



Ενίσχυση της οικονομίας της μικρο-κινητικότητας μέσω των συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων

Ι. Πολίτης¹, Ι. Φυρογένης¹, Ε. Παπαδόπουλος¹, Α. Νικολαΐδου¹, Ελ. Βεράνη¹

¹Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Τεχνικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

E-mail: pol@civil.auth.gr, fyrogeni@civil.auth.gr, efthympg@civil.auth.gr, nikolaid@civil.auth.gr, verani@civil.auth.gr

Περίληψη

Η μεγάλη συνεισφορά της τεχνολογίας της πληροφορίας στην εξέλιξη της οικονομίας διαμοιρασμού κοινόχρηστων ποδηλάτων, αντικατοπτρίζεται και στον όρο “Information Technology (IT)-based Systems”, ο οποίος έχει επικρατήσει στη διεθνή βιβλιογραφία και αποδίδεται στα σύγχρονα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων. Η ενσωμάτωση ποικίλων τεχνολογικών καινοτομιών εντοπισμού πληροφοριών των χρηστών και ταυτοποίησης της θέσης των ποδηλάτων, προσέφερε τη δυνατότητα συλλογής μεγάλου όγκου δεδομένων. Η αξιοποίηση των εν λόγω δεδομένων, δημιουργεί νέες ευκαιρίες βελτιστοποίησης της λειτουργίας των συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων και παραγωγής ευρύτερης αστικής και συγκοινωνιακής γνώσης. Στο παρόν άρθρο, παρουσιάζονται οι υιοθετούμενες τεχνολογίες που επιτρέπουν την παραγωγή αυτών των δεδομένων, το είδος της πληροφορίας που εμπεριέχεται σε αυτού του είδους τα δεδομένα, μία σειρά διαθέσιμων βάσεων δεδομένων και οι πηγές άντλησής τους, τα πεδία εσωτερικής αξιοποίησής τους.

Λέξεις Κλειδιά: Κοινόχρηστα Συστήματα Ποδηλάτων, Συλλογή Δεδομένων, Αξιοποίηση Δεδομένων, Ανακατανομή Στόλου Ποδηλάτων, Χωροθέτηση Σταθμών

Abstract

The rapid growth of information technology has greatly contributed towards bicycle sharing schemes’ (BSS) evolution, which can also be inferred by the use of the term “Information (IT)-based Systems” regarding modern BSS. The integration of various user information collecting and bicycle positioning technological innovations in BSS has made it possible to collect large amounts of data. The utilization of such data leads to the optimization of BSS operations and the generation of new knowledge regarding city and mobility planning. In this paper we present the technologies adopted by the BSS that make the collection of that data possible, the underlying information that could be extracted, several available databases and data sources and the ways they could be utilized to improve BSS operations.

Keywords: Bicycle Sharing Systems, Data Collection, Data Utilization, Bicycle Fleet Redistribution, Bicycle Sharing Stations Positioning



1. Εισαγωγή

Επωφελούμενο από την αλματώδη ανάπτυξη του τομέα της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας – ΤΠΕ, το αναδυόμενο μοντέλο οικονομίας διαμοιρασμού, αποτελεί στις μέρες μας αναπόσπαστο κομμάτι της παγκόσμιας οικονομίας. Σε αυτό το πλαίσιο, τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει την εμφάνισή τους διάφορα συστήματα κινητικότητας που βασίζονται στο προαναφερθέν μοντέλο οικονομίας διαμοιρασμού, όπως για παράδειγμα τα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων (bike-sharing schemes), τα συστήματα κοινόχρηστων αυτοκινήτων (car-sharing schemes), κ.α. Τα εν λόγω συστήματα εξαπλώνονται με ταχείς ρυθμούς σε παγκόσμιο επίπεδο και η δημοτικότητά τους αυξάνεται διαρκώς. Σταδιακά, τα παραδοσιακά μοντέλα ιδιοκτησίας των μέσων μετακίνησης μεταβάλλονται και αντικαθίστανται από υπηρεσίες κινητικότητας διαμοιρασμού (Tromaras et al., 2018).

Ειδικότερα τα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων, αποτελούν πλέον επιλογή μετακίνησης σε όλες τις ευρωπαϊκές – και όχι μόνο – μητροπόλεις, με τον αριθμό των χρηστών τους να αυξάνεται σταθερά. Η ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών ΤΠΕ και η συνεπαγόμενη δυνατότητα ιχνηλάτησης των ποδηλάτων και εντοπισμού πληροφοριών των χρηστών, αποτέλεσε τη βασική κινητήρια δύναμη που οδήγησε στη μετεξέλιξη και στην εξάπλωση των «έξυπνων» πλέον συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων (Cichosz, 2013, DeMaio, 2009).

Πέραν από την αρχική τους επιδίωξη, οι τεχνολογίες που υιοθετήθηκαν από τα εν λόγω συστήματα, επιτρέπουν την παραγωγή μεγάλου όγκου δεδομένων. Τα εν λόγω δεδομένα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, όσον αφορά την αξιοποίησή τους αφενός από τα ίδια τα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων και αφετέρου σε ζητήματα ευρύτερου συγκοινωνιακού σχεδιασμού. Ως εκ τούτου, η αξιοποίηση των παραγόμενων αυτών δεδομένων αποτελεί αντικείμενο έντονου ερευνητικού ενδιαφέροντος. Η πλειοψηφία των σχετικών άρθρων εστιάζουν στην αξιοποίηση των παραγόμενων δεδομένων με σκοπό τη βελτιστοποίηση της εσωτερικής λειτουργίας των συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων, ερευνώντας θέματα βέλτιστης χωροθέτησης σταθμών, ανακατανομής ποδηλάτων, κ.α. (Biosca et al., 2013, DeMaio, 2009, Midgley, 2011).

Στη συνέχεια του, το παρόν άρθρο διαρθρώνεται ως εξής: Στις δύο πρώτες ενότητες, παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που έχουν υιοθετηθεί από τα σύγχρονα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων, οι οποίες επιτρέπουν την παραγωγή δεδομένων χρήσης κοινόχρηστων ποδηλάτων. Στην τέταρτη ενότητα, αναλύεται συνοπτικά το είδος της πληροφορίας που εμπεριέχεται σε αυτά τα δεδομένα και παρατίθενται ορισμένες διαθέσιμες βάσεις και πηγές άντλησης τέτοιου είδους δεδομένων. Η πέμπτη ενότητα, επικεντρώνεται στις δυνατότητες αξιοποίησης των παραγόμενων δεδομένων για τη βελτιστοποίηση της εσωτερικής λειτουργίας των συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων, αναλύοντας τα επιμέρους ζητήματα της βέλτιστης χωροθέτησης των σταθμών, της ανακατανομής και της συντήρησης του στόλου των ποδηλάτων. Τέλος, η έκτη και τελευταία ενότητα συνοψίζει τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα.



2. Μέθοδοι και τεχνικές εντοπισμού πληροφοριών των χρηστών σε συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων

Επωφελούμενα από την ταχεία ανάπτυξη του τομέα της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας – ΤΠΕ, οι σύγχρονες εφαρμογές συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων αποπειράθηκαν να καταπολεμήσουν τα προβλήματα κλοπών και βανδαλισμών, εστιάζοντας στο ζήτημα της ανωνυμίας των χρηστών. Προς επίτευξη του παραπάνω στόχου, τα εν λόγω συστήματα υιοθέτησαν καινοτόμες τεχνολογίες που τους έδωσαν τη δυνατότητα αναγνώρισης της ταυτότητας των χρηστών, όπως (Büttner et al., 2011, DeMaio, 2009, Gaegauf, 2014, Meireles et al., 2013):

- έξυπνες κάρτες – (κάρτες μαγνητικής λωρίδας, κάρτες ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητας, πιστωτικές κάρτες)
- ηλεκτρονικό κλείδωμα ποδηλάτων (ηλεκτρονικές κλειδαριές επάνω στα ποδήλατα ή χώροι στάθμευσης ποδηλάτων με ηλεκτρονικό κλείδωμα)
- περίπτερα μίσθωσης ποδηλάτων με δυνατότητα ανάγνωσης έξυπνων και πιστωτικών καρτών
- υπολογιστές επί του σκάφους των ποδηλάτων
- συστήματα τηλεπικοινωνιών
- κινητά τηλέφωνα

Ενσωματώνοντας διαφορετικούς συνδυασμούς των προαναφερθέντων τεχνολογιών, τα σύγχρονα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων έχουν τη δυνατότητα αναγνώρισης της ταυτότητας των χρηστών, γεγονός που λειτουργεί ως μέσο αποτροπής των κλοπών και των βανδαλισμών (Büttner et al., 2011, Gadepalli et al., 2012). Ο τρόπος αναγνώρισης της ταυτότητας των χρηστών ποικίλει, ανάλογα με τις υιοθετούμενες τεχνολογίες και κατ'επέκταση τον τρόπο λειτουργίας και τις δυνατότητες μίσθωσης του εκάστοτε συστήματος. Κατά βάση, η αναγνώριση των χρηστών διασφαλίζεται μέσω των έξυπνων καρτών, των κινητών τηλεφώνων και των αντίστοιχων εφαρμογών, καθώς και των πιστωτικών καρτών των χρηστών (Biosca et al., 2013).

