



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
UNIVERSITY OF PIRAEUS

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

**ΤΜΗΜΑ «ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ – ΚΥΒΕΡΝΟΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ»**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΜΠΣ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ 2018»**

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διατριβής

«Σχεδιασμός Συστημάτων Εφοδιαστικής Αλυσίδας
Κλειστού Βρόγχου:
Προκλήσεις και Ευκαιρίες»

Ανδριανόπουλος Δημήτριος (ΜΠΚΣΑ20020)

Επιβλέπων καθηγητής:
Λιαγκούρας Κωνσταντίνος,
Επίκουρος Καθηγητής

ΣΚΟΠΟΣ

- Να διερευνήσει τις διάφορες διαστάσεις των CLSCs, με έμφαση στην αντίστροφη εφοδιαστική, τη βιωσιμότητα και την ενσωμάτωση των αρχών της κυκλικής οικονομίας.
- Η έρευνα πραγματεύεται δέκα βασικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων μοντέλων βελτιστοποίησης, εκτιμήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ψηφιοποίησης, οικονομικής βιωσιμότητας και σχεδίασης δικτύου.

ΔΟΜΗ

1° κεφάλαιο	Εισάγει το θέμα και σκιαγραφεί τους στόχους και τη μεθοδολογία της έρευνας
2° κεφάλαιο	Παρέχει το θεωρητικό πλαίσιο, συζητώντας την εξέλιξη των CLSC, τις βασικές έννοιες, τα μοντέλα και τις στρατηγικές
3° κεφάλαιο	Περιγράφει τη μεθοδολογία, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής δεδομένων, των κριτηρίων επιλογής και των μεθόδων ανάλυσης
4° κεφάλαιο	Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας, αναλύοντας τα ευρήματα σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα
5° κεφάλαιο	Προσφέρει τα συμπεράσματα, συζητώντας τις επιπτώσεις των ευρημάτων, τους περιορισμούς της μελέτης και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η σημασία της εφοδιαστικής αλυσίδας στον σύγχρονο επιχειρηματικό κόσμο

Ορισμός εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου

Σύγκριση συστημάτων ανοιχτού και κλειστού βρόχου

Ο ρόλος της αντίστροφης εφοδιαστικής στη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου

Ιστορική εξέλιξη εφοδιαστικών αλυσίδων κλειστού βρόχου

Θεωρίες και μοντέλα στο σχεδιασμό εφοδιαστικής αλυσίδας

Προκλήσεις στο σχεδιασμό συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου

Ευκαιρίες και στρατηγικές για την υιοθέτηση συστημάτων κλειστού βρόχου

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Πεδίο και σκοπός

- Ο σκοπός αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να αναλύσει και να συνθέσει την ακαδημαϊκή έρευνα που σχετίζεται με την εφαρμογή και τη διαχείριση των CLSC.
- Παρέχει μια θεωρητική βάση για την κατανόηση των βασικών στοιχείων και των προκλήσεων των CLSC και θα εντοπίσει αποτελεσματικές στρατηγικές και μοντέλα για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Μέθοδος PRISMA

