπογραμμίζει τη μετάβαση από απλά επιχειρηματικά μοντέλα μιας εταιρείας σε μοντέλα με δίκτυα εταιρειών χάρη στην αύξηση του διαδικτυακού εμπορίου, το οποίο αλλάζει τις παραδοσιακές έννοιες του δικτύου αξίας, της λειτουργικής αρχιτεκτονικής, τα χρηματοοικονομικά μοντέλα και την παραγωγή αξίας. Μέσα σε αυτά τα μοντέλα, προτείνονται πρόσθετες παράμετροι για το σχεδιασμό δημόσιων επιχειρηματικών μοντέλων, όπως παράμετροι διακυβέρνησης (καλή διακυβέρνηση, διαχείριση ενδιαφερομένων, διαχείριση τεχνολογίας, ιδιοκτησία δημόσιων δεδομένων) και παράμετροι δημόσιας αξίας (απόδοση δημοσίων επενδύσεων, μοντέλο συνεργασιών, δημόσια δημιουργία αξίας, αξιολόγηση δημόσιας αξίας).

Το τριαδικό επιχειρηματικό μοντέλο αναλύεται στο άρθρο *Business model innovation and value-creation: the triadic way* (Andreassen et al., 2018). Ο όρος περιγράφει επιχειρηματικά

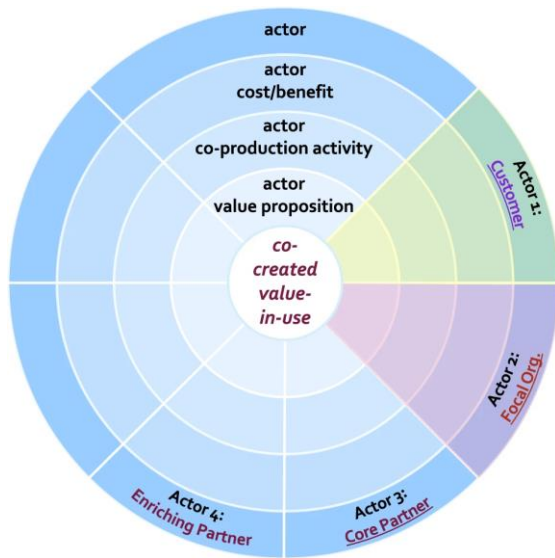
μοντέλα που λειτουργούν με ένα τρίγωνο συμμετεχόντων, τον πάροχο της πλατφόρμας, τον πάροχο των υπηρεσιών και τον πελάτη, στοχεύοντας στη δημιουργία αξίας μέσα από την διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης και των συναλλαγών έναντι αμοιβής. Η πλατφόρμα έχει τον ρόλο του μεσάζοντος, συνδέει άμεσα αγοραστές και προμηθευτές, μειώνει το κόστος αναζήτησης και επιταχύνει την ροή πληροφοριών. Το άρθρο αναλύει τους παράγοντες τριαδικού επιχειρηματικού μοντέλου που επηρεάζουν τις στρατηγικές επιλογές για τις πλατφόρμες. Για παράδειγμα, η διαχείριση του κινδύνου περιλαμβάνει τον εγγενή κίνδυνο της πλατφόρμας από τις αρνητικές κριτικές για κακούς προμηθευτές ή κακούς πελάτες, τον κίνδυνο των προμηθευτών να αντιμετωπίσουν ευκαιριακούς από πελάτες που δεν εμφανίζονται ή αρνούνται να πληρώσουν και τον κίνδυνο των πελατών όταν οι προμηθευτές στρέφονται σε πελάτες που προσφέρουν υψηλότερη αμοιβή. Η αφοσίωση γίνεται πιο περίπλοκη σε τριαδικά επιχειρηματικά μοντέλα, καθώς περιλαμβάνει την αφοσίωση των αγοραστών και των πωλητών στην πλατφόρμα, την αφοσίωση της πλατφόρμας στους αγοραστές και τους πωλητές και, σε ορισμένες περιπτώσεις, την αφοσίωση μεταξύ αγοραστών και πωλητών. Το άρθρο παρέχει έναν εκτεταμένο καμβά επιχειρηματικού μοντέλου που φαίνεται στην **Εικόνα 3-35** και απεικονίζει το τριαδικό επιχειρηματικό μοντέλο πλατφόρμας, όπου πρέπει να αναπτυχθούν δύο ξεχωριστές ολοκληρωμένες προτάσεις αξίας. Μία πρόταση αξίας πρέπει να προσφέρεται στον αγοραστή και μία στον προμηθευτή υπηρεσιών ή προϊόντων, επειδή η συνύπαρξη και των δύο κατηγοριών ενδιαφερομένων είναι ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα του μοντέλου.



Εικόνα 3-35: The triadic business model canvas (source Andreassen et al., 2018)

Η ανάγκη για νέες προσεγγίσεις στο σχεδιασμό επιχειρηματικών μοντέλων παρουσιάζεται στο άρθρο *Service-Dominant Business Model Design for Digital Innovation in Smart Mobility* (Turetken et al., 2019). Οι οργανισμοί συνεργάζονται σε δίκτυα για να προσφέρουν πολύπλοκες λύσεις αντί να λειτουργούν μεμονωμένα, επομένως οι παραδοσιακές προσεγγίσεις που εστιάζουν στην οργάνωση των επιχειρηματικών μοντέλων με την προσέγγιση μιας συγκεκριμένης εταιρείας δεν είναι αποτελεσματικές. Το άρθρο αναπτύσσει μια νέα

προσέγγιση για τη συνεργατική ανάπτυξη επιχειρηματικών μοντέλων που ικανοποιεί τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων που συμμετέχουν με κέντρο την παροχή συγκεκριμένων υπηρεσιών. Η μετάβαση στις υπηρεσίες δημιουργεί ένα δίκτυο αξίας που σχετίζεται με τους προμηθευτές, τους συνεργάτες και τους πελάτες και όχι με έναν μόνο οργανισμό. Τα παραδείγματα καινοτόμων επιχειρηματικών μοντέλων στον τομέα της έξυπνης μετακίνησης που χρησιμοποιούν την οπτικοποίηση ραντάρ που φαίνεται στην **Εικόνα 3-36**, αποκαλύπτουν ότι η λογική της δημιουργίας επιχειρηματικών μοντέλων με κέντρο την παροχή υπηρεσιών είναι κατάλληλη για μοντελοποίηση σύνθετων ψηφιακών καινοτομιών στις οποίες συμμετέχουν πολλοί ενδιαφερόμενοι.



Εικόνα 3-36: Service dominant business model radar (source Turetken et al., 2019)

3.5.3. Βιβλιογραφική συλλογή #3

Η αρχιτεκτονική του λογισμικού μιας πλατφόρμας στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης έχει μελετηθεί εκτενώς όπως φαίνεται στα στοιχεία που περιλαμβάνει ο **Πίνακας 3-7**. Οι μελέτες κατηγοριοποιούνται σε εκείνες που παρουσιάζουν την αρχιτεκτονική πλατφόρμας και εκείνες που εστιάζουν στην οπτική του Internet of Things (IoT).

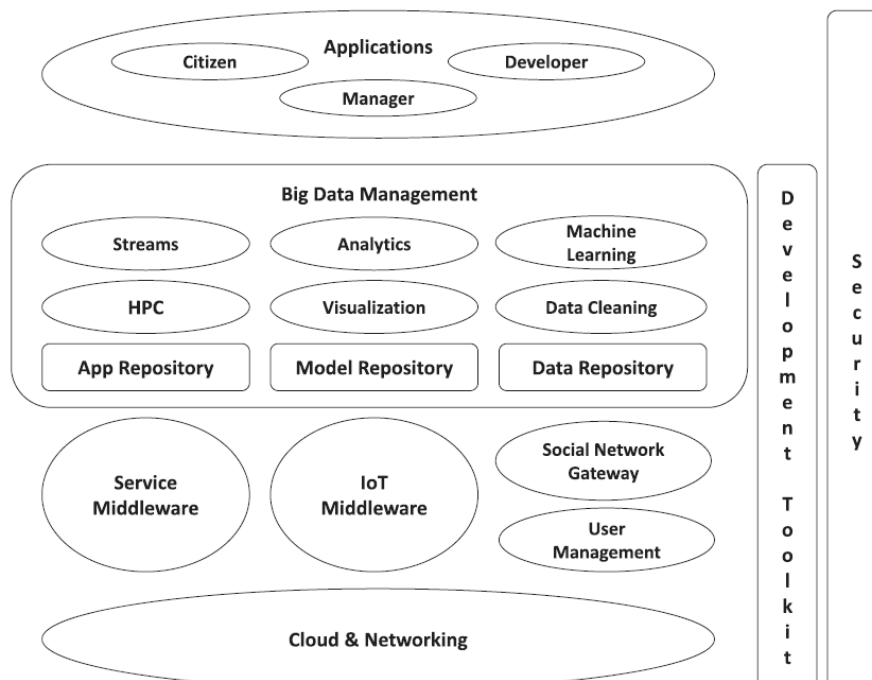
Πίνακας 3-7: Platform architectures for smart cities

Type	Literature
Smart City Platform	(Pop & Puscoci, 2020), (Martins et al., 2020), (Badii et al., 2018), (Santana et al., 2018),
Internet of Things	(Abreu et al., 2017), (Sanchez et al., 2014), (Zanella et al., 2014)

Το άρθρο *Internet of Things for Smart Cities* (Zanella et al., 2014), το οποίο έχει συνολικά 2043 παραπομπές, εξετάζει τις τεχνολογίες, τα πρωτόκολλα και την αρχιτεκτονική για ένα αστικό IoT. Οι περισσότερες υπηρεσίες στην έξυπνη πόλη βασίζονται σε μια κεντρική αρχιτεκτονική, όπου οι περιφερειακές συσκευές που αναπτύσσονται στην αστική περιοχή