3. Μέθοδοι και τεχνικές ιχνηλάτησης της θέσης των ποδηλάτων σε συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων

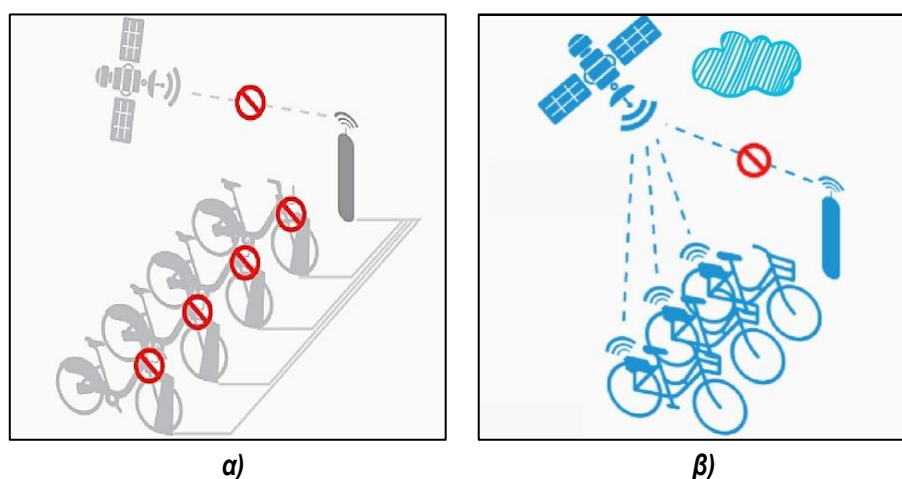
Πέραν από τη δυνατότητα αναγνώρισης της ταυτότητας των χρηστών, οι σύγχρονες εφαρμογές συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων επένδυσαν και στη δυνατότητα ιχνηλάτησης των ποδηλάτων, με απώτερο σκοπό την αποτροπή των κλοπών και των βανδαλισμών. Σε αυτά λοιπόν τα πλαίσια, τα σύγχρονα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων ενσωμάτωσαν προηγμένες τεχνολογίες από τον ραγδαία αναπτυσσόμενο τομέα ΤΠΕ, που τους έδωσαν τη δυνατότητα εντοπισμού της θέσης των ποδηλάτων. Οι τεχνολογίες αυτές, είναι (Alta Planning and Design, 2009, Biosca et al., 2013, Cichosz, 2013, Midgley, 2011, Shaheen et al., 2010):

- τεχνολογία ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency Identification – RFID), δυνατότητα ιχνηλάτησης των ποδηλάτων σε επίπεδο σταθμού/θέσης στάθμευσης των ποδηλάτων σε σταθμό



- τεχνολογία Παγκόσμιου Συστήματος Προσδιορισμού Θέσης (Global Positioning System – GPS, δυνατότητα ιχνηλάτησης των ποδηλάτων σε επίπεδο γεωγραφικών συντεταγμένων σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου

Η διαφορά μεταξύ των δύο προαναφερθέντων τεχνολογιών – όσον αφορά πάντα τη χρήση τους για την ιχνηλάτηση των κοινόχρηστων ποδηλάτων – θα μπορούσε να αναχθεί σε ένα υψηλότερο επίπεδο στη διαφορά μεταξύ δύο διαφορετικών μοντέλων συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων: τα συστήματα που χρησιμοποιούν «έξυπνους σταθμούς/θέσεις στάθμευσης ποδηλάτων» (smart docks) και τα συστήματα που χρησιμοποιούν «έξυπνα ποδήλατα» (smart bikes). Στην πρώτη περίπτωση, οι χρήστες είναι υποχρεωμένοι να επιστρέφουν τα ποδήλατα σε έναν από τους σταθμούς μίσθωσης του συστήματος και να τα σταθμεύουν σε μία από τις «έξυπνες θέσεις στάθμευσης». Με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID, οι σταθμοί «διαβάζουν» την πληροφορία των ποδηλάτων και επικοινωνούν με τον κεντρικό διακομιστή του συστήματος, μεταδίδοντάς του τις απαραίτητες πληροφορίες. Στη δεύτερη περίπτωση και εν τη απουσία σταθμών μίσθωσης, κάθε ποδήλατο επικοινωνεί απευθείας με τον κεντρικό διακομιστή του συστήματος μέσω συσκευών GPS, μεταδίδοντάς του την αντίστοιχη πληροφορία (Baton Rouge Area Foundation & Toole Design Group, 2016, Cesbron & Luckhurst, 2015, McKenzie, 2018). Το Σχήμα 1 που ακολουθεί, αποτυπώνει τον τρόπο λειτουργίας των δύο προαναφερθέντων μοντέλων συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων, όσον αφορά πάντα τον εντοπισμό της θέσης των ποδηλάτων.



Σχήμα 1: (α) «Έξυπνοι σταθμοί / θέσεις στάθμευσης ποδηλάτων» - smart docks και (β) «έξυπνα ποδήλατα» - smart bikes (Social Bicycles – SoBi, 2018)

Η προαναφερθείσα διαφορά, αντικατοπτρίζει σε μεγάλο βαθμό και τη διάκριση των σύγχρονων συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων σε συστήματα που λειτουργούν με την παρουσία (docked) και εν τη απουσία (dockless) σταθμών μίσθωσης. Ωστόσο, αρκετά συστήματα έχουν ενσωματώσει και τις δύο προαναφερθέντες τεχνολογίες (RFID και GPS), μιας και παρέχουν τη δυνατότητα μίσθωσης ποδηλάτων και σε συγκεκριμένους σταθμούς αλλά και σε διάσπαρτα σημεία του δημόσιου χώρου (Midgley, 2011, Shaheen et al., 2010).



Τόσο τα συστήματα που λειτουργούν με την παρουσία, όσο και αυτά που λειτουργούν εν τη απουσία σταθμών μίσθωσης ποδηλάτων, παρουσιάζουν διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ο Πίνακας 1 που ακολουθεί, συνοψίζει τα βασικά χαρακτηριστικά των δύο αυτών μοντέλων συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων, καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την ιχνηλάτηση της θέσης των ποδηλάτων.

***Πίνακας 1:** Σύγκριση συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων με παρουσία και απουσία σταθμών*

Μοντέλο συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων	Συστήματα που λειτουργούν με την παρουσία σταθμών μίσθωσης (docked bike-sharing)	Συστήματα που λειτουργούν εν τη απουσία σταθμών μίσθωσης (dockless bike-sharing)
Τρόπος λειτουργίας / ιχνηλάτησης των ποδηλάτων	Έξυπνοι σταθμοί – έξυπνες θέσεις στάθμευσης ποδηλάτων (smart docks)	Έξυπνα ποδήλατα (smart bikes)
Υιοθετούμενη τεχνολογία για ιχνηλάτηση ποδηλάτων	RFID	GPS
Τρόπος επικοινωνίας / ενημέρωσης κεντρικού διακομιστή	Ποδήλατο → Θέση στάθμευσης ποδηλάτου → Σταθμός (περίπτερο μίσθωσης) → Διακομιστής	Ποδήλατο → Διακομιστής
	Συγκεκριμένος / σταθερός χώρος (σταθμοί μίσθωσης) για εύρεση ποδηλάτων από διαχειριστές και χρήστες	Ακριβέστερος προσδιορισμός θέσης ποδηλάτων – δυνατότητα παρακολούθησης θέσης σε επίπεδο γεωγραφικών συντεταγμένων
Πλεονεκτήματα	Δυνατότητα μίσθωσης ποδηλάτων χωρίς ανάγκη για εγγραφή χρηστών στο σύστημα (μέσω περιπτέρων μίσθωσης στους σταθμούς)	Οικονομικότερη εναλλακτική – αποφυγή κατεύθυνσης πόρων για αγορά βαρέως εξοπλισμού (σταθμών, θέσεων στάθμευσης ποδηλάτων)
		Στάθμευση / επιστροφή ποδηλάτων σε οποιοδήποτε σημείο του δημόσιου χώρου – εξάλειψη προβλήματος μη διαθεσιμότητας θέσεων στάθμευσης ποδηλάτων σε σταθμούς
		Μεγαλύτερη προστιθέμενη αξία από ανάλυση συλλεγόμενων - μέσω GPS - δεδομένων (γνωστές ολόκληρες διαδρομές – τροχιές μετακινήσεων με ποδήλατα)