- Η μέθοδος PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) παρέχει μια δομημένη και διαφανή προσέγγιση για τη διεξαγωγή συστηματικών ανασκοπήσεων.
- Περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στάδια: αναγνώριση, έλεγχος, επιλεξιμότητα και ένταξη, διασφαλίζοντας ότι η διαδικασία αναθεώρησης είναι περιεκτική και αμερόληπτη, καταγράφοντας τις πιο σχετικές και αποτελεσματικές μελέτες στον τομέα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Βελτιστοποίηση αντίστροφης εφοδιαστικής σε εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Dabees et al. (2023)	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιώντας το πλαίσιο PRISMA, με επίκεντρο τη βιώσιμη ποιότητα υπηρεσιών αντίστροφης εφοδιαστικής (SRLSQ) από το 2011-2022.	Προσδιόρισε ένα κενό γνώσης στην ποσοτικοποίηση του αντίκτυπου των διαδικασιών αντίστροφης εφοδιαστικής στην ικανοποίηση των πελατών και τον λειτουργικό κίνδυνο, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες.
Cannella, Bruccoleri, & Framinan (2016)	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση και μαθηματική μοντελοποίηση χρησιμοποιώντας εξισώσεις διαφοράς για την προσομοίωση διαφόρων συνθηκών της αγοράς.	Τα CLSC ξεπερνούν τις παραδοσιακές αλυσίδες εφοδιασμού. Η μείωση του χρόνου παράδοσης της ανακατασκευής και η ενίσχυση της διαφάνειας των πληροφοριών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση του CLSC.
Kangji et al. (2024)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μικτού ακέрайου (MILP) σε συνδυασμό με αλγόριθμους NPGA και MOPSO. Επικυρώθηκε με τη μέθοδο ε-περιορισμού.	Επιτεύχθηκαν σχεδόν βέλτιστες λύσεις με απόκλιση μικρότερη από 3%. Η ανάλυση ευαισθησίας έδειξε ότι οι διακυμάνσεις της ζήτησης και τα ποσοστά απόδοσης επηρεάζουν σημαντικά το κόστος CLSC.
Prajapati, Kant, & Shankar (2019)	Ολοκληρωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση 449 άρθρων, χρησιμοποιώντας ανάλυση περιεχομένου και απαγωγική ερευνητική προσέγγιση.	Προσδιόρισε 11 διακριτά θέματα στην έρευνα αντίστροφης εφοδιαστικής. Βρέθηκε εστίαση σε ποσοτικά μοντέλα και αλγόριθμους, με έλλειψη ποιοτικών αξιολογήσεων και περιπτώσιολογικών μελετών για τον κλάδο.
Agrawal, Singh, & Murtaza (2016)	Θεωρία γραφημάτων και προσέγγιση πινάκων χρησιμοποιώντας μια μελέτη περίπτωσης από μια εταιρεία κατασκευής κινητών στην Ινδία. Παρουσιάστηκε ένας «Δείκτης Διάθεσης» που υπολογίζεται με ένα πρόγραμμα C++.	Η επισκευή και η μεταπώληση επιστρεφόμενων προϊόντων βρέθηκε να είναι η πιο βιώσιμη επιλογή υπό τις τρέχουσες συνθήκες της αγοράς στην Ινδία. Η ανακύκλωση προτιμήθηκε από την ανακατασκευή.