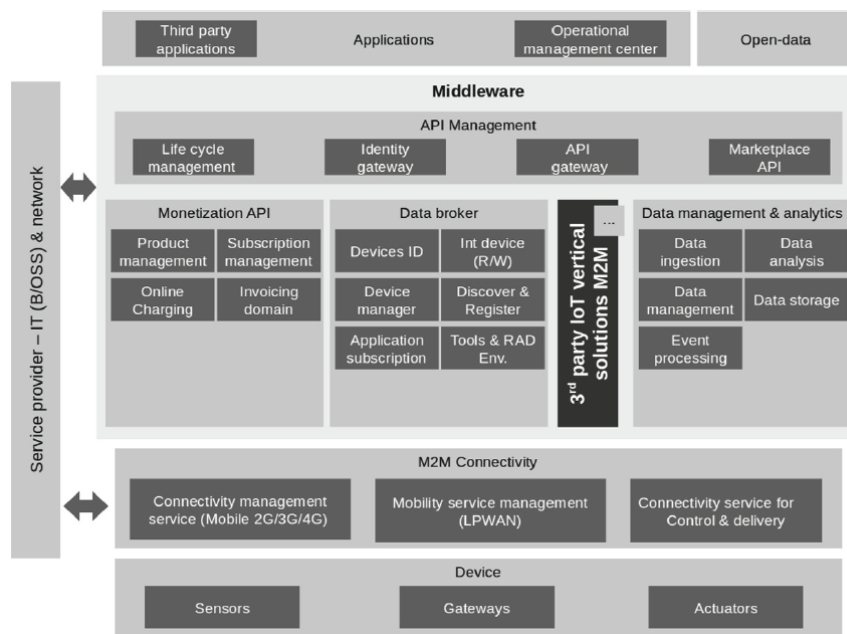
δημιουργούν δεδομένα, τα οποία μεταφέρονται μέσω κατάλληλων τεχνολογιών επικοινωνίας σε ένα κέντρο ελέγχου, για την αποθήκευση και την επεξεργασία τους. Τα απαραίτητα συστατικά στοιχεία αποτελούνται από την διαδικτυακή υπηρεσία για την αρχιτεκτονική IoT (μορφή δεδομένων, επίπεδα εφαρμογών και δικτύου), τις τεχνολογίες διασύνδεσης (LAN, WAN, WiFi, οπτικές ίνες, κινητή τηλεφωνία) και τις συσκευές (διακομιστές για διαχείριση βάσεων δεδομένων, διακομιστές ιστοσελίδων και περιφερειακοί κόμβοι IoT).

Οι τεχνολογίες για τις πλατφόρμες λογισμικού έξυπνων πόλεων εξετάζονται στο άρθρο *Software Platforms for Smart Cities: Concepts, Requirements, Challenges, and a Unified Reference Architecture* (Santana et al., 2018). Οι τεχνολογίες ομαδοποιούνται σε 4 κύριες κατηγορίες, που αποτελούνται από το IoT (αισθητήρες, συλλογή δεδομένων), τα μεγάλα και ανοιχτά δεδομένα (αποθήκευση και επεξεργασία), το cloud computing (υπηρεσίες φιλοξενίας) και τα φυσικά συστήματα (αλληλεπίδραση συστημάτων με πόλη). Επιπλέον, εξετάζονται οι λειτουργικές απαιτήσεις των έργων έξυπνης πόλης και αναγνωρίζεται ότι οι περισσότερες πλατφόρμες απαιτούν μηχανισμούς συλλογής, διαχείρισης και ανταλλαγής δεδομένων για τη διευκόλυνση της ανάπτυξης εφαρμογών. Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις εστιάζουν στη διαλειτουργικότητα, την ασφάλεια και την επεκτασιμότητα των πλατφορμών. Υπάρχουν πολλές προκλήσεις για τις πλατφόρμες λογισμικού έξυπνων πόλεων, όπως η διασφάλιση του απορρήτου των δεδομένων (προσωπικά, εταιρικά και κυβερνητικά), ο μεγάλος όγκος δεδομένων για αποθήκευση και επεξεργασία, η ανομοιογένεια των συσκευών, η διαχείριση ενέργειας, η συντήρηση της πλατφόρμας και οι διαφορές στην δομή των πόλεων. Με βάση την ανάλυση των πλατφορμών που χρησιμοποιούνται σε έργα έξυπνης πόλης και των διεθνών προτύπων, παρουσιάζεται η ενοποιημένη αρχιτεκτονική για πλατφόρμες έξυπνων πόλεων που φαίνεται στην **Εικόνα 3-37**.



Εικόνα 3-37: Reference architecture for smart city platforms (source (Santana et al., 2018))

Η σχέση ανάμεσα στο IoT και στην διαχείριση των δεδομένων στο πλαίσιο μιας πλατφόρμας έξυπνης πόλης αναλύεται στο άρθρο *CityAction a Smart-City Platform Architecture* (Martins et al., 2020). Αντί να λειτουργούν ανεξάρτητα συστήματα για τη διαχείριση διαφορετικών τομέων της έξυπνης πόλης όπως η μετακίνηση, η παρακολούθηση του περιβάλλοντος ή του φωτισμού, η ενσωμάτωση των πλατφορμών σε ένα ενιαίο σύστημα φαίνεται κρίσιμη για τη διαχείριση της πόλης. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική πλατφόρμα CityAction που φαίνεται στην **Εικόνα 3-38** αποτελείται από 4 κύρια επίπεδα, το επίπεδο των συσκευών με τους αισθητήρες και τις πύλες, το επίπεδο σύνδεσης μηχανής προς μηχανή (M2M) με την διασύνδεση των συσκευών, το επίπεδο λογισμικού για την διαχείριση και την έκθεση των δεδομένων, καθώς και το επίπεδο των εφαρμογών για τη δημιουργία εφαρμογών.



Εικόνα 3-38: CityAction architecture (source (Martins et al., 2020))

Οι περισσότερες μελέτες αρχιτεκτονικής πλατφόρμας μοιράζονται μια ενιαία βασική δομή, η οποία ευθυγραμμίζεται με την αρχιτεκτονική της International Telecommunication Union (ITU), όπως παρουσιάζεται στο (L. G. Anthopoulos, 2017).

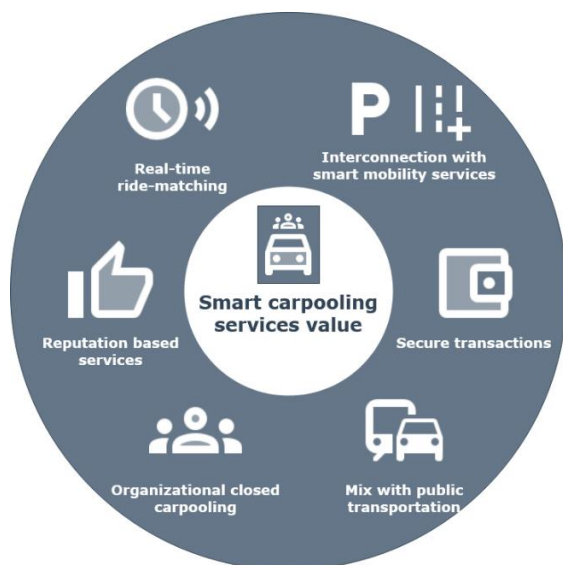
4. Συζήτηση

Το carpooling, για τον διαμοιρασμό του κόστους ταξιδιού, έτσι ώστε κάθε συμμετέχων να επωφεληθεί από τη διαδρομή, δεν είναι μια νέα ιδέα. Εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και μετά από μια πτώση ανέκτησε μια προσωρινή δημοτικότητα ως αποτέλεσμα της πετρελαϊκής κρίσης στα μέσα της δεκαετίας του '70. Η εξέλιξη της τεχνολογίας οδηγεί την αύξηση της δημοτικότητας του carpooling για μεγάλα ταξίδια, διευκολύνοντας την εύρεση ατόμων με παρόμοιο σημείο εκκίνησης, προορισμό και πρόγραμμα.

Η βιβλιομετρική ανάλυση και η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση φανερώνουν ότι το carpooling συνδέεται με τη μείωση του κόστους και του χρόνου των συμμετεχόντων στο ταξίδι, με την μείωση της συμφόρησης και τον περιορισμό των εκπομπών καυσαερίων. Ωστόσο, η βιβλιομετρική ανάλυση επισημαίνει ότι το carpooling δεν είναι συνδεδεμένο με την έξυπνη πόλη και την έννοια του MaaS, όπως άλλες υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης (κοινή χρήση αυτοκινήτων και μετακίνηση κατά παραγγελία). Το δίκτυο συνύπαρξης keywords, ο θεματικός χάρτης και η εννοιολογική δομή της βιβλιογραφικής συλλογής #1, η οποία επικεντρώνεται στις έξυπνες υπηρεσίες carpooling, απεικονίζει το κενό στην βιβλιογραφία. Η έλλειψη ευελιξίας και η ύπαρξη πολλών εναλλακτικών λύσεων στις αστικές περιοχές εμποδίζουν την ευρεία υιοθέτηση του carpooling εντός των πόλεων.

Οι περισσότερες μελέτες και οι μελέτες μετα-ανάλυσης επισημαίνουν ότι το άμεσο κόστος και η εξοικονόμηση χρόνου δεν είναι σημαντικά για την αύξηση της συμμετοχής στο carpooling, ενώ οι παρεμβάσεις με ειδικές λωρίδες και κίνητρα στάθμευσης είναι σημαντικές. Επιπλέον, παράγοντες όπως η έλλειψη εμπιστοσύνης, οι δυσκολίες στην εξεύρεση σχημάτων carpooling και η έλλειψη ενσωμάτωσης με την δημόσια συγκοινωνία εμποδίζουν τη χρήση του carpooling.

Οι υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης της μορφής carpooling μπορούν να επωφεληθούν από τους προαναφερθέντες παράγοντες και να δημιουργήσουν πρόσθετη αξία τόσο για τους συμμετέχοντες όσο και για την έξυπνη πόλη συνολικά.