Μοντέλο συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων	Συστήματα που λειτουργούν με την παρουσία σταθμών μίσθωσης (docked bike-sharing)	Συστήματα που λειτουργούν εν τη απουσία σταθμών μίσθωσης (dockless bike-sharing)
Μειονεκτήματα	<p>Λιγότερο ακριβής προσδιορισμός θέσης ποδηλάτων – δυνατότητα παρακολούθησης θέσης σε επίπεδο σταθμών / θέσεων στάθμευσης σε σταθμούς</p> <p>Αδυναμία εντοπισμού θέσης ποδηλάτων, σε περιπτώσεις μη ορθής επιστροφής τους στις θέσεις στάθμευσης</p> <p>Πιθανότητα μη διαθεσιμότητας θέσεων στάθμευσης για επιστροφή ποδηλάτων στους σταθμούς (dock-blocking)</p> <p>Ανάγκη κατεύθυνσης πόρων για απόκτηση βαρέως εξοπλισμού (σταθμών, θέσεων στάθμευσης ποδηλάτων)</p> <p>Μικρότερη προστιθέμενη αξία από ανάλυση συλλεγόμενων - μέσω RFID - δεδομένων (γνωστά μόνο άκρα μετακινήσεων με ποδήλατο – σταθμός έναρξης και λήξης μίσθωσης)</p>	<p>Δυνατότητα μίσθωσης ποδηλάτων μόνο μετά την εγγραφή χρηστών στο σύστημα (πρόσβαση μέσω κινητών τηλεφώνων)</p> <p>Πιθανότητα εμφάνισης φαινομένων καταπάτησης δημόσιου χώρου – ανάγκη για διαμόρφωση ρυθμιστικού / κανονιστικού πλαισίου (regulations)</p>

(Baton Rouge Area Foundation & Toole Design Group, 2016, Cesbron & Luckhurst, 2015, Raleigh Bicycle & Pedestrian Advisory Commission, 2014, Ιδία επεξεργασία)

4. Δεδομένα χρήσης κοινόχρηστων ποδηλάτων

Οι τεχνολογίες που αναλύθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, προσέδωσαν στα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων τη δυνατότητα συλλογής ενός μεγάλου όγκου δεδομένων, η αξιοποίηση των οποίων ξεφεύγει από την αρχική επιδίωξη της αναγνώρισης της ταυτότητας των χρηστών και του προσδιορισμού της θέσης των ποδηλάτων. Τα δεδομένα που προέρχονται από την υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών, μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο από τα ίδια τα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων (για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους), όσο και για τον ευρύτερο συγκοινωνιακό σχεδιασμό των πόλεων.

4.1 Είδος πληροφορίας που εμπεριέχεται στα δεδομένα χρήσης κοινόχρηστων ποδηλάτων

Με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων – RFID, η οποία υιοθετείται κατά κύριο λόγο από τα συστήματα που λειτουργούν με την παρουσία σταθμών μίσθωσης (docked), τα σύγχρονα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων έχουν τη δυνατότητα



καταγραφής και παρακολούθησης ποικίλων πληροφοριών, όπως για παράδειγμα της θέσης κάθε ποδηλάτου σε επίπεδο σταθμού/θέσης στάθμευσης σε σταθμό, της ημέρας και της ώρας έναρξης και λήξης της κάθε μίσθωσης, της συνολικής της διάρκειας, των άκρων κάθε μετακίνησης με κοινόχρηστο ποδήλατο (σταθμοί έναρξης και λήξης της μίσθωσης), της διανυόμενης απόστασης (ευθεία γραμμή μεταξύ των σταθμών έναρξης και λήξης της μίσθωσης), των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων, κ.α. Η στατιστική και η χωρική ανάλυση των προαναφερθέντων πληροφοριών, μπορεί να παρέχει στους διαχειριστές των συστημάτων πολύτιμες πληροφορίες όσον αφορά τη διαχείριση του στόλου των ποδηλάτων και των σταθμών, τη χωροθέτηση νέων σταθμών, την ανακατανομή των ποδηλάτων, κ.λπ. (Alta Planning and Design, 2009, Biosca et al., 2013, Cichosz, 2013, Midgley, 2011).

Από την άλλη μεριά, η υιοθέτηση της τεχνολογίας εντοπισμού της θέσης των ποδηλάτων μέσω συσκευών GPS, η οποία βρίσκει εφαρμογή κυρίως στα συστήματα που λειτουργούν εν τη απουσία σταθμών μίσθωσης (dockless), διευκόλυνε την πρόσβαση των χρηστών και έδωσε στους διαχειριστές των συστημάτων τη δυνατότητα συλλογής ακριβέστερων δεδομένων. Πέραν από τον ακριβέστερο προσδιορισμό της θέσης των ποδηλάτων, σε επίπεδο πια γεωγραφικών συντεταγμένων, η χρήση συσκευών GPS έδωσε τη δυνατότητα καταγραφής και παρακολούθησης ολόκληρων των διαδρομών/τροχιών (trajectories) και όχι μόνο των άκρων (σταθμός έναρξης και λήξης) της κάθε μετακίνησης με κοινόχρηστο ποδήλατο. Συνάμα, ο προσδιορισμός της διανυόμενης απόστασης και των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων είναι πιο ακριβής, μιας και η απόσταση δεν υπολογίζεται βάσει μίας ευθείας γραμμής μεταξύ του σταθμού έναρξης και λήξης της μίσθωσης, αλλά βάσει της πραγματικής τροχιάς. Η συλλογή και η περαιτέρω ανάλυση των παραπάνω δεδομένων, παρέχει στους διαχειριστές ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες για τη διαχείριση του στόλου των ποδηλάτων και την ανακατανομή τους. Τέλος, στα εν λόγω δεδομένα εμπεριέχονται ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις κυκλοφοριακές ροές, τις περιοχές με τη μεγαλύτερη επισκεψιμότητα, κ.λπ. Για αυτόν λοιπόν το λόγο, ενδείκνυται να παρέχονται και στους φορείς χάραξης πολιτικής των πόλεων ώστε να λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων σχεδιασμού (DeMaio, 2009, ITDP, 2018a).

4.2 Βάσεις και πηγές άντλησης δεδομένων χρήσης κοινόχρηστων ποδηλάτων

Τα δεδομένα χρήσης των κοινόχρηστων ποδηλάτων που προαναφέρθηκαν, αποτελούν ιδιαίτερα χρήσιμη πληροφορία, τόσο για τους ερευνητές που δραστηριοποιούνται στους τομείς των μεταφορών, της αστικής ανάπτυξης, της εξόρυξης και ανάλυσης δεδομένων, κ.α. όσο και για τις ίδιες τις πόλεις και τους φορείς χάραξης πολιτικών.

Λόγω ανταγωνισμού και ζητημάτων προστασίας των προσωπικών δεδομένων των χρηστών, τα περισσότερα συστήματα δεν κοινοποιούν τα δεδομένα χρήσης των κοινόχρηστων ποδηλάτων. Παρ' όλα αυτά, ορισμένα συστήματα διαθέτουν τα εν λόγω δεδομένα, μέσω των επίσημων ιστοσελίδων τους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιου είδους συστημάτων, είναι (Padgham, 2018):

- “[Santander Cycles](#)”, Λονδίνο, Ηνωμένο Βασίλειο
- “[Call a Bike](#)”, Βερολίνο, Κολωνία, κ.α., Γερμανία
- “[Ford GoBike](#)”, Σαν Φρανσίσκο, Η.Π.Α.
- “[CitiBike](#)”, Νέα Υόρκη, Η.Π.Α.
- “[Divvy](#)”, Σικάγο, Ιλινόις, Η.Π.Α.



- “[Bixi](#)”, Μόντρεαλ, Καναδάς
- “[Capital BikeShare](#)”, Ουάσιγκτον, Η.Π.Α.
- “[Mibici](#)”, Γουαδαλαχάρα, Μεξικό
- “[Nice Ride](#)”, Μινεάπολις, Σαιντ Πωλ, Μινεσότα, Η.Π.Α.
- “[BLUEbikes](#)”, Βοστώνη, Μπρούκλιν, Κέιμπριτζ, Σόμερβιλ, Μασαχουσέτη, Η.Π.Α.
- “[Indego](#)”, Φιλαδέλφεια, Πενσυλβάνια, Η.Π.Α.
- “[Metro Bike Share](#)”, Λος Άντζελες, Καλιφόρνια, Η.Π.Α.
- “[Healthy Ride](#)”, Πίτσμπεργκ, Πενσυλβάνια, Η.Π.Α.

Τα εν λόγω συστήματα, διαθέτουν προς δημόσια χρήση τα δεδομένα κάθε μεμονωμένης μετακίνησης με κοινόχρηστο ποδήλατο. Τα δεδομένα είναι ανωνυμοποιημένα και παρέχονται με τη μορφή αρχείων .xls και .csv, περιλαμβάνοντας κατά βάση τις εξής πληροφορίες: μοναδικός κωδικός – ID του ποδηλάτου, ώρα έναρξης και λήξης της μετακίνησης, συνολική διάρκεια της μετακίνησης, όνομα, κωδικός και συντεταγμένες (X,Y) των σταθμών έναρξης και λήξης της μετακίνησης. Ορισμένα από τα συστήματα παρέχουν περαιτέρω πληροφορίες, όπως π.χ. η κατηγορία του χρήστη (εγγεγραμμένο μέλος ή περιστασιακός χρήστης), το φύλο και το έτος γέννησής του. Για παράδειγμα και όσον αφορά το σύστημα “CitiBike”, μία γραμμή του αρχείου .csv, η οποία αντιπροσωπεύει μία μεμονωμένη μετακίνηση με κοινόχρηστο ποδήλατο, έχει την εξής μορφή: Διάρκεια μετακίνησης (δευτερόλεπτα): 953, Ημερομηνία και ώρα έναρξης μετακίνησης: 2015-11-01, 07:49:59, Ημερομηνία και ώρα λήξης μετακίνησης: 2015-11-01, 08:05:52, Κωδικός σταθμού έναρξης μετακίνησης: 3207, Όνομα σταθμού έναρξης μετακίνησης: Oakland Ave, Γεωγραφικό πλάτος σταθμού έναρξης μετακίνησης: 40,7376037, Γεωγραφικό μήκος σταθμού έναρξης μετακίνησης: -74,0524783, Κωδικός σταθμού λήξης μετακίνησης: 3185, Όνομα σταθμού λήξης μετακίνησης: City Hall, Γεωγραφικό πλάτος σταθμού λήξης μετακίνησης: 40,7177325, Γεωγραφικό μήκος σταθμού λήξης μετακίνησης: -74,043845, Μοναδικός κωδικός ποδηλάτου – ID: 24530, Κατηγορία χρήστη: εγγεγραμμένος χρήστης, Έτος γέννησης: 1984, Φύλο: γυναίκα (CitiBike, 2018).