Richnák & Gubová (2021)	Συνδυασμός περιγραφικών και συμπερασματικών στατιστικών βάσει δεδομένων ερευνών από εταιρείες της Σλοβακίας.	Οι μεγάλες μεταποιητικές επιχειρήσεις κυριαρχούν στις πράσινες και αντίστροφες πρακτικές εφοδιαστικής στη Σλοβακία, ενσωματώνοντας πρωτίτως τις περιβαλλοντικές πολιτικές στις διαδικασίες αποθήκευσης. Οι οικονομικοί περιορισμοί είναι το κύριο εμπόδιο για την ευρύτερη υιοθέτηση.
Abdel-Basset et al. (2021)	Υβριδικό πλαίσιο MCDM που ενσωματώνει AHP και TOPSIS, επικυρωμένο με μια μελέτη περίπτωσης από τη βιομηχανία κατασκευής ανταλλακτικών αυτοκινήτων της Αιγύπτου.	Οι κοινωνικοί, περιβαλλοντικοί παράγοντες και παράγοντες κινδύνου και ασφάλειας ήταν οι πιο σημαντικοί καθοριστικοί παράγοντες για την επιλογή βιώσιμων 3PRLP. Το προτεινόμενο μοντέλο έδειξε ανθεκτικότητα στην απόκριση σε αλλαγές βάρους και αβεβαιότητα δεδομένων.
Tosarkani & Amin (2018)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού πολλαπλών στόχων μεικτού ακέрайου (MILP) ενσωματωμένο με τη διαδικασία ασαφούς αναλυτικής δικτύου (FANP) για τη διαμόρφωση δικτύου ηλεκτρονικής αντίστροφης εφοδιαστικής (e-RL).	Το μοντέλο παράγαγε λύσεις χωρίς κυριαρχία που εξισορρόπησαν το κέρδος, τις πράσινες πρακτικές και την έγκαιρη παράδοση. Η ενσωμάτωση της ασαφούς λογικής αποτύπωσε αποτελεσματικά τις περιβαλλοντικές και λειτουργικές πολυπλοκότητες.
Morgan, Tokman, Richey, & Defee (2018)	Έρευνα 180 επαγγελματιών της εφοδιαστικής αλυσίδας που αναλύθηκε χρησιμοποιώντας μοντελοποίηση δομικών εξισώσεων (SEM) για τη σύνδεση της δέσμευσης πόρων με τις βιώσιμες δυνατότητες αντίστροφης εφοδιαστικής.	Οι δεσμεύσεις πόρων για βιώσιμα αντίστροφα logistics βελτιώνουν σημαντικά τη λειτουργική απόδοση και μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι βιώσιμες δυνατότητες αντίστροφης εφοδιαστικής μεσοαβούν σε αυτά τα αποτελέσματα.
Stević et al. (2021)	Τροποποιημένο μοντέλο SERVQUAL-MCDM που συνδυάζει μεθόδους Delphi και FUCOM για την αξιολόγηση της ποιότητας των υπηρεσιών αντίστροφης εφοδιαστικής.	Η αντιληπτή ποιότητα υπηρεσιών υπολείπεται των προσδοκιών σε 12 από τις 21 δηλώσεις. Δύο δηλώσεις ξεπέρασαν τις προσδοκίες, υποδεικνύοντας τα δυνατά σημεία σε ορισμένους τομείς εξυπηρέτησης.