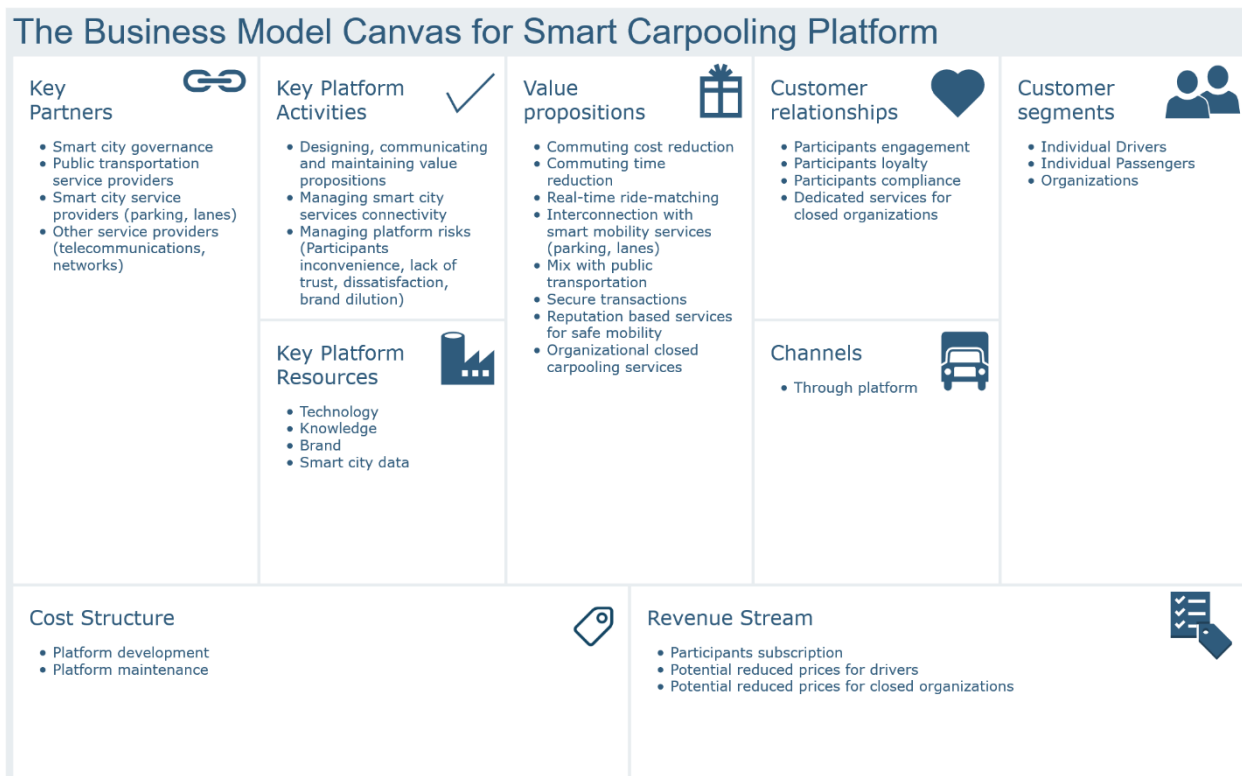
Εικόνα 4-1: Smart carpooling services value

Πιο συγκεκριμένα, η παραγόμενη αξία εντοπίζεται στα ακόλουθα σημεία, όπως απεικονίζεται στην **Εικόνα 4-1**:

- Η αντιστοίχιση σε πραγματικό χρόνο είναι πιο εύκολη όσο η βάση χρηστών μεγαλώνει, με την χρήση τεχνικών αντιστοίχισης και με την κατάλληλη επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων που απορρέουν από την έξυπνη μετακίνηση των πολιτών στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων.
- Το IoT διευκολύνει τη διασύνδεση των οχημάτων carpooling με άλλες υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης, όπως πρόσβαση σε ειδικές λωρίδες και κατά προτεραιότητα στάθμευση, οι οποίες είναι αποδεδειγμένα κίνητρα για συμμετοχή σε carpooling.
- Οι υπηρεσίες που βασίζονται στη φήμη και τα κοινωνικά δίκτυα συμβάλλουν στη βελτίωση της εμπιστοσύνης μεταξύ των συμμετεχόντων στο carpooling και βελτιώνουν την ασφάλεια.
- Το κλειστό carpooling μεταξύ των μελών ενός οργανισμού βοηθά στη μείωση της δυσκολίας ταξιδιού με ξένους.
- Τεχνολογίες όπως το blockchain, επιτρέπουν ασφαλείς συναλλαγές μεταξύ των συμμετεχόντων.
- Η έξυπνη μετακίνηση και το πλαίσιο του MaaS επιτρέπουν τον σχεδιασμό διαδρομών χρησιμοποιώντας συνδυασμό carpooling με άλλα μέσα μεταφοράς.

Η βιβλιομετρική ανάλυση της βιβλιογραφικής συλλογής #2, που επικεντρώνεται στα επιχειρηματικά μοντέλα για πλατφόρμες, δίνει έμφαση στην ισχυρή σύνδεση του επιχειρηματικού μοντέλου με την έξυπνη πόλη και το IoT. Αποκαλύπτει επίσης την τάση στην πιο πρόσφατη βιβλιογραφία για βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα και τη συνύπαρξη με τους όρους της οικονομίας διαμοιρασμού.

Η συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση αναδεικνύει το γεγονός ότι η παραδοσιακή προσέγγιση της δημιουργίας επιχειρηματικού μοντέλου δεν είναι αποτελεσματική για πλατφόρμες που εμπλέκουν πολλούς ενδιαφερόμενους στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης. Η παραγόμενη αξία αφορά πολλές πλευρές και απαιτεί την εξέταση των κύριων δομικών στοιχείων του BMC υπό πολλαπλές γωνίες. Οι κύριες πλευρές που εμπλέκονται σε μια έξυπνη υπηρεσία carpooling είναι οι οδηγοί, οι επιβάτες και οι πάροχοι υπηρεσιών στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης, όπως οι διαχειριστές χώρων στάθμευσης και διαχειριστές λωρίδων κυκλοφορίας. Με βάση την αξία που παράγεται από μια πλατφόρμα παροχής υπηρεσιών έξυπνης μετακίνησης της μορφής carpooling, εμφανίζεται ένας ενδεικτικός BMC στην **Εικόνα 4-2**.



Εικόνα 4-2: Proposed BMC for Smart Carpooling Platform

Η οπτικοποίηση του τριαδικού BMC θα μπορούσε επίσης να είναι μια κατάλληλη προσέγγιση, με τους ιδιοκτήτες αυτοκινήτων να εκπροσωπούν τους προμηθευτές και τους επιβάτες να αντιπροσωπεύουν τους πελάτες, ωστόσο στην περίπτωση αυτή τα περισσότερα δομικά στοιχεία του καμβά ταυτίζονται.

Για την δημιουργία του προτεινόμενου BMC λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Προκειμένου να προσδιοριστεί η από κοινού παραγόμενη αξία σε ένα σχήμα carpooling, η οπτική του ιδιοκτήτη του αυτοκινήτου (οδηγός) και η οπτική του επιβάτη εξετάζονται ξεχωριστά.
- Στα τμήματα πελατών περιλαμβάνονται τόσο τα άτομα (οδηγοί ή επιβάτες) όσο και οι οργανισμοί που θέλουν να οργανώσουν κλειστά προγράμματα carpooling για τους εργαζομένους τους.
- Πιθανοί εταίροι είναι οι διαχειριστές χώρων στάθμευσης και διαχειριστές λωρίδων κυκλοφορίας, πάροχοι υπηρεσιών τηλεπικοινωνιών και υπηρεσιών δικτύου.
- Η διακυβέρνηση της έξυπνης πόλης και οι πάροχοι υπηρεσιών θεωρούνται εταίροι. Ωστόσο, η έξυπνη πόλη θα μπορούσε να θεωρηθεί και οργανισμός που πρόκειται να εισαγάγει το carpooling για τους πολίτες. Σε αυτήν την περίπτωση, θα πρέπει να προστεθεί στα τμήμα των πελατών.
- Οι ροές εσόδων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για κάθε τμήμα πελατών ξεχωριστά, ενώ οι συναλλαγές των συμμετεχόντων για την κατανομή κόστους ταξιδιού θεωρούνται μέρος της λειτουργίας της πλατφόρμας.
- Η διαχείριση των κινδύνων είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη στις βασικές δραστηριότητες της πλατφόρμας και πρέπει να εξεταστούν διεξοδικά οι πιθανοί κίνδυνοι τόσο για τον πάροχο της πλατφόρμας όσο και για τους συμμετέχοντες.