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, τα συστήματα που λειτουργούν σε πόλεις εκτός της Ευρώπης έχουν μεγαλύτερη ελευθερία κοινοποίησης τέτοιου είδους δεδομένων, λόγω «ελαφρύτερων» κανονιστικών πλαισίων προστασίας προσωπικών δεδομένων. Επιπροσθέτως, όλα τα συστήματα που κοινοποιούν τα εν λόγω δεδομένα, ανήκουν στην κατηγορία των συστημάτων που λειτουργούν με την παρουσία σταθμών μίσθωσης (docked), μιας και η αντίστοιχη πληροφορία των συστημάτων που λειτουργούν χωρίς την παρουσία σταθμών, θα επέτρεπε την ανίχνευση ευαίσθητων πληροφοριών των χρηστών, όπως π.χ. ο τόπος κατοικίας τους (European Bicycle Manufacturers Association – EBMA, 2018). Σε πολλές περιπτώσεις, τα δεδομένα χρήσης των κοινόχρηστων ποδηλάτων παρέχονται από τους διαχειριστές των συστημάτων σε εταιρείες, ερευνητικά κέντρα και μεμονωμένους ερευνητές διαφόρων ειδικοτήτων, με σκοπό την περαιτέρω ανάλυσή τους και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων (Steif, 2015).

Συνάμα, πολλοί μεμονωμένοι ερευνητές έχουν αντλήσει δεδομένα χρήσης από τους διαχειριστές διαφόρων συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων ανά τον κόσμο, με σκοπό την εις βάθος διερεύνηση και ανάλυσή τους. Σε αυτά λοιπόν τα πλαίσια, έχουν εφαρμοστεί ποικίλες τεχνικές και εργαλεία χωρικής και στατιστικής ανάλυσης, για τη διερεύνηση αφενός ζητημάτων που σχετίζονται με τα ίδια τα συστήματα (μοντέλα πρόβλεψη ζήτησης,



ανακατανομή ποδηλάτων, κ.α.) και αφετέρου ζητημάτων ευρύτερης συγκοινωνιακής και χωρικής φύσεως (Buehler & Wergin, 2017, McKenzie, 2018, Shen et al., 2018, Wang et al., 2015).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, όλα τα προαναφερθέντα δεδομένα χρήσης των κοινόχρηστων ποδηλάτων συλλέγονται με τη βοήθεια των τεχνολογιών ιχνηλάτησης της θέσης των ποδηλάτων, οι οποίες έχουν ενσωματωθεί στους σταθμούς ή/και στα ποδήλατα των σύγχρονων συστημάτων (RFID, GPS). Ωστόσο τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα χρήσιμες πηγές άντλησης δεδομένων χρήσης ποδηλάτων (όχι απαραίτητα κοινόχρηστων) αποτελούν και ορισμένες εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων μέσω των - ενσωματωμένων στις συσκευές - GPS. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιου είδους εφαρμογών, είναι:

- [Strava](#)
- [Endomondo](#)
- [MapMyRide](#)

Οι παραπάνω εφαρμογές δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να καταγράφουν και να παρακολουθούν την αθλητική/ ποδηλατική τους δραστηριότητα. Οι χρήστες έχουν την επιλογή να διατηρούν το προφίλ τους κλειστό, ανοικτό μόνο για τους διαδικτυακούς τους φίλους ή δημόσια ανοικτό, γεγονός που καθορίζει και το ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση στην σχετική πληροφορία (Endomondo, 2018, Strava Metro, 2018). Ωστόσο και για ερευνητικούς πάντα σκοπούς, απαιτείται η δυνατότητα άντλησης μεγάλου όγκου ανωνυμοποιημένων δεδομένων χρήσης ποδηλάτων. Σε αυτά λοιπόν τα πλαίσια, η εφαρμογή Strava παρέχει τη δυνατότητα δωρεάν άντλησης μικρών δειγμάτων ανωνυμοποιημένων δεδομένων χρήσης ποδηλάτων σε μεμονωμένους ενδιαφερόμενους, ενώ παράλληλα διαθέτει προς πώληση μεγάλο όγκο τέτοιου είδους δεδομένων σε ερευνητικά ιδρύματα, αστικές αρχές, κ.α.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι λόγω ζητημάτων προστασίας των προσωπικών δεδομένων των χρηστών, τα δεδομένα που παρέχονται από την εταιρεία είναι αφενός ανωνυμοποιημένα και αφετέρου συγκεντρωτικά (aggregated). Κάτι τέτοιο σημαίνει ότι δεν προσδιορίζονται τα ίχνη σε επίπεδο μεμονωμένης μετακίνησης με ποδήλατο και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατός ο εντοπισμός των σημείων έναρξης και λήξης καθώς και των τροχιών των μεμονωμένων μετακινήσεων. Το γεγονός αυτό, καθιστά ανέφικτη την ανάλυση του μήκους και της επιλογής διαδρομής σε επίπεδο μεμονωμένων μετακινήσεων (Romanillos et al., 2016, Strava Metro, 2018).

Παρά τους παραπάνω σημαντικούς περιορισμούς, τα δεδομένα που παρέχονται από την εν λόγω εταιρεία είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για περαιτέρω ανάλυση. Εκτός από τα σημεία/ίχνη GPS που αναπαριστούν την ποδηλατική δραστηριότητα στα οδικά τμήματα μίας περιοχής ενδιαφέροντος, τα εν λόγω δεδομένα περιλαμβάνουν και τη σύνοψη βασικών δημογραφικών πληροφοριών (φύλο, ηλικιακές κατηγορίες), γεγονός που επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων δημογραφικής φύσεως. Επιπροσθέτως, είναι εφικτή η διάκριση των δεδομένων σε εκείνα που αφορούν ή μη τις μετακινήσεις με προορισμό τον τόπο εργασίας. Η πληροφορία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, ειδικότερα για τους ερευνητές που δραστηριοποιούνται στον τομέα του σχεδιασμού των μεταφορών. Τέλος, τα δεδομένα παρέχονται για διαφορετικές ημέρες και διαφορετικά χρονικά διαστήματα, γεγονός που δίνει



τη δυνατότητα περαιτέρω χωροχρονικών και εποχιακών αναλύσεων (Romanillos et al., 2016, Strelnikova, 2017).

5. Αξιοποίηση δεδομένων χρήσης σε εσωτερικές λειτουργίες των συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες, τα δεδομένα χρήσης κοινόχρηστων ποδηλάτων μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της εσωτερικής λειτουργίας των εν λόγω συστημάτων. Η σχετική ερευνητική δραστηριότητα, επικεντρώνεται κατά κύριο λόγο στην αξιοποίηση αυτών των δεδομένων όσον αφορά τρεις βασικές συνιστώσες των συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων: τη βέλτιστη χωροθέτηση των σταθμών, την ανακατανομή και τη συντήρηση του στόλου των ποδηλάτων.

5.1 Χωροθέτηση σταθμών συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων

Για την αποδοτική λειτουργία ενός συστήματος ποδηλάτων, είναι απαραίτητη η κατάλληλη χωροθέτηση σταθμών και ποδηλάτων και προσεκτικός ορισμός της περιοχής κάλυψης του συστήματος (Schroeder, 2014). Οι σταθμοί πρέπει είναι τοποθετημένοι ώστε να βρίσκονται σε τακτές αποστάσεις μέσα στην πόλη, αλλά και σε περιοχές υψηλής επισκεψιμότητας, ώστε να υπάρχει κίνηση σε όλη τη διάρκεια της μέρας, ιδιαίτερα όταν μελετάται μία πυκνοκατοικημένη αστική περιοχή (ITDP, 2018b). Στην περίπτωση που η περιοχή που εξετάζεται δεν είναι τόσο πυκνή, γίνεται πιθανώς η κάλυψη να είναι σημειακή, ώστε να καλύπτει κυρίως τους μεγάλους πόλους έλξης μετακινήσεων, και να μένουν τμήματα της περιοχής χωρίς συνεχή κάλυψη. (Garcia-Palomares, Gutierrez, & Latorre, 2012) Γενικότερα, το θέμα της επιθυμητής κάλυψης του δικτύου κοινόχρηστων ποδηλάτων είναι σε μεγάλο βαθμό ζήτημα μεταφορικού σχεδιασμού και κάλυψης της αναμενόμενης ζήτησης στην περιοχή, κάτι που απαιτεί την αξιοποίηση ποιοτικών δεδομένων ζήτησης μετακινήσεων, τοπικών χρήσεων γης και χαρακτηριστικών της εκάστοτε περιοχής μελέτης και των δυναμικών χρηστών των ποδηλάτων.