Πίνακας 1. Οι έρευνες για την βελτιστοποίηση αντίστροφης εφοδιαστικής σε εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αξιολόγηση βιωσιμότητας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου (CLSC)

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Georgiadis & Besiou (2009)	Προσομοίωση δυναμικής συστήματος, που εφαρμόζεται σε ένα πραγματικό WEEE CLSC στην Ελλάδα. επικυρώθηκε με χρήση εμπειρικών δεδομένων.	Οι αυστηρότεροι περιβαλλοντικοί κανονισμοί και η ενισχυμένη πράσινη εικόνα επηρεάζουν θετικά τόσο την περιβαλλοντική όσο και την οικονομική βιωσιμότητα.
Stindt & Sahamie (2014)	Συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας με επίκεντρο το CLSC στη βιομηχανία επεξεργασίας.	Εντοπίστηκε έλλειψη προσαρμοσμένης έρευνας CLSC για τις βιομηχανίες επεξεργασίας και συγκεκριμένες ανάγκες, όπως η αλλοιωσιμότητα των προϊόντων και οι κανονιστικοί περιορισμοί.
Gopal et al. (2023)	Προσέγγιση μικτών μεθόδων που ενσωματώνει ποσοτική και ποιοτική ανάλυση.	Τα CLSC μπορούν να μειώσουν σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα μειώνοντας την κατανάλωση πόρων και την παραγωγή αποβλήτων. Τα οικονομικά οφέλη περιλαμβάνουν εξοικονόμηση κόστους και βελτιωμένη φήμη επωνυμίας.
Baghizadeh, Pahl, & Hu (2021)	Μη γραμμικός προγραμματισμός μεικτού ακέραιου πολλαπλών στόχων (MINLP) με ασαφείς παραμέτρους. Δοκιμάστηκε χρησιμοποιώντας μια μελέτη περίπτωσης πραγματικού κόσμου.	Το προτεινόμενο μοντέλο εξισορροπεί αποτελεσματικά οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους, παρέχοντας έναν ανθεκτικό και βιώσιμο σχεδιασμό CLSC.
Winkler (2011)	Εννοιολογικό πλαίσιο που συζητά τα βιώσιμα δίκτυα εφοδιαστικής αλυσίδας (SSCNs).	Τα SSCN συμβάλλουν στο κλείσιμο του βρόχου υλικού και στην προώθηση της αποδοτικότητας των πόρων, βελτιώνοντας την οικονομική και περιβαλλοντική απόδοση.
Al-Refaie, Jarrar, & Lepkova (2021)	Πολυσταδιακός στοχαστικός γραμμικός μικτής ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός (MILP) που εφαρμόζεται σε εταιρεία κλιματισμού.	Το μοντέλο CLSC έδειξε σημαντικές μειώσεις στο κόστος αγοράς και στη δημιουργία εσόδων από την ανάκτηση υλικών, και έγινε κερδοφόρο μετά από τρία χρόνια.
Behzadianfar, Eydi, & Shahrokhi (2022)	Διασθητικές ασαφείς τιμές που χρησιμοποιούνται σε ένα μοντέλο πολλαπλών στόχων για γαλακτοκομικά προϊόντα.	Το μοντέλο εξισορροπεί αποτελεσματικά το κόστος, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τους κοινωνικούς παράγοντες, αποδεικνύοντας τη συγκριτική απόδοση των μεθόδων βελτιστοποίησης στην εξισορρόπηση των στόχων.
Berning & Venter (2015)	Ποιοτική, διερευνητική μελέτη περίπτωσης χρησιμοποιώντας ημιδομημένες συνεντεύξεις και τον οδηγό του Οικουμενικού Συμφώνου του OHE.	Οι προσπάθειες SSCM του λιανοπωλητή βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο με περιορισμένη συνεργασία προμηθευτών, υπογραμμίζοντας ένα σημαντικό κενό στην ενοποίηση της βιωσιμότητας.
Brah, Sroufe, & Broman (2021)	Συστηματική ανασκόπηση σε συνδυασμό με μελέτη περίπτωσης και θεωρίες οργανωσιακής μάθησης.	Οι εταιρείες πρέπει να εδραιώσουν τη βιωσιμότητα στο βασικό τους όραμα και να συμμετέχουν σε συνεχή μάθηση με τα ενδιαφερόμενα μέρη.
Brandenburg et al. (2014)	Ανάλυση περιεχομένου 134 εργασιών για τη βιωσιμότητα στις μελλοντικές αλυσίδες εφοδιασμού.	Εντόπισε ένα κενό στα μοντέλα που ενσωματώνουν ολοκληρωμένους περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς παράγοντες, παρά την πρόοδο στην οικονομική και λειτουργική μοντελοποίηση.