Πίνακας 4-1: Επεξήγηση ορολογίας προτεινόμενου BMC

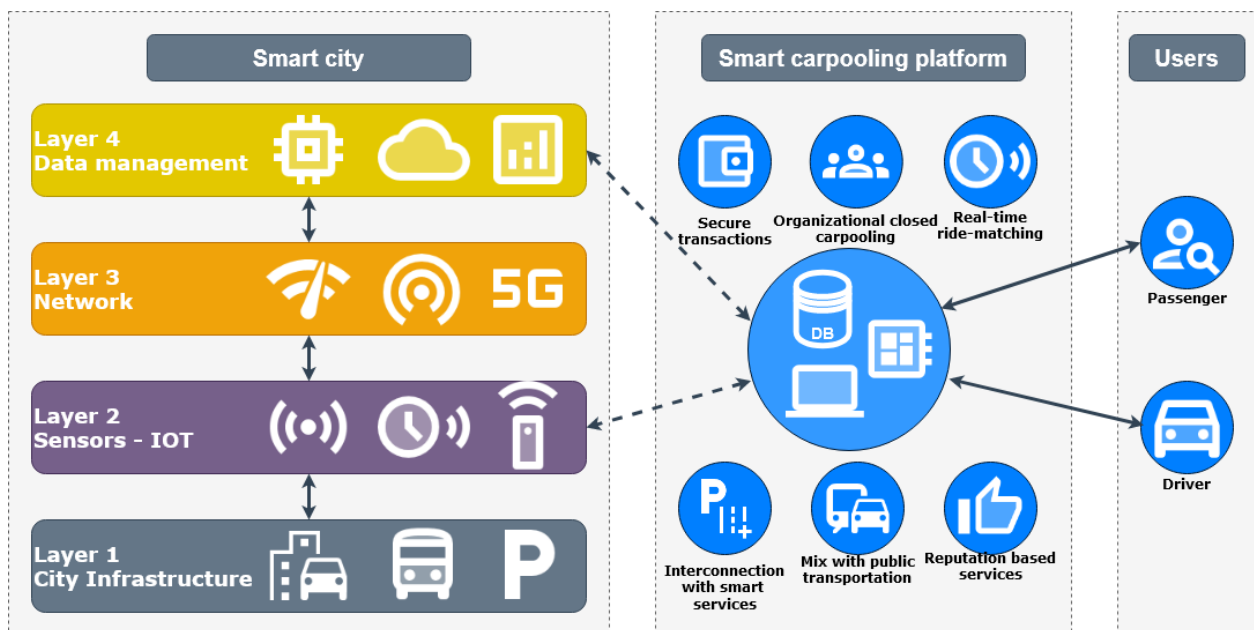
Τομέας BMC	Όρος	Επεξήγηση
Key Partners	Smart city governance	Διακυβέρνηση της έξυπνης πόλης π.χ. ο Δήμος της πόλης
	Public transportation service providers	Μέσα μαζικής μεταφοράς
	Smart city service providers (parking, lanes)	Πάροχοι και διαχειριστές υπηρεσιών όπως χώροι στάθμευσης και διόδια
	Other service providers (telecommunications, networks)	Πάροχοι άλλων υπηρεσιών όπως τηλεπικοινωνίες και δίκτυα
Key Platform Activities	Designing, communicating and maintaining value propositions	Σχεδίαση, επικοινωνία και συντήρηση προτεινόμενης αξίας
	Managing smart city services connectivity	Διαχείριση συνδεσιμότητας με τις υπηρεσίες της έξυπνης πόλης
	Managing platform risks (Participants inconvenience, lack of trust, dissatisfaction, brand dilution)	Διαχείριση ρίσκου πλατφόρμας (π.χ. δυσαρέσκεια συμμετεχόντων για άλλους συμμετέχοντες, έλλειψη εμπιστοσύνης, αλλοίωση επωνυμίας λόγω άσχημης συμπεριφοράς συμμετεχόντων)
Key Platform Resources	Technology	Τεχνολογία
	Knowledge	Γνώση
	Brand	Επωνυμία
	Smart city data	Δεδομένα έξυπνης πόλης
Value propositions	Commuting cost reduction	Μείωση κόστους μετακίνησης
	Commuting time reduction	Μείωση χρόνου μετακίνησης
	Real-time ride-matching	Αντιστοίχιση συμμετεχόντων σε πραγματικό χρόνο
	Interconnection with smart mobility services (parking, lanes)	Διασύνδεση με υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης
	Mix with public transportation	Διασύνδεση με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς
	Secure transactions	Ασφαλείς Συναλλαγές
	Reputation based services for safe mobility	Υπηρεσίες βασισμένες στη φήμη και την αξιολόγηση των συμμετεχόντων για ασφαλή μετακίνηση
	Organizational closed carpooling services	Κλειστές υπηρεσίες carpooling για οργανισμούς
	Participants engagement	Ενεργός συμμετοχή

Customer relationships	Participants loyalty	Διατήρηση των συμμετεχόντων με κίνητρα
	Participants compliance	Συμμόρφωση των συμμετεχόντων με τους κανόνες της πλατφόρμας
	Dedicated services for closed organizations	Εξειδικευμένες υπηρεσίες για κλειστούς οργανισμούς
Channels	Through platform	Παροχή προτεινόμενης αξίας μέσω της πλατφόρμας
Customer segments	Individual Drivers	Μεμονωμένοι οδηγοί
	Individual Passengers	Μεμονωμένοι επιβάτες
	Organizations	Οργανισμοί
Cost Structure	Platform development	Ανάπτυξη πλατφόρμας
	Platform maintenance	Συντήρηση πλατφόρμας
Revenue Stream	Participants subscription	Συνδρομή συμμετεχόντων
	Potential reduced prices for drivers	Συνδρομή και πιθανή μειωμένη τιμή υπηρεσιών ως κίνητρο για τους οδηγούς
	Potential reduced prices for closed organizations	Συνδρομή με μειωμένη τιμή για οργανισμούς

Η βιβλιομετρική ανάλυση της βιβλιογραφικής συλλογής #3 αναδεικνύει ότι ένα έργο ανάπτυξης πλατφόρμας carpooling στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης περιλαμβάνει πολλές τεχνολογικές πτυχές όπως το IoT και το cloud computing. Το εννοιολογικό σύμπλεγμα του όρου *platform* περιλαμβάνει τους όρους *IoT – cloud computing – wireless sensor networks – security – 5g* και επισημαίνει τα απαραίτητα στοιχεία αυτού του τύπου έργων.

Ο συντονισμός των πολλαπλών τεχνολογιών που απαιτούνται και το γεγονός ότι το IoT εμφανίζεται στη βάση ενός έργου ανάπτυξης πλατφόρμας carpooling στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης επιβεβαιώνεται και στην συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση. Αποκαλύπτεται ότι τα έργα έξυπνης πόλης που ενσωματώνουν δεδομένα από πολλές υπηρεσίες, απαιτούν μια ενοποιημένη αρχιτεκτονική στον πυρήνα της έξυπνης πόλης που επιτρέπει την ανάπτυξη διαφορετικών εφαρμογών, αντί να αναπτύσσονται ανεξάρτητες υπηρεσίες. Η ενοποιημένη δομή περιλαμβάνει τα ακόλουθα επίπεδα:

- Την υποδομή της πόλης.
- Τους αισθητήρες και τις συσκευές συλλογής των δεδομένων που απεικονίζουν τις συνθήκες της υποδομής της πόλης.
- Την διασύνδεση και τις υπηρεσίες δικτύου για τη μετάδοση δεδομένων.
- Την διαχείριση δεδομένων, που περιλαμβάνει την αποθήκευση, την επεξεργασία και τον διαμοιρασμό των δεδομένων.
- Τις εφαρμογές για τους τελικούς χρήστες, όπως οι πολίτες ή οι οργανισμοί της έξυπνης πόλης.



Εικόνα 4-3: Smart city architecture – smart carpooling platform architecture

Σε περίπτωση που η έξυπνη πόλη ακολουθεί την προαναφερθείσα δομή, η πλατφόρμα carpooling μπορεί να κατασκευαστεί ως εφαρμογή του τελευταίου επιπέδου για τελικούς χρήστες. Ωστόσο, σε περίπτωση που η έξυπνη πόλη δεν διαθέτει ενοποιημένη δομή, η πλατφόρμα πρέπει να ενσωματωθεί απευθείας στο αντίστοιχο επίπεδο ή να δημιουργήσει τα επίπεδα που απουσιάζουν. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική μιας έξυπνης πλατφόρμας carpooling, η οποία μπορεί να παράγει επιπρόσθετη αξία για τους συμμετέχοντες και την έξυπνη πόλη, σύμφωνα με το επιχειρηματικό μοντέλο που έχει προταθεί, απεικονίζεται στην **Εικόνα 4-3**.

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται βιβλιομετρική ανάλυση σε συνδυασμό με συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση προκειμένου να εντοπιστεί η εξέλιξη στον τομέα της γνώσης για τις πλατφόρμες παροχής υπηρεσιών carpooling σε έξυπνες πόλεις, σε σχέση με τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Πώς παράγεται αξία από τις υπηρεσίες έξυπνης μετακίνησης της μορφής carpooling?
- Με ποιο επιχειρηματικό μοντέλο μπορεί μια πλατφόρμα παροχής υπηρεσιών έξυπνης μετακίνησης της μορφής carpooling να προσεγγίσει μια έξυπνη πόλη και να προσφέρει τις υπηρεσίες της?
- Ποια είναι η αρχιτεκτονική ενός έργου ανάπτυξης πλατφόρμας carpooling στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης?

5.1. Ερευνητικό Ερώτημα 1

Η χαμηλή συμμετοχή στο carpooling σχετίζεται κυρίως με το υψηλό ποσοστό ιδιοκτησίας αυτοκινήτων, τις δυσκολίες στη διαμόρφωση σχημάτων carpooling, την έλλειψη εμπιστοσύνης για μετακινήσεις με ξένους και την έλλειψη διασύνδεσης με μέσα μαζικής

μεταφοράς στις πόλεις. Από την άλλη πλευρά, συγκεκριμένες πολιτικές κυκλοφορίας και παρεμβάσεις, όπως μειωμένα διόδια, λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας και δεσμευμένοι χώροι στάθμευσης τείνουν να αυξάνουν το carpooling. Επιπλέον, η χρήση τεχνολογιών αντιστοίχισης συμμετεχόντων και βελτιστοποίησης διαδρομών σε συνδυασμό με κοινωνικά δίκτυα συμβάλλει στη μείωση των εμποδίων για τη συμμετοχή στο carpooling. Οι έξυπνες υπηρεσίες carpooling δημιουργούν πρόσθετη αξία, επιτρέποντας την αντιστοίχιση σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας διασύνδεση με υπηρεσίες των πόλεων (διόδια, στάθμευση) και δημόσιες συγκοινωνίες, διασφαλίζοντας ασφαλείς συναλλαγές μεταξύ των συμμετεχόντων, ενσωματώνοντας υπηρεσίες φήμης και προσφέροντας carpooling μεταξύ των μελών ενός οργανισμού.