Τα δεδομένα αυτά βοηθούν στην τήρηση συγκεκριμένων κατευθύνσεων σχεδιασμού, που σύμφωνα με το ITDP (Institute for Transportation and Development Policy) είναι ο καθορισμός του αποδοτικότερου ποσοστού κάλυψης του συστήματος (Shu et al., 2010), ενίσχυση της διασύνδεσης με άλλα μέσα μεταφοράς και άρα της πολυτροπικότητας του συστήματος (Martens, 2007), εγγύτητα στο υπάρχον ή προβλεπόμενο δίκτυο ποδηλατοδρόμων και τοποθέτηση σε περιοχές με μεγάλη πυκνότητες χρήσεων γης. Πριν την τελική απόφαση και χωροθέτηση των σταθμών και σημείων συγκέντρωσης των ποδηλάτων, είναι σημαντικό να πραγματοποιείται διαβούλευση με τους κατοίκους, τους ιδιοκτήτες τοπικών επιχειρήσεων και ενδιαφερόμενες ομάδες, με σκοπό μία πολύπλευρη και πολυπαραμετρική θεώρηση του προβλήματος. Για παράδειγμα, η Νέα Υόρκη μάζεψε ιδέες για την τοποθεσία των σταθμών κοινόχρηστων ποδηλάτων από τον τοπικό πληθυσμό και συνέλεξε πάνω από 10,000 προτάσεις για τοποθεσίες σταθμών και 55,000 ψήφους για τους προτεινόμενους σταθμούς οργανώνοντας ταυτόχρονα 159 εργαστήρια συνεργασίας στα οποία συζητήθηκαν τόσο οι γενικότερες περιοχές τοποθεσίας των σταθμών όσο και οι τελικές ακριβείς τοποθεσίες. (New York City DOT, 2013).

Πέρα από αυτές τις μεθόδους, οι οποίες επικεντρώνονται στην επιλογή σταθμών μέσω διαβούλευσης και συζήτησης των πιο κατάλληλων τοποθεσιών, έχουν υπάρξει προσπάθειες



για πιο αυτοματοποιημένη επιλογή σταθμών, μέσω μοντέλων και ανάλυσης δεδομένων οι οποίες κατατάσσονται και εξελίσσουν το πεδίο του facility locating. Ήδη από το 2011 οι Lin & Yang (2011) πρότειναν ένα μοντέλο επιλογής κατάλληλων τοποθεσιών για σταθμούς, που λαμβάνει υπόψη του, τόσο το επίπεδο εξυπηρέτησης των χρηστών, μετρώντας το ποσοστό της ζήτησης που τελικά καλύπτεται και το κόστος της μετακίνησης, αλλά και το κόστος της επένδυσης που απαιτείται από την πλευρά των επενδυτών. Οι Garcia-Palomares, Gutierrez και Latorre (2012) ανέπτυξαν γεωχωρικά μοντέλα, με τη χρήση GIS, με τα οποία μπόρεσαν να εξετάσουν διαφορετικά σενάρια, γεωγραφικής ή πληθυσμιακής κάλυψης για διαφορετικές κατανομές σταθμών και διαπίστωσαν ότι οι σταθμοί σταματάν να είναι βιώσιμοι για πολύ μεγάλα ποσοστά κάλυψης.

Μία πιο πρόσφατη προσέγγιση στο θέμα παρουσιάζει ενδιαφέρον, καθώς έγινε κάνοντας χρήση ανοιχτών δεδομένων με μία ημι-επιβλεπόμενη μέθοδο ανάλυσης. Ο Chen et al. (2015) πρότειναν μία μεθοδολογία που βασίζεται στην πρόβλεψη της ζήτησης μετακινήσεων με κοινόχρηστα ποδήλατα και χρησιμοποιεί ανοιχτά δεδομένα, τόσο από υπηρεσίες κοινόχρηστων ποδηλάτων, όσο και από άλλες υπηρεσίες και μέσα κοινωνικής δικτύωσης που παρέχουν ετερογενή δεδομένα κατανομής της ζήτησης μετακινήσεων στον αστικό χώρο.

5.2 Ανακατανομή στόλου κοινόχρηστων ποδηλάτων

Τα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων προσπαθούν να αυξήσουν την ελαστικότητά τους, παρέχοντας στους χρήστες τους όλο και περισσότερα σημεία, στα οποία μπορούν να αφήσουν τα ποδήλατα, και νέους τρόπους ενοικίασης των ποδηλάτων και να αυξήσουν τη θελκτικότητα του συστήματος (Singla et al., 2015). Ταυτόχρονα όμως, αυτό δημιουργεί και προβλήματα στη λειτουργία τους (Lopes, 2015). Η ζήτηση είναι συχνά απρόβλεπτη, μη συμμετρική και ευμετάβλητη, κατά τη διάρκεια τη μέρας και αυτό έχει ως συνέπεια κάποιιοι από τους σταθμούς (ή κάποιες από τις περιοχές της πόλης αν πρόκειται για σύστημα χωρίς σταθερούς σταθμούς) να αδειάζουν πιο γρήγορα από άλλους, ενώ άλλοι να γεμίζουν με μεγαλύτερους ρυθμούς. Ως αποτέλεσμα, πολλοί από τους χρήστες θέλουν να αφήσουν το ποδήλατο σε ένα σταθμό και δεν βρίσκουν θέση, ενώ άλλοι θέλουν να νοικιάσουν ποδήλατο από ένα σταθμό και δεν υπάρχουν διαθέσιμα. Το φαινόμενο αυτό γίνεται πιο έντονο από παράγοντες όπως:

- Ιδιαίτερη τοπολογία και υψομετρικές διαφορές: Σε μία πόλη, οι περισσότερες θέσεις εργασίας είναι συγκεντρωμένες στο κέντρο της πόλης. Έτσι κατά την ώρα αιχμής, οι περιφερειακοί σταθμοί αδειάζουν και οι κεντρικοί σταθμοί γεμίζουν. Επίσης, σταθμοί που βρίσκονται στο κέντρο μίας περιοχής με υψηλό υψόμετρο είναι πιο πιθανό να είναι άδειοι συχνότερα, καθώς οι χρήστες είναι λιγότερο πιθανό να θέλουν να μετακινηθούν με ποδήλατο σε ανηφόρα. (Di Gaspero, Rendl, & Urli, 2013)
- Καιρικές συνθήκες ή γεγονότα στην πόλη που διαφοροποιούν τη λειτουργία της σχετικά με μία τυπική μέρα
- Χρήσεις γης ανά περιοχή της πόλης: Για παράδειγμα, μία περιοχή με εμπορικές χρήσεις γης ελκύει πολύ μεγαλύτερο αριθμό μετακινήσεων από ότι μία περιοχή με χρήσεις γης αμιγούς κατοικίας.

Το φαινόμενο αυτό, όπως είναι φυσικό, οδηγεί σε πτώση του επιπέδου εξυπηρέτησης των υπηρεσιών κοινοχρήστων ποδηλάτων, και αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που



πρέπει να αντιμετωπίσει ένα σύγχρονο σύστημα. Η εκτεταμένη αυτή ανάγκη για μεγάλη ποσότητα, πολυμορφικών δεδομένων, μπορεί πλέον καλύτερα να εξυπηρετηθεί με την υιοθέτηση των τεχνολογιών που αναλύθηκαν σε προηγούμενες ενότητες και την εκτεταμένη χρήση έξυπνων υποδομών.