Πίνακας 2. Οι έρευνες για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ενοποίηση κυκλικής οικονομίας με εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Sosnowski & Cyplik (2022)	Περιεκτική βιβλιογραφική ανασκόπηση που προσδιορίζει τις συνέργειες μεταξύ των εννοιών CLSC και κυκλικής οικονομίας (CE).	Η ανάπτυξη κυκλικών δικτύων, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης, ενισχύει την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών CE.
Shaharudin et al. (2023)	Ποσοτική μελέτη με χρήση Μοντελοποίησης Δομικών Εξισώσεων (SEM) με δεδομένα από 150 Μαλαισιανούς κατασκευαστές.	Οι δυνατότητες ολοκλήρωσης και παραγωγής επηρεάζουν σημαντικά το CLSCO, ενώ οι δυνατότητες ανάκτησης όχι. Ένα ισχυρό CLSCO επηρεάζει θετικά την απόδοση του CE.
De Giovanni (2022)	Μοντελοποίηση δομικών εξισώσεων (SEM) και Μοντελοποίηση μερικών ελαχίστων τετραγώνων (PLS-PM) με σύνολο δεδομένων 157 εταιρειών.	Το Blockchain ενισχύει τα συστήματα CE, αλλά οι αντίστροφες πολυκαναλικές λύσεις δεν βελτιώνουν σταθερά την επιχειρηματική απόδοση.
Holgado & Aminoff (2019)	Εννοιολογική ανάλυση και ανάπτυξη τυπολογίας για αλυσίδες εφοδιασμού κλειστού βρόχου.	Προσδιόρισε δύο διαφορετικούς τύπους εφοδιαστικών αλυσίδων κλειστού βρόχου που ισχύουν για διάφορα κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα.
Winkler (2011)	Εννοιολογικό πλαίσιο που συνδέει τα βιώσιμα δίκτυα εφοδιαστικής αλυσίδας (SSCN) με συστήματα παραγωγής κλειστού βρόχου.	Τα SSCN βελτιώνουν σημαντικά τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιδόσεις, υποστηρίζοντας τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία.
Niero & Olsen (2016)	Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA) παραγωγής κουτιών αλουμινίου, συγκρίνοντας σενάρια με και χωρίς στοιχεία κράματος.	Η ανακύκλωση κλειστού βρόχου μειώνει σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αλλά τα στοιχεία κράματος περιπλέκουν την ανακύκλωση και μειώνουν την απόδοση.
Farooque et al. (2019)	Δομημένη βιβλιογραφική ανασκόπηση 261 άρθρων για τον ορισμό και την αποσαφήνιση του CSCM.	Εντόπισε την έλλειψη συνεκτικής κατανόησης στο CSCM και τόνισε κρίσιμους τομείς για μελλοντική έρευνα, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού για την κυκλικότητα και τις στρατηγικές προμηθειών.
Allwood (2014)	Ποιοτική ανάλυση βιβλιογραφίας και περιπτώσιολογικές μελέτες για την ανακύκλωση στην κυκλική οικονομία.	Η ανακύκλωση από μόνη της είναι ανεπαρκής. Πρέπει να ενσωματωθεί με τη μείωση της ζήτησης υλικών, την επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων και τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού του προϊόντος για μακροζωία.
Zhu et al. (2008)	Συγχρονική έρευνα πρακτικών διαχείρισης πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας (GSCM) σε τέσσερις κινεζικές βιομηχανίες.	Σημαντικές διαφορές στην υιοθέτηση GSCM μεταξύ των βιομηχανιών, που επηρεάζονται από ειδικούς παράγοντες του κλάδου.
Pietrulla (2022)	Συστηματική βιβλιογραφική ανάλυση για τα κυκλικά οικοσυστήματα στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας.	Καθόρισε κυκλικά οικοσυστήματα και εντόπισε βασικούς παράγοντες επιτυχίας και εμπόδια υλοποίησης.
Lapko et al. (2019)	Ποιοτική ανάλυση εταιρειών κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού κρίσιμων πρώτων υλών (CRMs).	Σημαντικές διαφορές στις προοπτικές μεταξύ των φορέων παραγωγής και της αντίστροφης αλυσίδας εφοδιασμού.