5.2. Ερευνητικό Ερώτημα 2

Οι έξυπνες υπηρεσίες carpooling απαιτούν την ύπαρξη μιας πλατφόρμας για την σύνδεση δύο αλληλεξαρτώμενων ομάδων, των οδηγών, οι οποίοι συνήθως είναι και οι ιδιοκτήτες αυτοκινήτων και των επιβατών. Η επιτυχία μιας πλατφόρμας εξαρτάται από την ύπαρξη μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων και στις δύο πλευρές, ενώ απαιτείται και η παροχή κινήτρων για την προσέλκυση χρηστών σε κάθε πλευρά. Λαμβάνοντας υπόψη την επιπρόσθετη παραγόμενη αξία, επιπλέον πλευρές εμφανίζονται στο επιχειρηματικό μοντέλο μιας πλατφόρμας στο πλαίσιο μιας έξυπνης πόλης, όπως η ίδια η πόλη ή άλλοι οργανισμοί. Επιπλέον, το τμήμα των συνεργατών μπορεί να περιλαμβάνει την διακυβέρνηση της πόλης, τις δημόσιες συγκοινωνίες και άλλους παρόχους υπηρεσιών. Μετά την εξέταση των διαφορετικών τύπων αναπαραστάσεων επιχειρηματικών μοντέλων για πλατφόρμες έξυπνων πόλεων, παρουσιάζεται το προτεινόμενο BMC για πλατφόρμα πολλαπλών πλευρών, το οποίο ενσωματώνει την παραγόμενη αξία για τις έξυπνες υπηρεσίες carpooling.

5.3. Ερευνητικό Ερώτημα 3

Η βιβλιογραφία για την αρχιτεκτονική της πλατφόρμας στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης, αποκαλύπτει ότι οι περισσότερες μελέτες μοιράζονται μια ενιαία δομή που αποτελείται από συγκεκριμένα επίπεδα, δηλαδή την υποδομή της πόλης, τους αισθητήρες, το δίκτυο, τη διαχείριση των δεδομένων και τις εφαρμογές τελικών χρηστών. Αυτή η αρχιτεκτονική επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών πάνω από το επίπεδο διαχείρισης δεδομένων, αντί να δημιουργούνται ανεξάρτητες υπηρεσίες. Ωστόσο, απαιτείται διαφορετική προσέγγιση για πόλεις που δεν διαθέτουν μια πλήρη αρχιτεκτονική. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική ενός παρόχου έξυπνων υπηρεσιών carpooling ενσωματώνει τις απαιτούμενες αλληλεπιδράσεις με τα υπάρχοντα επίπεδα της έξυπνης πόλης, καθώς και τυχόν στρώματα που πρέπει να δημιουργηθούν σε περίπτωση που απουσιάζουν από την υπάρχουσα δομή της έξυπνης πόλης.

5.4. Περιορισμοί ερευνητικής μεθοδολογίας

Ο συνδυασμός της βιβλιομετρικής ανάλυσης με την συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της προκατάληψης και στην βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων που εξάγονται από την βιβλιογραφία. Ωστόσο, ενδέχεται να εμφανιστούν περιορισμοί που προκύπτουν από την επιλογή των βιβλιογραφικών βάσεων δεδομένων για την εξαγωγή δεδομένων, καθώς και από την επιλογή των όρων αναζήτησης, τις αποφάσεις στην

βιβλιομετρική ανάλυση σχετικά με τον καθαρισμό δεδομένων, την προέλευση των keywords, τις ελάχιστες συχνότητες των keywords, τον αριθμό των συστάδων, την ελάχιστη εμφάνιση στα δίκτυα και τον αριθμό κορυφαίων πηγών. Επιπλέον, η διαδικασία επιλογής των πιο σημαντικών άρθρων για πλήρη ανασκόπηση βασίζεται σε ποιοτικά κριτήρια συνάφειας με τα ερευνητικά ερωτήματα και υπόκειται σε προκατάληψη.

5.5. Προτάσεις

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί περαιτέρω η προκατάληψη και να βελτιωθεί η δυνατότητα αναπαραγωγής του συνδυασμού της βιβλιομετρικής ανάλυσης με την συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, προτείνεται η αυτοματοποίηση της επιλογής των πιο σημαντικών άρθρων για πλήρη ανασκόπηση κατά την ανάλυση δεδομένων χρησιμοποιώντας τη γλώσσα R (R Core Team, 2017). Αυτό είναι εφικτό με την εφαρμογή κριτηρίων επιλογής των άρθρων που βασίζονται σε συνδυασμό παραμέτρων όπως ο αριθμός των παραπομπών, η συμβολή στη διαμόρφωση των συστάδων και η ομοιότητα των θεματικών περιοχών συγκεκριμένων keywords με τους όρους που χρησιμοποιούνται στον τίτλο και στην περίληψη.

5.6. Δεδομένα

Τα δεδομένα των βιβλιογραφικών συλλογών, ο κώδικας της γλώσσας προγραμματισμού R για την βιβλιομετρική ανάλυση, καθώς και τα πλήρη αποτελέσματα της βιβλιομετρικής ανάλυσης είναι διαθέσιμα στον σύνδεσμο:

https://osf.io/ju2b7/?view_only=b5c1bb85b5754914b7033b31926fd422

Βιβλιογραφία

- A. Mulligan, C. E., & Olsson, M. (2013). Architectural implications of smart city business models: An evolutionary perspective. *IEEE Communications Magazine*, 51(6), 80–85. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2013.6525599>
- Abbate, T., Cesaroni, F., Cinici, M. C., & Villari, M. (2019). Business models for developing smart cities. A fuzzy set qualitative comparative analysis of an IoT platform. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 183–193. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.031>
- About RStudio*. (n.d.). Retrieved September 9, 2020, from <https://rstudio.com/about/>
- About Us—BlablaCar*. (2020, October 15). <https://blog.blablacar.com/about-us>
- Abreu, D. P., Velasquez, K., Curado, M., & Monteiro, E. (2017). A resilient Internet of Things architecture for smart cities. *Annals of Telecommunications*, 72(1–2), 19–30. <https://doi.org/10.1007/s12243-016-0530-y>
- Andreassen, T. W., Lervik-Olsen, L., Snyder, H., Van Riel, A. C. R., Sweeney, J. C., & Van Vaerenbergh, Y. (2018). Business model innovation and value-creation: The triadic way. *Journal of Service Management*, 29(5), 883–906. <https://doi.org/10.1108/JOSM-05-2018-0125>
- Anthopoulos, L., & Attour, A. (2018). Smart Transportation Applications' Business Models: A Comparison. *Companion of the The Web Conference 2018 on The Web Conference 2018 - WWW '18*, 927–928. <https://doi.org/10.1145/3184558.3191520>
- Anthopoulos, L., Fitsilis, P., & Ziozias, C. (2016). What is the Source of Smart City Value?: A Business Model Analysis. *International Journal of Electronic Government Research*, 12(2), 56–76. <https://doi.org/10.4018/IJEGR.2016040104>

- Anthopoulos, L. G. (2017). *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?* (Vol. 22). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57015-0>
- Anthopoulos, L., Ipsilandis, P., & Kazantzi, V. (2014). The Project Management Perspective for a Digital City. *International Journal of Information Technology Project Management*.
- Anthopoulos, L., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2016). A Unified Smart City Model (USCM) for Smart City Conceptualization and Benchmarking: *International Journal of Electronic Government Research*, 12(2), 77–93. <https://doi.org/10.4018/IJEGR.2016040105>
- Anthopoulos, L., & Tzimos, D. (2021). Carpooling platforms in smart cities for COVID-19 pandemic: A bibliometric analysis. *The Web Conference 2021 (WWW2021)*. 30th World Wide Web International Conference, Ljubljana, Slovenia.
- Arellano-Verdejo, J., Alonso-Pecina, F., Alba, E., & Guzmán Arenas, A. (2019). Optimal allocation of public parking spots in a smart city: Problem characterisation and first algorithms. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 31(4), 575–597. <https://doi.org/10.1080/0952813X.2019.1591522>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Badii, C., Bellini, P., Difino, A., & Nesi, P. (2018). Sii-Mobility: An IoT/IoE Architecture to Enhance Smart City Mobility and Transportation Services. *Sensors*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.3390/s19010001>
- Banerjee, D., & Srivastava, B. (2015). Promoting Carpooling with Distributed Schedule Coordination and Incentive Alignment of Contacts. *2015 IEEE 18th International*

- Conference on Intelligent Transportation Systems*, 1837–1842.
<https://doi.org/10.1109/ITSC.2015.298>
- Bansal, P., Kockelman, K. M., & Singh, A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.019>
- Blumenberg, E., & Smart, M. (2014). Brother can you Spare a Ride? Carpooling in Immigrant Neighbourhoods. *Urban Studies*, 51(9), 1871–1890.
<https://doi.org/10.1177/0042098013502825>
- Bruglieri, M., Ciccarelli, D., Colorni, A., & Luè, A. (2011). PoliUniPool: A carpooling system for universities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 20, 558–567.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.08.062>
- Bullinger, H.-J., Neuhuttler, J., Nagele, R., & Woyke, I. (2017). Collaborative Development of Business Models in Smart Service Ecosystems. *2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 1–9.
<https://doi.org/10.23919/PICMET.2017.8125479>
- Burris, M., Alemazkour, N., Benz, R., & Wood, N. S. (2014). The impact of HOT lanes on carpools. *Research in Transportation Economics*, 44, 43–51.
<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2014.04.004>
- Callon, M., Courtial, J.-P., Turner, W. A., & Bauin, S. (1983). From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Social Science Information*, 22(2), 191–235. <https://doi.org/10.1177/053901883022002003>
- Canning, P. E., Hughes, S. J., Hellowell, E. E., Gatersleben, B. C. M., & Fairhead, C. J. (2010). Reasons for participating in formal employer-led carpool schemes as perceived by their users. *Transportation Planning and Technology*, 33(8), 733–745.
<https://doi.org/10.1080/03081060.2010.536627>

- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Carrese, S., Giacchetti, T., Patella, S. M., & Petrelli, M. (2017). Real time ridesharing: Understanding user behavior and policies impact: Carpooling service case study in Lazio Region, Italy. *2017 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*, 721–726. <https://doi.org/10.1109/MTITS.2017.8005607>
- Chan, N. D., & Shaheen, S. A. (2012). Ridesharing in North America: Past, Present, and Future. *Transport Reviews*, 32(1), 93–112. <https://doi.org/10.1080/01441647.2011.621557>
- Chapman, K., & Ellinger, A. E. (2019). An evaluation of Web of Science, Scopus and Google Scholar citations in operations management. *The International Journal of Logistics Management*, 30(4), 1039–1053. <https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2019-0110>
- Chen, W., Mes, M., Schutten, M., & Quint, J. (2019). A Ride-Sharing Problem with Meeting Points and Return Restrictions. *Transportation Science*, 53(2), 401–426. <https://doi.org/10.1287/trsc.2018.0832>
- Ciasullo, M. V., Troisi, O., Loia, F., & Maione, G. (2018). Carpooling: Travelers' perceptions from a big data analysis. *The TQM Journal*, 30(5), 554–571. <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2017-0156>
- Cledou, G., Estevez, E., & Soares Barbosa, L. (2018). A taxonomy for planning and designing smart mobility services. *Government Information Quarterly*, 35(1), 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.11.008>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146–166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>

- Correia, G., & Viegas, J. M. (2011). Carpooling and carpool clubs: Clarifying concepts and assessing value enhancement possibilities through a Stated Preference web survey in Lisbon, Portugal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(2), 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.11.001>
- Dahlgren, J. (1998). High occupancy vehicle lanes: Not always more effective than general purpose lanes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 32(2), 99–114. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(97\)00021-9](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(97)00021-9)
- Delhomme, P., & Gheorghiu, A. (2016). Comparing French carpoolers and non-carpoolers: Which factors contribute the most to carpooling? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 42, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.10.014>
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. *The Sage Handbook of Organizational Research Methods*, 671–689. <https://psycnet.apa.org/record/2010-00924-039>
- Díaz-Díaz, R., Muñoz, L., & Pérez-González, D. (2017a). The Business Model Evaluation Tool for Smart Cities: Application to SmartSantander Use Cases. *Energies*, 10(3), 262. <https://doi.org/10.3390/en10030262>
- Díaz-Díaz, R., Muñoz, L., & Pérez-González, D. (2017b). Business model analysis of public services operating in the smart city ecosystem: The case of SmartSantander. *Future Generation Computer Systems*, 76, 198–214. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.032>
- Do, M., & Jung, H. (2018). The Socio-Economic Benefits of Sharing Economy: Colleague-Based Carpooling Service in Korea. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(3), 40. <https://doi.org/10.3390/joitmc4030040>
- Ferguson, E. (1997). The rise and fall of the American carpool: 1970–1990. *Transportation*, 24(4), 349–376. <https://doi.org/10.1023/A:1004928012320>

- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities—Ranking of European medium-sized cities*.
- Glanzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, 51(1), 69–115. <https://doi.org/10.1023/A:1010512628145>
- Guyader, H., & Piscicelli, L. (2019). Business model diversification in the sharing economy: The case of GoMore. *Journal of Cleaner Production*, 215, 1059–1069. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.114>
- Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., & Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748–758. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002>
- Hsieh, F.-S., Zhan, F.-M., & Guo, Y.-H. (2019). A solution methodology for carpooling systems based on double auctions and cooperative coevolutionary particle swarms. *Applied Intelligence*, 49(2), 741–763. <https://doi.org/10.1007/s10489-018-1288-x>
- Huang, K., Liu, Z., Kim, I., Zhang, Y., & Zhu, T. (2019). Analysis of the Influencing Factors of Carpooling Schemes. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 11(3), 200–208. <https://doi.org/10.1109/MITS.2019.2919550>
- Huang, S.-C., Jiau, M.-K., & Liu, Y.-P. (2019). An Ant Path-Oriented Carpooling Allocation Approach to Optimize the Carpool Service Problem With Time Windows. *IEEE Systems Journal*, 13(1), 994–1005. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2018.2795255>
- Hughes, J. E., & Kaffine, D. (2019). WHEN SHOULD DRIVERS BE ENCOURAGED TO CARPOOL IN HOV LANES?: CARPOOLING IN HOV LANES. *Economic Inquiry*, 57(1), 667–684. <https://doi.org/10.1111/ecin.12728>

- Jadhao, R. B., & Patil, J. M. (2017). Recommendation system for carpooling and regular taxicab services. *2017 International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICISC.2017.8068628>
- Jamal, J., Rizzoli, A. E., Montemanni, R., & Huber, D. (2016). Tour Planning and Ride Matching for an Urban Social Carpooling Service. *MATEC Web of Conferences*, 81, 04010. <https://doi.org/10.1051/matecconf/20168104010>
- Jiang, S., Chen, W., Li, Z., & Yu, H. (2019). Short-Term Demand Prediction Method for Online Car-Hailing Services Based on a Least Squares Support Vector Machine. *IEEE Access*, 7, 11882–11891. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2891825>
- Kaplowitz, S. A., & Slabosky, A. (2018). Trying to Increase Carpooling at a Major U.S. University: A Survey and an Intervention. *Sustainability: The Journal of Record*, 11(2), 74–80. <https://doi.org/10.1089/sus.2017.0020>
- Kitchenham, B. A., Budgen, D., & Brereton, P. (2016). *Evidence-based software engineering and systematic reviews*. CRC Press.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.
- Koseoglu, M. A. (2016). Mapping the institutional collaboration network of strategic management research: 1980–2014. *Scientometrics*, 109(1), 203–226. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1894-5>
- Kristal, A. S., & Whillans, A. V. (2020). What we can learn from five naturalistic field experiments that failed to shift commuter behaviour. *Nature Human Behaviour*, 4(2), 169–176. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0795-z>
- Laukkanen, M., & Tura, N. (2020). The potential of sharing economy business models for sustainable value creation. *Journal of Cleaner Production*, 253, 120004. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120004>

- Li, J., Embry, P., Mattingly, S. P., Sadabadi, K. F., Rasmidatta, I., & Burris, M. W. (2007). Who Chooses to Carpool and Why?: Examination of Texas Carpoolers. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2021(1), 110–117. <https://doi.org/10.3141/2021-13>
- Li, R., Liu, Z., & Zhang, R. (2018). Studying the benefits of carpooling in an urban area using automatic vehicle identification data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 93, 367–380. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.06.012>
- Librino, F., Renda, M. E., Santi, P., Martelli, F., Resta, G., Duarte, F., Ratti, C., & Zhao, J. (2020). Home-work carpooling for social mixing. *Transportation*, 47(5), 2671–2701. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10038-2>
- Liu, X., Titheridge, H., Yan, X., Wang, R., Tan, W., Chen, D., & Zhang, J. (2020). A passenger-to-driver matching model for commuter carpooling: Case study and sensitivity analysis. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 117, 102702. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102702>
- Liu, X., Yan, X., Liu, F., Wang, R., & Leng, Y. (2019). A trip-specific model for fuel saving estimation and subsidy policy making of carpooling based on empirical data. *Applied Energy*, 240, 295–311. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.003>
- Malodia, S., & Singla, H. (2016). A study of carpooling behaviour using a stated preference web survey in selected cities of India. *Transportation Planning and Technology*, 39(5), 538–550. <https://doi.org/10.1080/03081060.2016.1174368>
- Martins, P., Albuquerque, D., Wanzeller, C., Caldeira, F., Tomé, P., & Sá, F. (2020). CityAction a Smart-City Platform Architecture. In K. Arai & R. Bhatia (Eds.), *Advances in Information and Communication* (Vol. 69, pp. 217–236). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12388-8_16

- Minett, P., Niles, J., Lee, R., Bogue, B., & Schaefer, M. D. (2020). Congestion-clearing payments to passengers. *Transportation Research Procedia*, 45, 668–675. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.112>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & and the PRISMA Group. (2009). Reprint—Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Physical Therapy*, 89(9), 873–880. <https://doi.org/10.1093/ptj/89.9.873>
- Molina, J. A., Giménez-Nadal, J. I., & Velilla, J. (2020). Sustainable Commuting: Results from a Social Approach and International Evidence on Carpooling. *Sustainability*, 12(22), 9587. <https://doi.org/10.3390/su12229587>
- Monchambert, G. (2020). Why do (or don't) people carpool for long distance trips? A discrete choice experiment in France. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132, 911–931. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.12.033>
- Montero, J. J. (2019). Regulating Transport Platforms: The Case of Carpooling in Europe. In M. Finger & M. Audouin (Eds.), *The Governance of Smart Transportation Systems* (pp. 13–35). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96526-0_2
- Mouftah, H. T., & Erol-Kantarci, M. (2016). *Smart grid: Networking, data management, and business models*.
- Neoh, J. G., Chipulu, M., & Marshall, A. (2017). What encourages people to carpool? An evaluation of factors with meta-analysis. *Transportation*, 44(2), 423–447. <https://doi.org/10.1007/s11116-015-9661-7>
- Neoh, J. G., Chipulu, M., Marshall, A., & Tewkesbury, A. (2018). How commuters' motivations to drive relate to propensity to carpool: Evidence from the United Kingdom

- and the United States. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 110, 128–148. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.02.013>
- Olsson, L. E., Maier, R., & Friman, M. (2019). Why Do They Ride with Others? Meta-Analysis of Factors Influencing Travelers to Carpool. *Sustainability*, 11(8), 2414. <https://doi.org/10.3390/su11082414>
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Clark, T. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Wiley.
- Pangbourne, K., Mladenović, M. N., Stead, D., & Milakis, D. (2020). Questioning mobility as a service: Unanticipated implications for society and governance. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 131, 35–49. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.033>
- Park, Y., Chen, N., & Akar, G. (2018). Who is Interested in Carpooling and Why: The Importance of Individual Characteristics, Role Preferences and Carpool Markets. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2672(8), 708–718. <https://doi.org/10.1177/0361198118756883>
- Perboli, G., De Marco, A., Perfetti, F., & Marone, M. (2014). A New Taxonomy of Smart City Projects. *Transportation Research Procedia*, 3, 470–478. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.028>
- Pfisterer, D., Radonjic-Simic, M., & Reichwald, J. (2016). Business Model Design and Architecture for the Internet of Everything. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 5(2), 7. <https://doi.org/10.3390/jsan5020007>
- Pinto, G. A., Vieira, K. C., Carvalho, E. G., & Sugano, J. Y. (2019). Applying the lazy user theory to understand the motivations for choosing carpooling over public transport. *Sustainable Production and Consumption*, 20, 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.07.002>