Με την άνοδο των συστημάτων κοινόχρηστων ποδηλάτων, το πρόβλημα αυτό έχει απασχολήσει έναν ολοένα και μεγαλύτερο αριθμό επιστημονικών δημοσιεύσεων, αλλά και διαχειριστών κοινοχρήστων ποδηλάτων. Οι λύσεις που έχουν προταθεί και δοκιμασθεί, μπορούν να καταταχθούν στις εξής κατηγορίες (Parikh & Ukkusuri, 2015, Chemla, Meunier, & Calvo, 2013, Haider et al., 2018):

- Καλύτερη χωροθέτηση σταθμών κοινοχρήστων ποδηλάτων, και βελτιωμένος διαμοιρασμός ποδηλάτων στην περίπτωση ποδηλάτων χωρίς σταθμούς, ανάλογα με την τοπολογία και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της κάθε πόλης και τις ιδιαιτερότητες των τοπικών μετακινήσεων, ώστε να μετριαστεί το πρόβλημα της εξισορρόπησης των κοινοχρήστων ποδηλάτων.
- Καλύτερη αρχική κατανομή των ποδηλάτων στους σταθμούς και στις διάφορες περιοχές της πόλης. Μία μελετημένη αρχική κατανομή, ανάλογα με την προβλεπόμενη ζήτηση στη διάρκεια της μέρας, μπορεί να οδηγήσει στην βελτίωση ή και εξάλειψη του φαινομένου.
- Ανακατανομή των ποδηλάτων μεταξύ των σταθμών ή περιοχών με ειδικά οχήματα, μηχανοκίνητα ή μη, που τα χειρίζεται προσωπικό του διαχειριστή. Η διαδικασία αυτή χωρίζεται σε στατική ανακατανομή, για την οποία τα οχήματα μετακινούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας και σε δυναμική ανακατανομή, που γίνεται κατά τη διάρκεια της μέρας (Lopes, 2015).
- Παροχή κινήτρων στους χρήστες του συστήματος για να πραγματοποιούν οι ίδιοι την ανακατανομή των ποδηλάτων, που αποτελεί μία πιο «πράσινη» λύση. Οι διαχειριστές παρέχουν κίνητρα στους χρήστες, όπως εκπτώσεις ή δωρεάν διαδρομές, για να αφήσουν το ποδήλατό τους σε ένα σταθμό με χαμηλό αριθμό ποδηλάτων αντί για ένα πλήρη σταθμό. Συνήθως, αυτό το σύστημα παρουσιάζεται στους χρήστες ως μία πρόσφορα ή πρόσκληση και προσπαθεί να τους εντάξει ενεργά στην προσπάθεια να διατηρηθεί ο αριθμός ποδηλάτων ισορροπημένος μέσα στο σύστημα (ITDP, 2018b). Οι χρήστες λαμβάνουν πληροφορίες σε αληθινό χρόνο σχετικά με την πληρότητα των σταθμών από την ιστοσελίδα της υπηρεσίας ή από εφαρμογές.

Καθώς οι δύο τελευταίες μέθοδοι είναι εκείνες που χρησιμοποιούνται για την ανακατανομή ποδηλάτων μετά την έναρξη λειτουργίας του συστήματος, στον Πίνακα 2 που ακολουθεί, παρουσιάζονται κάποια συγκριτικά χαρακτηριστικά των δύο μεθόδων.

Για την επίλυση του προβλήματος της ανακατανομής ποδηλάτων έχει υπάρξει πληθώρα επιστημονικών δημοσιεύσεων, που επικεντρώνονται πάνω σε αυτό και προτείνουν ποικιλία λύσεων (Espregren et al., 2016). Είναι ένα πρόβλημα που σε μεγάλο βαθμό σχετίζεται τόσο με το Πρόβλημα του Περιπλανώμενου Πωλητή (Travelling Salesman Problem – TSP), όσο και με το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων (Vehicle Routing Problem – VRP) (Chemla, Meunier, & Calvo, 2013).

Τα συστήματα κοινοχρήστων ποδηλάτων χωρίς σταθμούς, παρά τις καινοτομίες που εισάγουν, εντείνουν τα υπάρχοντα προβλήματα κατανομής ποδηλάτων που υπάρχουν στα συστήματα με σταθμούς αλλά και δημιουργούν νέα. Λόγω λειτουργίας του συστήματος χωρίς



περιορισμούς από υποδομές, η χωρική κατανομή των ποδηλάτων, έπειτα από κάποιες ώρες λειτουργίας, γίνεται ακόμα πιο απρόβλεπτη από ότι στην περίπτωση της ύπαρξης σταθμών. Και σε αυτή την περίπτωση, οι γενικές τάσεις κίνησης των ποδηλάτων διαφέρουν μεταξύ των ωρών της μέρας και από περιοχή σε περιοχή, όμως γίνεται πολλά από τα ποδήλατα να σταθμευθούν από τους χρήστες τους μακριά από τα υπόλοιπα, να υπάρχουν δηλαδή χωρικά (ή και χρονικά) ακρότατα στη χωροχρονική κατανομή των ποδηλάτων. Αυτό εντείνει το πρόβλημα της ανακατανομής τους, καθώς είναι χρονικά και οικονομικά ασύμφορο ένα όχημα ανακατανομής να δρομολογηθεί, ώστε να περνάει από όλα τα σημεία που έχουν σταθμευθεί ποδήλατα. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη δημιουργία ακόμα μεγαλύτερης ανισορροπίας στο σύστημα και κάνει την, έστω και βραχυπρόθεσμη, πρόβλεψη της κατανομής των ποδηλάτων στο χώρο προβληματική. Παρά την πρόσφατη εξάπλωση τέτοιων συστημάτων, ήδη υπάρχουν δημοσιεύσεις που επιχειρούν να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα και κάνουν χρήση προηγμένων μεθόδων ανάλυσης δεδομένων (Liu, Shen, & Zhu, 2018, Liu & Xu, 2018, Pan et al., 2018).

Πίνακας 2: Συγκριτικά χαρακτηριστικά τεχνικών ανακατανομής

Στρατηγική Ανακατανομής	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Κύρια Εφαρμογή
Οχηματοκεντρική	Πιο αξιόπιστη, λόγω ξεκάθਾਰου ορισμού της λειτουργίας της Εύκολη ενσωμάτωση ηλεκτροκίνητων οχημάτων	Αυξημένα κόστη οχημάτων και προσωπικού Αυξημένες μετακινήσεις	Γεγονότα σύντομης διάρκειας με ξεκάθαρη αφετηρία και απότομη εμφάνιση ζήτησης
Χρηστοκεντρική	Χαμηλότερα κόστη λόγω οικονομίας σε προσωπικό Περιβαλλοντικά φιλική	Δύσκολη στην εφαρμογή Απρόβλεπτη αποτελεσματικότητα	Γεγονότα μεγάλης διάρκειας με μεγάλη κίνηση

(Longhurst & Brebbia, 2012)

5.3 Συντήρηση στόλου κοινόχρηστων ποδηλάτων

Η σωστή, αποτελεσματική και χρονικά οριοθετημένη συντήρηση των κοινόχρηστων ποδηλάτων και των υποδομών, μίας υπηρεσίας, είναι ζωτικής σημασίας για την συνολική απόδοσή της και την καλύτερη εξυπηρέτηση των χρηστών και περιλαμβάνει τόσο προληπτικές, όσο και επιδιορθωτικές διαδικασίες. Αυτές μπορεί να είναι απλές ενέργειες, όπως ο καθαρισμός των ποδηλάτων ή και πιο περίπλοκες, όπως η επισκευή του ηλεκτρονικού εξοπλισμού των ποδηλάτων ή των μηχανισμών των σταθμών στους οποίους κλειδώνουν τα ποδήλατα (ITDP, 2018b). Δυνητικά, μπορεί να αποτελέσει ένα τεράστιο κομμάτι των λειτουργικών εξόδων μίας εταιρείας. Ενδεικτικά, το 2012 η συντήρηση και η διαχείριση για κάθε ποδήλατο της Velib' στο Παρίσι κοστολογούνταν 3,000€ ετησίως (Godoy, 2012).



Πολλές εταιρίες κοινόχρηστων ποδηλάτων διαθέτουν κεντρικές εγκαταστάσεις συντήρησης και επισκευής ποδηλάτων, στις οποίες πραγματοποιείται η πλειοψηφία των επισκευών. Οχήματα ανακατανομής ποδηλάτων μεταφέρουν τα ποδήλατα στις εγκαταστάσεις αυτές, οι οποίες απαιτείται να είναι στρατηγικά τοποθετημένες, με σκοπό την ευκολότερη και οικονομικότερη μετακίνηση των ποδηλάτων από και προς αυτές. Επιπλέον, μπορεί να γίνει χρήση κινητών συνεργείων συντήρησης, κατά τη διάρκεια της αναδιανομής των ποδηλάτων, ώστε να συνδυαστεί η συντήρησή τους και τυχόν επισκευές με τη μετακίνησή τους. Για παράδειγμα, στο Παρίσι χρησιμοποιείται φορτηγίδα για την επισκευή και τη συντήρηση των ποδηλάτων, κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους από το χαμηλότερο στο υψηλότερο άκρο της πόλης. Συνήθως, υπάρχει και συνεργείο πεδίου, το οποίο επιβλέπει τακτικά τον στόλο των ποδηλάτων, στους σταθμούς ή στον δρόμο, και πραγματοποιεί μικροεπισκευές, ρυθμίσεις και τροποποιήσεις (Fehr & Peers, 2013). Οι προδιαγραφές της συντήρησης των ποδηλάτων πρέπει να αναγράφονται ρητά στο συμβόλαιο μεταξύ της αναθέτουσας αρχής και του διαχειριστή των κοινόχρηστων ποδηλάτων, όπως επίσης και η επιβολή ποινών και προστίμων, στην περίπτωση που οι ορισθείσες ρήτρες αθετηθούν. Οι όροι αυτοί τίθενται με την προοπτική οι χρήστες των ποδηλάτων να έχουν την καλύτερη δυνατή εμπειρία από τη χρήση της υπηρεσίας, σε όλα τα επίπεδα. Σε αυτούς, πολλές φορές συμπεριλαμβάνεται ο μέγιστος χρόνος για τον οποίο μπορεί να παραμείνει ένα ποδήλατο, που χρήζει επιδιόρθωσης, σε έναν σταθμό ή στον δρόμο (συνήθως 6-12 ώρες είναι ένα αποδεκτό διάστημα) και πόσο καιρό μπορεί να παραμείνει μη λειτουργική μία θέση κλειδώματος ποδηλάτου μέχρι να τεθεί ξανά σε λειτουργία. Σημαντικό είναι επίσης, η αναθέτουσα αρχή να λαμβάνει επαρκή και τεκμηριωμένα δεδομένα, σχετικά με τη συντήρηση του στόλου και των υποδομών. Η επισήμανση ενός ποδηλάτου προς επισκευή γίνεται με διάφορους τρόπους, άλλα όλο και πιο συχνά μέσω ηλεκτρονικών υπηρεσιών διαχείρισης του συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο, όταν ένας χρήστης επισημάνει ένα ποδήλατο ως προβληματικό, τίθεται αυτόματα εκτός λειτουργίας και ελέγχεται το συντομότερο δυνατόν. Ένα πρόβλημα με αυτό το σύστημα είναι ότι γίνεται να χρησιμοποιηθεί με κακόβουλο τρόπο ώστε να τεθεί ένα μέρος του στόλου εκτός κυκλοφορίας προσωρινά (ITDP, 2017).