Πίνακας 3. Έρευνες για την ενοποίηση της κυκλικής οικονομίας με εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ψηφιοποίηση και βιομηχανία 4.0 σε εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Afshari et al. (2019)	Ανέπτυξαν ένα μαθηματικό μοντέλο για την προσομοίωση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας που ενεργοποιήθηκε από την Additive Manufacturing (AM), λαμβάνοντας υπόψη τα φαινόμενα μάθησης και λήθης. Δοκιμασμένο με αριθμητικά σενάρια.	Διακοπές όπως οι διακυμάνσεις της ζήτησης επηρεάζουν σημαντικά τις αλυσίδες εφοδιασμού με δυνατότητα AM. Η συνεχής εκπαίδευση και η λειτουργική συνέπεια είναι ζωτικής σημασίας.
Bumblauskas et al. (2020)	Μελέτη περίπτωσης σε ένα σύστημα με δυνατότητα blockchain σε εταιρεία των Μεσοδυτικών ΗΠΑ, που παρακολουθεί την παραγωγή αυγών μέσω IoT και blockchain.	Το Blockchain βελτιώνει την ιχνηλασιμότητα, επιτρέποντας στους καταναλωτές να έχουν πρόσβαση σε λεπτομερείς πληροφορίες προϊόντων. Ενισχύει την αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και μειώνει τους κινδύνους που σχετίζονται με ανακλήσεις και απάτη.
Accorsi et al. (2017)	Εννοιολογική ανάπτυξη ενός πλαισίου βασισμένου στο IoT για τη διαχείριση των αλυσίδων εφοδιασμού τροφίμων, ενσωματωμένο με ένα εργαλείο προσομοίωσης παιχνιδιού.	Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική IoT βελτιώνει σημαντικά την ορατότητα, την ιχνηλασιμότητα και τη λειτουργική αποτελεσματικότητα στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων.
Brintrup et al. (2019)	Προηγμένα μοντέλα ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης εφαρμόστηκαν για την πρόβλεψη διαταραχών της εφοδιαστικής αλυσίδας, εστιάζοντας σε προμηθευτές πρώτης κατηγορίας.	Τα κατασκευασμένα χαρακτηριστικά, ειδικά οι μετρήσεις που σχετίζονται με την ευελιξία, ενισχύουν σημαντικά την προγνωστική ακρίβεια, επιτυγχάνοντας ακρίβεια 80% για προβλέψεις καθυστερημένης παραγωγείας.
Choi et al. (2020)	Το στιλιζαρισμένο μοντέλο διο-πωλίου ανέλυσε την ισορροπία Nash των επιπέδων αποκάλυψης πληροφοριών προϊόντων σε αγορές υπηρεσιών νοικοκυριών με δυνατότητα blockchain.	Οι πλατφόρμες αποκαλύπτουν περισσότερες πληροφορίες όταν το κόστος ελέγχου είναι χαμηλό και τα περιθώρια κέρδους είναι υψηλά. Η αποκάλυψη αυξάνει την εμπιστοσύνη και την ανταγωνιστικότητα των καταναλωτών.
Xiang & Xu (2019)	Η διαφορική θεωρία παιγνίων εφαρμόστηκε σε ένα μοντέλο CLSC τριών κλιμακίων με κατασκευαστές, λιανοπωλητές και παρόχους υπηρεσιών διαδικτύου, αναλύοντας στρατηγικές δυναμικής συνεργασίας.	Το σενάριο επιμερισμού του κόστους του κατασκευαστή ενισχύει την υπεραξία και τα κέρδη του προϊόντος. Οι ISP επενδύουν περισσότερα στο μάρκετινγκ Big Data σύμφωνα με αυτό το σενάριο.
Syilm et al. (2018)	Ανέπτυξαν ένα σύστημα φαρμακοεπιτήρησης βασισμένο σε blockchain χρησιμοποιώντας πλατφόρμες Ethereum και Hyperledger Fabric για την παρακολούθηση της διανομής φαρμάκων.	Το σύστημα επιτρέπει στους καταναλωτές να επαληθεύουν τη γνησιότητα των φαρμάκων, μειώνοντας τους κινδύνους παραποίησης/απομίμησης. Ακόμα σε φάση ανάπτυξης.
Strange & Zucchella (2017)	Περιεκτική βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τον αντίκτυπο των τεχνολογιών Industry 4.0 στις παγκόσμιες αλυσίδες αξίας (GVCs).	Το Industry 4.0 θα μπορούσε να διαταράξει τα παραδοσιακά GVC, μετατοπίζοντας τοποθεσίες παραγωγής και αυξάνοντας την αυτοματοποίηση. Υπογραμμίζει πιθανούς κινδύνους για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο.
De Man & Strandhagen (2017)	Εννοιολογική ανάλυση για την ενσωμάτωση τεχνολογιών Industry 4.0 σε βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα, προτείνοντας ένα ερευνητικό πρόγραμμα.	Οι τεχνολογίες Industry 4.0 μπορούν να αλλάξουν θεμελιωδώς τις αλυσίδες εφοδιασμού, υποστηρίζοντας τη βιώσιμη παραγωγή και τους μεγαλύτερους κύκλους ζωής των προϊόντων.
Kache & Seuring (2017)	Ερευνητική τεχνική Delphi για τον εντοπισμό 43 δομών που αντιπροσωπεύουν τον αντίκτυπο του Big Data Analytics στο SCM.	Τα Big Data βελτιώνουν σημαντικά τη λήψη αποφάσεων και την αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά αντιμετωπίζουν εμπόδια όπως το απόρρητο των δεδομένων και η πολυπλοκότητα της εντοπισμού.
Sun et al. (2015)	Ανασκόπηση βιβλιογραφίας για τεχνολογίες τριτοδιάστατης εκτύπωσης για την παρασκευή τροφίμων, κατηγοριοποίηση πλατφορμών, υλικών και συνταγών.	Η τριτοδιάστατη εκτύπωση τροφίμων επιτρέπει εξαιρετικά προσαρμοσμένα προϊόντα διατροφής, αλλά αντιμετωπίζει προκλήσεις στις ιδιότητες των υλικών, τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας και την αποδοχή από τους καταναλωτές.