- Pop, E., & Puscoci, S. (2020). Considerations Regarding E-services development platforms for Smart Cities. *2020 12th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ECAI50035.2020.9223250>
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *J. Documentation*, 25.
- R Core Team. (2017). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Sanchez, L., Muñoz, L., Galache, J. A., Sotres, P., Santana, J. R., Gutierrez, V., Ramdhany, R., Gluhak, A., Krco, S., Theodoridis, E., & Pfisterer, D. (2014). SmartSantander: IoT experimentation over a smart city testbed. *Computer Networks*, 61, 217–238. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2013.12.020>
- Santana, E. F. Z., Chaves, A. P., Gerosa, M. A., Kon, F., & Milojevic, D. S. (2018). Software Platforms for Smart Cities: Concepts, Requirements, Challenges, and a Unified Reference Architecture. *ACM Computing Surveys*, 50(6), 1–37. <https://doi.org/10.1145/3124391>
- Santi, P., Resta, G., Szell, M., Sobolevsky, S., Strogatz, S. H., & Ratti, C. (2014). Quantifying the benefits of vehicle pooling with shareability networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(37), 13290–13294. <https://doi.org/10.1073/pnas.1403657111>
- Shaheen, S. A., Chan, N. D., & Gaynor, T. (2016). Casual carpooling in the San Francisco Bay Area: Understanding user characteristics, behaviors, and motivations. *Transport Policy*, 51, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.003>
- Shaheen, S., & Cohen, A. (2019). Shared ride services in North America: Definitions, impacts, and the future of pooling. *Transport Reviews*, 39(4), 427–442. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1497728>

- Shen, T., Hua, K., & Liu, J. (2019). Optimized Public Parking Location Modelling for Green Intelligent Transportation System Using Genetic Algorithms. *IEEE Access*, 7, 176870–176883. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2957803>
- Stiglic, M., Agatz, N., Savelsbergh, M., & Gradisar, M. (2015). The benefits of meeting points in ride-sharing systems. *Transportation Research Part B: Methodological*, 82, 36–53. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.07.025>
- Stiglic, M., Agatz, N., Savelsbergh, M., & Gradisar, M. (2016). Making dynamic ride-sharing work: The impact of driver and rider flexibility. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 91, 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.04.010>
- Tafreshian, A., Masoud, N., & Yin, Y. (2020). Frontiers in Service Science: Ride Matching for Peer-to-Peer Ride Sharing: A Review and Future Directions. *Service Science*, 12(2–3), 44–60. <https://doi.org/10.1287/serv.2020.0258>
- Tanda, A., & De Marco, A. (2019). Business Model Framework for Smart City Mobility Projects. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471, 092082. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/9/092082>
- Teal, R. F. (1987). Carpooling: Who, how and why. *Transportation Research Part A: General*, 21(3), 203–214. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(87\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(87)90014-8)
- Teal, R. F., Giuliano, G., & Brenner, M. E. (1983). Transit agency use of private-sector strategies for commuter transportation. *Transportation Research Record*, 914.
- Timeus, K., Vinaixa, J., & Pardo-Bosch, F. (2020). Creating business models for smart cities: A practical framework. *Public Management Review*, 22(5), 726–745. <https://doi.org/10.1080/14719037.2020.1718187>

- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, *14*(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Tucker, R., Ruffini, M., Valcarengi, L., Campelo, D. R., Simeonidou, D., Du, L., Marinescu, M.-C., Middleton, C., Yin, S., Forde, T., Bourg, K., Dai, E., Harstead, E., Chanclou, P., Roberts, H., Jungnickel, V., Figuerola, S., Takahara, T., Yadav, R., ... Wey, J. S. (2017). Connected OFCity: Technology Innovations for a Smart City Project [Invited]. *Journal of Optical Communications and Networking*, *9*(2), A245. <https://doi.org/10.1364/JOCN.9.00A245>
- Turetken, O., Grefen, P., Gilsing, R., & Adali, O. E. (2019). Service-Dominant Business Model Design for Digital Innovation in Smart Mobility. *Business & Information Systems Engineering*, *61*(1), 9–29. <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0565-x>
- United States. Department Of Transportation. Bureau Of Transportation Statistics. (2019). *Commute Mode By Percentage*. <https://www.bts.gov/commute-mode>
- Van Lange, P. A. M., Vugt, M. V., Meertens, R. M., & Ruiters, R. A. C. (1998). A Social Dilemma Analysis of Commuting Preferences: The Roles of Social Value Orientation and Trust¹. *Journal of Applied Social Psychology*, *28*(9), 796–820. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1998.tb01732.x>
- Vanoutrive, T. (2019). Commuting, spatial mismatch, and Transport Demand Management: The case of gateways. *Case Studies on Transport Policy*, *7*(2), 489–496. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.12.011>
- Walravens, N. (2012). Mobile Business and the Smart City: Developing a Business Model Framework to Include Public Design Parameters for Mobile City Services. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, *7*(3), 21–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-18762012000300011>

- Walravens, N. (2015). Qualitative indicators for smart city business models: The case of mobile services and applications. *Telecommunications Policy*, 39(3–4), 218–240. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.12.011>
- Walravens, N., & Ballon, P. (2013). Platform business models for smart cities: From control and value to governance and public value. *IEEE Communications Magazine*, 51(6), 72–79. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2013.6525598>
- Washbrook, K., Haider, W., & Jaccard, M. (2006). Estimating commuter mode choice: A discrete choice analysis of the impact of road pricing and parking charges. *Transportation*, 33(6), 621–639. <https://doi.org/10.1007/s11116-005-5711-x>
- Wei, X., Yu, W., Wang, W., Zhao, D., & Hua, X. (2020). Optimization and Comparative Analysis of Traffic Restriction Policy by Jointly Considering Carpool Exemptions. *Sustainability*, 12(18), 7734. <https://doi.org/10.3390/su12187734>
- What is R? Introduction to R.* (n.d.). What Is R? Introduction to R. Retrieved September 4, 2020, from <https://www.r-project.org/about.html>
- Wright, S., Nelson, J. D., & Cottrill, C. D. (2020). MaaS for the suburban market: Incorporating carpooling in the mix. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 131, 206–218. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.034>
- Wu, C., Shankari, K., Kamar, E., Katz, R., Culler, D., Papadimitriou, C., Horvitz, E., & Bayen, A. (2016). Optimizing the diamond lane: A more tractable carpool problem and algorithms. *2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, 1389–1396. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2016.7795739>
- Wu, M., & Neill, S. (2020). Trust transfer and the intention to use app-enabled carpooling service. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/APJML-02-2020-0085>

- Xia, J., Curtin, K. M., Li, W., & Zhao, Y. (2015). A New Model for a Carpool Matching Service. *PLOS ONE*, *10*(6), e0129257. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129257>
- Xia, X., Liu, H., Li, J., Liu, X., Zhu, R., & Zong, C. (2019). Carpooling Algorithm with the Common Departure. *2019 IEEE International Conferences on Ubiquitous Computing & Communications (IUCC) and Data Science and Computational Intelligence (DSCI) and Smart Computing, Networking and Services (SmartCNS)*, 513–520. <https://doi.org/10.1109/IUCC/DSCI/SmartCNS.2019.00111>
- Xiao, Q., He, R., Ma, C., & Zhang, W. (2019). Evaluation of urban taxi-carpooling matching schemes based on entropy weight fuzzy matter-element. *Applied Soft Computing*, *81*, 105493. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105493>
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, *1*(1), 22–32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>
- Zhang, D., Li, Y., Zhang, F., Lu, M., Liu, Y., & He, T. (2013). coRide: Carpool service with a win-win fare model for large-scale taxicab networks. *Proceedings of the 11th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems - SenSys '13*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/2517351.2517361>
- Zhang, W., He, R., Chen, Y., Gao, M., & Ma, C. (2019). Research on Taxi Pricing Model and Optimization for Carpooling Detour Problem. *Journal of Advanced Transportation*, *2019*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2019/3867874>

Παράρτημα Α – Κώδικας Βιβλιομετρικής Ανάλυσης

Environment preparation

Load bibliometrix R-package and other required libraries

```
library(bibliometrix)
library(dplyr)
library(knitr)
library(ggplot2)
library(ggrepel)
library(gridExtra)
library(plotly)
library(rworldmap)
library(RColorBrewer)
library(reshape2)
library(SnowballC)
library(stringr)
library(treemap)
library(wordcloud2)
```

Data Loading

```
file1 <- './data/wos_1.bib'
file2 <- './data/scopus_1.bib'
```

Data Converting

The function **convert2df** converts SCOPUS and WoS database export files into a data frame with cases corresponding to articles and variables to Field Tags as used in WoS

```
MWOSCollection <- convert2df(file = file1, dbsource = "wos", format = "bibtex")
MScopusCollection <- convert2df(file = file2, dbsource = "scopus", format = "bibtex")
```