6. Συμπεράσματα

Η ενσωμάτωση και καθημερινή χρήση έξυπνων υποδομών και εξοπλισμού σε συστήματα μεταφορών, όπως τα σύγχρονα συστήματα κοινόχρηστων ποδηλάτων, έχει οδηγήσει στην, παθητική πολλές φορές, συλλογή μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά αφορούν χαρακτηριστικά των χρηστών του συστήματος και τις χωρικές και χρονικές διαστάσεις των μετακινήσεών τους. Αυτή η διαθέσιμη, σχετικά απότομα κατά τα τελευταία χρόνια, πληροφορία παρουσιάζει στον συγκοινωνιολόγο και πολεοδόμο ερευνητή πολλές ευκαιρίες αλλά και προκλήσεις για την αποδοτική αξιοποίησή της, τόσο για τη βελτίωση της εσωτερικής λειτουργίας του συστήματος, όσο και για εξαγωγή χρήσιμης, σε δεύτερο επίπεδο, αστικής και συγκοινωνιακής γνώσης.

Η βελτιστοποίηση των μεθόδων αποδοτικής αλλά και πλήρως ανωνυμοποιημένης, σύμφωνα με τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συλλογής τέτοιων πληροφοριών, αλλά και ο σχεδιασμός αλγοριθμικών και οργανωτικών εργαλείων που θα επιτρέψουν τη μέγιστη



χρησιμότητά της αποτελούν τομείς μεγάλου ενδιαφέροντος και ραγδαίας εξέλιξης, με τεράστια δυναμικά οφέλη για την βιώσιμη αστική κινητικότητα.

7. Ευχαριστίες

«Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ1ΕΔΚ- 04582)»

8. Αναφορές-Βιβλιογραφία

- Alta Planning and Design. (2009). Bike Sharing/Public Bikes: An Overview of Programs, Vendors and Technologies. Ανάκτηση από <https://www.aarp.org/content/dam/aarp/livable-communities/old-learn/transportation/bike-sharing-whitepaper.pdf>
- Baton Rouge Area Foundation, & Toole Design Group. (2016). *City of Baton Rouge: Bike Share Business and Implementation Plan*. Ανάκτηση από U.S. Environmental Protection Agency: https://static1.squarespace.com/static/56bba43086db4378db7e026d/t/5813b5b1d482e97e5eb54ca0/1477686710889/2016_10_19_5518_BatonRougeBikeshare+%28COMPLETE+REPORT%29.pdf
- Biosca, O., Ulled, A., Caramanico, G., Bielefeldt, C., Calvet, M., Carreras, B., ... Franchi, L. (2013). *Handbook of ICT Solutions for Improving Co-Modality in Passenger Transport*. Ανάκτηση από COMPASS Deliverable D5.1. Project co-funded by the 7th Framework Programme: <https://www.napier.ac.uk/~media/worktribe/output-181706/compassd51handbookv1pdf.pdf>
- Buehler, R., & Wergin, J. (2017). Where do Bikeshare Bikes Actually Go? An Analysis of Capital Bikeshare Trips Using GPS Data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2662), 12–21. <https://doi.org/10.3141/2662-02>
- Büttner, J., Mlasowsky, H., Birkholz, T., Gröper, D., Fernández, A. C., Emberger, G., ... Banfi, M. (2011). *Optimising Bike Sharing in European Cities: A Handbook*. Ανάκτηση από OBIS Handbook. Project funded under the Intelligent Energy Europe Programme (IEE): https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/obis_handbook_en.pdf
- Cesbron, S., & Luckhurst, S. (2015). Public Bike Sharing: Final Guidance Note. Ανάκτηση από European Cyclists' Federation: <http://mobility-workspace.eu/wp-content/uploads/BSS-FINAL-REPORT-150121-1.pdf>
- Chemla, D., Meunier, F., & Calvo, R. (2013). Bike sharing systems: Solving the static rebalancing problem. *Discrete Optimization*, 54, 120-146. <https://doi.org/10.1016/j.disopt.2012.11.005>



- Chen, L., Zhang, D., Pan, G., Ma, X., Yang, D., Kushlev, K., . . . Li, S. (2015). Bike Sharing Station Placement Leveraging Heterogeneous Urban Open Data. *UbiComp '15 Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, (σσ. 571-575). Osaka. <https://doi.org/10.1145/2750858.2804291>
- Cichosz, M. (2013). IT solutions in logistics of smart bike-sharing systems in urban transport. *Management - The Journal of University of Zielona Góra*, 17(2), 272–283. <https://doi.org/10.2478/manment-2013-0071>
- CitiBike. (2018). Citi Bike System Data. Ανακτήθηκε στις 19 Σεπτεμβρίου, 2018, από <http://www.citibikenyc.com/system-data>
- DeMaio, P. (2009). Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. *Journal of Public Transportation*, 12(4), 41–56. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.12.4.3>
- Di Gaspero, L., Rendl, A., & Urli, T. (2013). Constraint-based approaches for Balancing Bike Sharing Systems. *19th International Conference on Principles and practice of Constraint Programming*, (σσ. 758-773). Uppsala. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40627-0_56
- Endomondo. (2018). Privacy. Ανακτήθηκε στις 21 Σεπτεμβρίου, 2018, από <http://support.endomondo.com/hc/en-us/articles/201868857-Privacy>
- Espegren, H., Kristianslund, J., Andersson, H., & Fagerholt, K. (2016). The Static Bicycle Repositioning Problem - Literature Survey and New Formulation. *Computational Logistics*, (σσ. 337-351). Lisbon. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44896-1_22
- European Bicycle Manufacturers Association – EBMA. (2018). *Bike Sharing in Europe: European Market Situation*. Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου, 2018, από <http://ebma-brussels.eu/bike-sharing-in-europe/>
- Fehr & Peers. (2013). Technical Working Paper #6: Operations and Maintenance Best Practices. *Bike Share business plan prepared for Sacramento Metropolitan Air Quality Management District*. Ανάκτηση από http://mobility-workspace.eu/wp-content/uploads/06_Working_Paper_Best-Practices_July_2013.pdf
- Gadepalli, S., Kost, C., & Schroeder, B. (2012). *Public cycle sharing systems: A planning toolkit for Indian cities*. Ανάκτηση από Ministry of Urban Development, Government of India: https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/07/Public_cycle_sharing_toolkit_ITDP_121204.pdf
- Gaegauf, T. (2014). Bikeshare Technology White Paper. Ανάκτηση από A2B Bikeshare : https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34423460/Bikeshare_Technology_White_Paper.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1537716668&Signature=DCVnpDQf8eUXn22st15Y3Fl4HY0%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBikeshare_Technology_White_Paper_A_Comp.pdf