Πίνακας 4. Έρευνες για την ψηφιοποίηση και την βιομηχανία 4.0 σε εφοδιαστικές αλυσίδες κλειστού βρόχου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οικονομικές και χρηματοοικονομικές πτυχές του CLSC

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Gopal et al. (2023)	Προσέγγιση μικτών μεθόδων που συνδυάζει ποσοτικά δεδομένα σχετικά με τη μείωση της χρήσης πρώτων υλών, την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου με ποιοτικές γνώσεις σχετικά με την ενσωμάτωση της βιωσιμότητας στις αλυσίδες εφοδιασμού.	Τα CLSC συμβάλλουν σημαντικά στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα και προσφέρουν οικονομικά πλεονεκτήματα, όπως εξοικονόμηση κόστους και αποδοτικότητα πόρων.
Bhattacharjee and Cruz (2015)	Μοντέλο κύκλου ζωής από άκρο σε άκρο ενός καταναλωτικού ηλεκτρονικού προϊόντος χρησιμοποιώντας δεδομένα από ανακυκλωτές και βιβλιογραφία. Μοντελοποίηση διάφορα σενάρια για να αναλύσει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ενδιαφερομένων.	Ένα καλά βαθμονομημένο ποσοστό επιστροφής μεταξύ νέων και ανακαινισμένων προϊόντων είναι ζωτικής σημασίας. Οι πολιτικές βιώσιμων επιστροφών μπορούν να ενισχύσουν τις πωλήσεις σε διαφορετικά τμήματα καταναλωτών.
Das (2020)	Ενσωματωμένο μοντέλο CLSC που ενσωματώνει μετρήσεις αξιολόγησης κύκλου ζωής (LCA) για στάδια όπως η προμήθεια, η παραγωγή, η συλλογή, η ανάκτηση και η ανακατασκευή.	Η ενσωμάτωση των μετρήσεων LCA στον σχεδιασμό CLSC ενισχύει σημαντικά τη βιωσιμότητα μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων.
Dou and Cao (2020)	Μαθηματικό μοντέλο που αξιολογεί τρεις δομές CLSC (πωλητής λιανικής, κατασκευαστής και συλλογή από τρίτους) υπό διαφορετικούς φορολογικούς όρους.	Οι συλλογές κατασκευαστών και λιανοπωλητών μπορούν να είναι τα πιο οικονομικά αποδοτικά κανάλια ανάλογα με τις συγκεκριμένες συνθήκες. Η μείωση της έντασης εκπομπών των ανακατασκευασμένων προϊόντων ωφελεί περισσότερο το περιβάλλον παρά για τα νέα προϊόντα.
Vogt Duberg, Sundin, and Tang (2024)	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση που κατηγοριοποιεί οικονομικά μοντέλα για ανακατασκευή με βάση τις απαιτήσεις δεδομένων και το επίπεδο υποστήριξης υπολογιστή.	Τα υπάρχοντα οικονομικά μοντέλα συχνά στερούνται πρακτικής εφαρμογής σε πραγματικές συνθήκες, ιδιαίτερα για βιομηχανίες που είναι νέες στην ανακατασκευή.
Nikolic and Kostic-Stankovic (2022)	Μοντέλο δομικών εξισώσεων (SEM) με δεδομένα από 642 συμμετέχοντες για την ανάλυση του αντίκτυπου των προτιμήσεων στυλ μόδας στις προσφορές προϊόντων, τις στρατηγικές προώθησης και τη συμπεριφορά των καταναλωτών κατά τη διάρκεια του COVID-19.	Οι προτιμήσεις στυλ μόδας επηρεάζουν σημαντικά τη συχνότητα κατανάλωσης ρούχων. Η ευθυγράμμιση των επιχειρηματικών στρατηγικών με τη συμπεριφορά των καταναλωτών μπορεί να ενισχύσει την οικονομική βιωσιμότητα.
Ovchinnikov et al. (2014)	Αναλυτικό μοντέλο σε συνδυασμό με μελέτη συμπεριφοράς και αριθμητικές προσομοιώσεις για την αξιολόγηση του αντίκτυπου της ανακατασκευής στην ζήτηση	Η ανακατασκευή μπορεί να ευθυγραμμίσει τους οικονομικούς και περιβαλλοντικούς στόχους, ενισχύοντας την κερδοφορία και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η θετική στάση μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις χωρίς να επηρεάσει τις τιμές των νέων προϊόντων.
Al-Ashhab (2022)	Μοντέλο σχεδιασμού SCN πολλαπλών στόχων που χρησιμοποιεί μια λεξιγραφική διαδικασία για την εξισορρόπηση των στόχων οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικής βιωσιμότητας. Αναλύθηκαν έξι σενάρια με διαφορετικές αντικειμενικές προτεραιότητες.	Η επιλογή της βέλτιστης πηγής ενέργειας και οι τρόποι μεταφοράς επηρεάζουν σημαντικά την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και την οικονομική αποδοτικότητα.