Data merging

The function **mergeDbSources** merges bibliographic data frames from different databases (WoS and SCOPUS) into a single one

```
M <- mergeDbSources(MWOSCollection, MScopusCollection, remove.duplicated=TRUE)
M <- metaTagExtraction(M, Field = "CR_SO", sep = ";")
M <- metaTagExtraction(M, Field = "CR_AU", sep = ";")
M <- metaTagExtraction(M, Field = "AU_CO", sep = ";")

M$CR_AU <- gsub("ANONYMOUS;", "", M$CR_AU)
M$DE <- gsub("SMART CITIES", "SMART CITY", M$DE)
M$DE <- gsub("\\<CARPOOL\\>", "CARPOOLING", M$DE)
M$DE <- gsub("INTERNET OF THINGS \\(IOT\\)", "INTERNET OF THINGS", M$DE)
M$DE <- gsub("\\(IOT\\);", "IOT;", M$DE)
M$DE <- gsub("IOT", "INTERNET OF THINGS", M$DE)
```



```

M$DE <- gsub("RIDESHARING", "RIDE-SHARING", M$DE)
M$DE <- gsub("RIDESHARE", "RIDE-SHARING", M$DE)
M$DE <- gsub("RIDE SHARING", "RIDE-SHARING", M$DE)
M$DE <- gsub("BUSINESS MODELS", "BUSINESS MODEL", M$DE)
M$DE <- gsub("WSN", "WIRELESS SENSOR NETWORKS", M$DE)
M$DE <- gsub("PLATFORMS", "PLATFORM", M$DE)

total <- nrow(M)
wosTotal <- nrow(MWOSCollection)
scopusTotal <- nrow(MScopusCollection)
dupl <- scopusTotal + wosTotal - total

```

Exploratory analysis – summary of literature collection

The function **biblioAnalysis** calculates main bibliometric measures and performs a bibliometric analysis of a dataset imported from SCOPUS and Web of Science databases. Summary accepts two additional arguments. `k` is a formatting value that indicates the number of rows of each table. `pause` is a logical value (TRUE or FALSE) used to allow (or not) pause in screen scrolling. Choosing `k=10` you decide to see the first 10 Authors, the first 10 sources, etc.

```

results <- biblioAnalysis(M, sep = ";")
summary <- summary(results, k=20, pause=FALSE)
summaryPlots <- plot(results, k=20, pause=FALSE)

DF <- data.frame(Year=summary$AnnualProduction$Year, Articles=summary$AnnualProduction$Articles)
p1 <- ggplot(DF, aes(x=Year, y=Articles)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "#0D47A1") +
  labs(title = "Documents per year", x = "Year", y = "Documents") +
  scale_x_discrete(breaks = DF$Year[seq(1, length(DF$Year), by = 3)])

p2 <- summaryPlots$MostProdCountries

grid.arrange(p1, p2, nrow = 1)

```

Source growth

The function **sourceGrowth** calculates yearly published documents of the top sources

```

topSO = sourceGrowth(M, top=7, cdf=TRUE)
DF = melt(topSO, id='Year')
DF$variable <- as.character(substr(DF$variable, 0, 40))

DF %>%
  mutate(label = if_else(Year == max(Year), as.character(variable), NA_character_)) %>%
  ggplot(aes(x = Year, y = value, group = variable, colour = variable)) +
  geom_line() +
  labs(title = "Source Growth", x = "Year", y = "Annual Occurences", color="Source") +
  geom_label_repel(aes(label = label),
                  nudge_x = 1,
                  na.rm = TRUE)

```

```
count <- unique(M$SO)
sourceCitations <- aggregate(M$TC, list(value = M$SO), sum)
```

Source co-Citation Network

We talk about co-citation of two articles when both are cited in a third article. Thus, co-citation can be seen as the counterpart of bibliographic coupling. The function **biblioNetwork** creates different bibliographic networks from a bibliographic data frame

```
NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis="co-citation", network="sources", sep=";")
net=networkPlot(NetMatrix, normalize="association", n = 20, Title="Source Co-Citation Network", type = "fruchterman", size=TRUE, size.cex=TRUE, remove.multiple=TRUE, labels=1.2, edges.min = 4, curved = TRUE)

DF <- igraph::as_data_frame(net$graph)
DF <- aggregate(data.frame(count = DF$from), list(value = DF$from), length)
```

Authors Co-Citation Network

```
NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis="co-citation", network="authors", sep=";")

net=networkPlot(NetMatrix, normalize="association", n = 15, Title="Authors Co-Citation Network", type = "fruchterman", size=TRUE, size.cex=TRUE, remove.multiple=TRUE, labels=1.2, edges.min = 3)
```

Top organizations

```
DF <- as.data.frame(results$Affiliations)
DF <- DF[order(DF$Freq, decreasing = TRUE),]
DF <- DF[1:10,]
DF <- DF[order(DF$AFF),]
DF <- DF[order(DF$Freq),]

DF$AFF <- as.character(substr(DF$AFF, 0, 50))

kable(DF[order(-DF$Freq),], col.names = c("Affiliations", "No of Documents"))

ggplot(DF, aes(x=reorder(DF$AFF, DF$Freq), y=DF$Freq)) +
  geom_bar(stat = "identity", aes(fill = rev(DF$Freq)), show.legend = FALSE) +
  coord_flip() +
  labs(title="Top organizations", x="Organizations", y="No of Documents")
```

Country collaboration network

```
# Required for countries
NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis="collaboration", network="countries", sep=";")

net=networkPlot(NetMatrix, normalize="association", n = 50, Title="Country
```

```
Collaboration Network", type = "fruchterman", size=TRUE, size.cex=TRUE, rem
ove.multiple=TRUE, labels=1.2, edges.min = 2)
```

Most cited documents

```
DF <- M[order(-M$TC), ]
DF <- DF[1:20, ]

DF$title <- paste(sub(".*", "", DF$AU), substr(DF$TI, 0, 70), DF$DI, sep =
", ")
DF$citations <- DF$TC
DF$TCPYear <- round(DF$TC/(2021-DF$PY), digits = 0)

DF <- DF[, c("title", "citations", "TCPYear")]
kable(DF, row.names = FALSE)
```

Most cited documents from documents in the collection

```
CR <- citations(M, field = "article", sep = ";")
DF <- data.frame(CR$Cited[1:20])

DF$CR1 <- as.character(substr(DF$CR, 0, 50))
DF <- DF[order(DF$CR1), ]
DF <- DF[order(DF$Freq), ]

kable(DF[order(-DF$Freq), 1:2], col.names = c("Article", "Total Citations")
)

ggplot(DF, aes(x=reorder(DF$CR1, DF$Freq), y=DF$Freq)) +
  geom_bar(stat = "identity", aes(fill = rev(DF$Freq)), show.legend = FALSE
) +
  coord_flip() +
  labs(title="Most Global Cited Articles", x="Article", y="Total Citations"
)
```

Yearly occurrences of top keywords

The function **KeywordGrowth** calculates yearly occurrences of top keywords/terms

```
topKW = KeywordGrowth(M, Tag = "DE", sep = ";", top=10, cdf=TRUE)
DF = melt(topKW, id='Year')

DF$variable <- tolower(DF$variable)
DF$stemmed <- wordStem(DF$variable, language = "porter")

DF2 <- aggregate(DF["value"], DF[c("Year", "stemmed")], sum)
DF2$word <- DF2$stemmed
DF2$word <- DF$variable[match(DF2$stemmed, DF$stemmed)]

DF2 %>%
  mutate(label = if_else(Year == max(Year), as.character(word), NA_character_
r_)) %>%
  ggplot(aes(x = Year, y = value, group = word, colour = word)) +
  geom_line() +
  labs(title = "Yearly occurrences of top author keywords (Applied keyword
```

```
stemming)", x = "Year", y = "Occurrences", color="Keyword") +
  geom_label_repel(aes(label = label),
                  nudge_x = 1,
                  na.rm = TRUE) +
  theme(legend.position = "none")
```

Keyword co-occurrence network

```
#keep.terms <- c("co-citation analysis","bibliographic coupling")
#DF <- termExtraction(M, Field = "AB", remove.numbers=TRUE, remove.terms=NU
LL, verbose=TRUE, stemming = TRUE)

NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis="co-occurrences", network="author_ke
ywords", sep=";")

net=networkPlot(NetMatrix, normalize="association", n = 30, Title="Keywords
Co-occurrence Network", type = "fruchterman", size=TRUE, size.cex=TRUE, rem
ove.multiple=TRUE, labelsize=1.2, edges.min = 3)
```

Thematic map

The function **thematicMap** creates a thematic map based on co-word network analysis and clustering

```
Map=thematicMap(M, field = "DE", n = 250, minfreq = 4, stemming = FALSE, si
ze = 0.3, n.labels=3, repel = FALSE)
plot(Map$map)

# Cluster description
Clusters=Map$words[order(Map$words$Cluster, -Map$words$Occurrences),]
CL <- Clusters %>% group_by(.data$Cluster_Label) %>% top_n(5, .data$Occurre
nces)
CL
```

Conceptual structure and topic dendrogram

The function **conceptualStructure** creates a conceptual structure map of a scientific field performing Correspondence Analysis (CA), Multiple Correspondence Analysis (MCA) or Metric Multidimensional Scaling (MDS) and Clustering of a bipartite network of terms extracted from keyword, title or abstract fields

```
DF <- conceptualStructure(M, field="DE", method="MCA", minDegree=5, clust=5
, stemming=FALSE, documents=3)
```

WordCloud - TreeMap

```
topKW = KeywordGrowth(M, Tag = "DE", sep = ";", top=30, cdf=TRUE)

DF = melt(topKW, id='Year')
DF <- aggregate(DF["value"], DF["variable"], max)
DF <- DF[order(DF$value, decreasing = TRUE),]
DF$variable <- tolower(DF$variable)
DF$stemmed <- wordStem(DF$variable, language = "porter")
```

```

DF2 <- DF
DF2 <- aggregate(DF2["value"], DF2["stemmed"], sum)
DF2$word <- DF2$stemmed
DF2$word <- DF$variable[match(DF2$stemmed, DF$stemmed)]
DF2 <- DF2[order(DF2$value, decreasing = TRUE),]
DF2 <- DF2[, c("word", "value")]
DF2$word <- sub(" ", "_", DF2$word)

colnames(DF2) <- c("words", "Freq")
wordcloud2(DF, size=0.5, shape = "circle", color = "random-dark", backgroundColor = "lightgrey")
treemap(DF2, index="words", vSize="Freq", type="index", title = "keywords Plus Treemap (Applied keyword stemming)", palette = "Set3")

```