- Garcia-Palomares, J., Gutierrez, J., & Latorre, M. (2012). Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: a GIS approach. *Applied Geography*, 35(1-2), 235-246. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.07.002>
- Godoy, J. (2012). The Bicycle Revolution in Paris, Five Years Later. Ανάκτηση από Inter Press Service News Agency: <http://www.ipsnews.net/2012/07/the-bicycle-revolution-in-paris-five-years-later/>
- Gradinger, K. (2007). The Evolution of Bike Sharing Programs. Ανάκτηση από Bike Share Philadelphia: <http://www.bikesharephiladelphia.org/learn/history/>
- Haider, Z., Nikolaev, A., Kang, J., & Kwon, C. (2018). Inventory Rebalancing through Pricing in Public Bike Sharing Systems. *European Journal of Operational Research*, 270(1), 103-117. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.02.053>
- ITDP. (2014). *The Bike-Sharing Guide*. Ανάκτηση από Institute for Transportation & Development Policy: <https://itdpdotorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2014/07/ITDP-Bike-Share-Planning-Guide-1.pdf>
- ITDP. (2018a). *Optimizing Dockless Bikeshare for Cities*. Ανάκτηση από Institute for Transportation & Development Policy: <https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2018/05/ITDP-Optimizing-Dockless-Bikeshare-for-Cities-1.pdf>
- ITDP. (2018b). *The Bikeshare Planning Guide*. Ανάκτηση από Institute for Transportation & Development Policy: <https://www.itdp.org/2018/06/13/the-bike-share-planning-guide-2/>
- Lin, J.-R., & Yang, T.-H. (2011). Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints. *Transportation Research Part E*, 47(2), 284-294. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2010.09.004>
- Liu, M., & Xu, X. (2018). Dockless Bike-Sharing Reallocation based on Data Analysis: Solving Complex Problem with Simple Method. 2018 *IEEE Third International Conference on Data Science in Cyberspace*, (σσ. 445-450). Guangzhou. <https://doi.org/10.1109/DSC.2018.00072>
- Liu, Z., Shen, Y., & Zhu, Y. (2018). Inferring Dockless Shared Bike Distribution in New Cities. *WSDM'18*, (σσ. 378-386). Marina Del Rey. <https://doi.org/10.1145/3159652.3159708>
- Longhurst, J., & Brebbia, C. (2012). *Urban Transport and the Environment in the 21st Century*. Computational Mechanics Publications
- Lopes, D. (2015). An Intelligent Bike-Sharing Rebalancing System. (Thesis for the MSc. Programme in Informatics Engineering, Universidade de Coimbra). Ανάκτηση από <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/35509/1/An%20Intelligent%20Bike-Sharing%20Rebalancing%20System.pdf>
- Martens, K. (2007). Promoting Bike and ride: The Dutch experience. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), 326-338. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.010>
- McKenzie, G. (2018). Docked vs. Dockless Bike-sharing: Contrasting Spatiotemporal Patterns. *10th International Conference on Geographic Information Science*, 114, 46:1--46:7. <https://doi.org/10.4230/LIPIcs.GISCIENCE.2018.46>



- Meireles, R., Silva, J., Teixeira, A., & Ribeiro, B. (2013). An E.Bike Design for the Fourth Generation Bike-Sharing Services. *World Electric Vehicle Journal*, 6(1), 58–63. <https://doi.org/10.3390/wevj6010058>
- Midgley, P. (2011). Bicycle-Sharing Schemes: Enhancing Sustainable Mobility in Urban Areas. Ανάκτηση από United Nations-Department of Economic and Social Affairs, Commission on Sustainable Development: https://sustainabledevelopment.un.org/content/dsd/resources/res_pdfs/csd-19/Background-Paper8-P.Midgley-Bicycle.pdf
- New York City DOT. (2013). NYC Bike Share DESIGNED BY NEW YORKERS. Ανάκτηση από: New York City Department of Transportation: https://nacto.org/wp-content/uploads/2015/07/2013_NYCDOT_NYC-Bike-Share-Designed-by-New-Yorkers.pdf
- Padgham, M. (2018, September 13). Bike Data. Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου, 2018, από <https://cran.r-project.org/>: https://cran.r-project.org/web/packages/bikedata/vignettes/bikedata.html#3_downloading_data
- Pan, L., Cai, Q., Fang, Z., Tang, P., & Huang, L. (2018). Rebalancing Dockless Bike Sharing Systems. Association for the Advancement of Artificial Intelligence.
- Parikh, P., & Ukkusuri, S. (2015). Estimation of optimal inventory levels at stations of a bicycle sharing system. *TRB 94th Annual Meeting Compendium of Papers*. Washington.
- Raleigh Bicycle & Pedestrian Advisory Commission. (2014, July 16). Bike Share: Smart bike or smart dock? Ανακτήθηκε στις 24 Σεπτεμβρίου, 2018, από <http://bikeraleigh.org/>: <http://bikeraleigh.org/home/index.php/blogbike/304-bike-share-smart-bike-or-smart-dock>
- Romanillos, G., Austwick, M. Z., Ettema, D., & De Kruijf, J. (2016). Big Data and Cycling. *Transport Reviews*, 36(1), 114–133. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1084067>
- Schroeder, B. (2014). *Bicycle Sharing 101: Getting the Wheels Turning*. Moonshine Media.
- Shaheen, S. A., Guzman, S., & Zhang, H. (2010). Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, and Future. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, (2143), 159–167. <https://doi.org/10.3141/2143-20>
- Shen, Y., Zhang, X., & Zhao, J. (2018). Understanding the usage of dockless bike sharing in Singapore. *International Journal of Sustainable Transportation*, 12(9), 686–700. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1429696>
- Shu, J., Chou, M., Liu, Q., Teo, C.-P., & Wang, I.-L. (2010). Bicycle-Sharing System: Deployment, Utilization and the Value of Re-distribution. Technical Report
- Singla, A., Santoni, M., Bartok, G., Mukerji, P., Meenen, M., & Krause, A. (2015). Incentivizing Users for Balancing Bike Sharing Systems. *AAAI'15 Proceedings of the Twenty-Ninth AAAI Conference on Artificial Intelligence* (σσ. 723-729). Austin: AAAI Press.



- Social Bicycles – SoBi. (2018). Smart Bikes vs Smart Docks. Ανακτήθηκε στις 14 Σεπτεμβρίου, 2018, από <http://help.socialbicycles.com/hc/en-us/articles/200731149-Smart-Bikes-vs-Smart-Docks>
- Steif, K. (2015). Origins & Destinations: Visualizing bike share trips. Ανάκτηση από Urban Spatial: <http://urbanspatialanalysis.com/origins-destinations-visualizing-bike-share-trips/>
- Strava Metro. (2018). Frequently Asked Questions: Strava. Ανακτήθηκε στις 21 Σεπτεμβρίου, 2018, από <https://metro.strava.com/faq/>
- Strelnikova, D. (2017). Comparing the suitability of Strava and Endomondo GPS tracking data for bicycle travel pattern analysis (Carinthia University of Applied Sciences, Geoinformation BSc Program). Ανάκτηση από https://static1.squarespace.com/static/559921a3e4b02c1d7480f8f4/t/59ae5814e3df2822f098c7a/1504598050083/Strelnikova+Dariia_738.pdf
- Tromaras, A., Aggelakakis, A., Papadopoulos, E. (2018). *Report on key transport concepts of the future*. Ανάκτηση από INTEND Deliverable D2.2. Project financed by the 7th Framework Programme: https://intend-project.eu/wp-content/uploads/2018/06/intend_d2.2-report-on-key-transport-concepts-of-the-future.pdf
- Van Heijningen, H. M. C. (2016). Exploring the design of urban bike sharing systems intended for commuters in the Netherlands (Thesis for the MSc. Programme in Systems Engineering, Policy Analysis & Management, Delft University of Technology). Ανάκτηση από <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ab9d45c90-4ed3-478c-8c98-abcde3d687ab>
- Wang, X., Lindsey, G., Schoner, J. E. T., & Harrison, A. (2015). Modeling Bike Share Station Activity: Effects of Nearby Businesses and Jobs on Trips to and from Stations. *Journal of Urban Planning and Development*, 142(1), 04015001. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000273](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000273)
- Zhao, N., Zhang, X., Banks, M., & Xiong, M. (2018). Bicycle Sharing in China: Past, Present, and Future. *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference, Atlanta, GA, USA, 23–24 March 2018*.



Extended Abstract

Sharing economy, enhanced by emerging IT (Information Technology), is constantly and consistently utilized in an increasing number of business models. One of its most prominent applications in transport are bike-sharing systems (BSS), that have started taking over the world during the last few years.

Integrated technologies, namely RFID (Radio Frequency Identification), which is mainly used in docked BSS and GPS (Global Position System), which is mainly used in free-floating BSS, allow to passively collect location and user data. With RFID sensors “smart” docks can identify each bicycle being docked or leaving the station, while free-floating systems have “smart” bicycles with GPS sensors, and location data of each bicycle are centrally collected. The passive nature of those data collection systems leads to huge data sets, that combine spatial and temporal aspects of bicycle trips with user characteristics. Depending on the regulatory framework of each country, there are various restrictions and limitations on the extent that data can be shared and exploited. Based on that, various applications and services that collect spatial data from their users, sell them to third interested parties, in various levels of aggregation, while ensuring the anonymity of their users.

The collected data can in turn be utilized to solve crucial problems, endogenous to the BSS, as well as improve the overall efficiency of city and transport planning. Such a problem is the spatial distribution of BSS infrastructure (like bike stations or maintenance facilities) and bicycle clusters, for free-floating systems. Upper-level strategic decisions, such as this, are heavily dependent on the local spatial, user or regulation-based intricacies and more detailed data on each implementation can make a difference towards more efficient placemaking. Another critical problem in BSS, is the bicycle rebalancing, which is the optimal reallocation of the bicycle fleet to accommodate bicycle demand. The rebalancing can be dynamic (which is performed at the same time with the system’s operations) or static (which is performed when the system is not operating) and vehicle-based or user-based. Each one of those options has distinct advantages and disadvantages and there isn’t a universally “correct” approach. Choosing the correct rebalancing strategy is a multifaceted issue and hence often difficult to approach. Due to those reasons there is an increasing amount of solutions to it, that make use of complex algorithmic procedures which, in turn, make use of a variety of available data. Another parameter of the BSS that needs to be taken into consideration is the vehicle maintenance. Pinpointing the vehicles that are in immediate or imminent need of maintenance and scheduling maintenance operations in the most cost and time-efficient manner are vital to the system’s sustainability, since maintenance contributes significantly to the system’s operating costs.