Πίνακας 5. Έρευνες για τις οικονομικές και χρηματοοικονομικές πτυχές του CLSC

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σχεδιασμός δικτύου εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου

Συγγραφείς	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Ramezani et al. (2014)	Μαθηματικό μοντέλο που ενσωματώνει οικονομικές πιεσές όπως περιουσιακά στοιχεία, υποχρεώσεις και δημοσιονομικούς περιορισμούς στον σχεδιασμό του CLSC. Αντικαθιστά τον παραδοσιακό στόχο κέρδους/κόστους με μια αλλαγή στη μέτρηση της καθαρής θέσης.	Η προτεινόμενη χρηματοοικονομική προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη αλλαγή στα ίδια κεφάλαια σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους, η οποία επικυρώνεται μέσω ανάλυσης ευαισθησίας με χρήση ANOVA σε διαφορετικά πρότυπα παραγγελιών πελατών.
Jeihoonian et al. (2014)	Μοντέλο προγραμματισμού μικτού ακέрайου αριθμού που χρησιμοποιεί την αποσύνθεση Benders για τη βελτιστοποίηση της τοποθεσίας της εγκατάστασης και τη διαχείριση των φυσικών ροών για ανθεκτικά προϊόντα, λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά επίπεδα ποιότητας αποδόσεων.	Το προτεινόμενο μοντέλο βελτιστοποιεί αποτελεσματικά το σχεδιασμό του δικτύου και καταδεικνύει τον αντίκτυπο της διαφοροποίησης της ποιότητας στην απόδοση του δικτύου.
Huang et al. (2020)	Μοντέλο προγραμματισμού μικτού ακέрайου διπλού στόχου που χρησιμοποιεί τη μέθοδο Epsilon για να εξισορροπήσει τον έλεγχο του κόστους και τις μειώσεις εκπομπών CO ₂ , αντιμετωπίζοντας τις αβεβαιότητες στη ζήτηση.	Το μοντέλο παρέχει αξιόπιστες λύσεις, υπογραμμίζοντας τη σημασία των λειτουργιών της εγκατάστασης στον επηρεασμό του κόστους και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
Jabbarzadeh et al. (2018)	Το стоχαστικό μοντέλο βελτιστοποίησης που ενσωματώνει πλευρική μεταφόρτωση για τον μετριασμό των κινδύνων διακοπής, επιλύθηκε χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο Lagrangian.	Το μοντέλο μειώνει σημαντικά την ευπάθεια της εφοδιαστικής αλυσίδας αξιοποιώντας την πλευρική μεταφόρτωση, η οποία επικυρώθηκε μέσω μιας μελέτης περίπτωσης στη βιομηχανία γυαλιού.
Easwaran and Uster (2010)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μικτού ακέрайου για σχεδιασμό δικτύου logistics κλειστού βρόχου πολλαπλών προϊόντων χρησιμοποιώντας την αποσύνθεση του Benders με ενισχυμένες περικοπές για υπολογιστική απόδοση.	Η ταυτόχρονη χρήση ενισχυμένων περικοπών οδηγεί σε πιο αυστηρά όρια και πιο αποτελεσματική επίλυση προβλημάτων, βελτώνοντας σημαντικά την απόδοση του αλγορίθμου.
Akcali et al. (2009)	Σχολιασμένη βιβλιογραφία που εξετάζει μοντέλα και προσεγγίσεις λύσεων για σχεδιασμό δικτύου εφοδιαστικής αλυσίδας αντίστροφου και κλειστού βρόχου.	Εντοπίζει κενά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία και υπογραμμίζει την ανάγκη για πιο ολοκληρωμένα μοντέλα λαμβάνοντας υπόψη τόσο οικονομικούς όσο και περιβαλλοντικούς στόχους.
Pazhani and Ravi (2018)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μικτού-ακέрайου δικριτηρίου για το σχεδιασμό ενός δικτύου CLSC τεσσάρων σταδίων, με την αντιμετώπιση οικονομικών και περιβαλλοντικών στόχων.	Το μοντέλο παρέχει στρατηγικές λύσεις για τη βελτίωση της απόδοσης και της βιωσιμότητας του CLSC, ειδικά στη διαχείριση της χρήσης ενέργειας στις εγκαταστάσεις και κατά τη μεταφορά.
Fallah et al. (2015)	Θεωρητική προσέγγιση παιγνίων που ενισχύεται από τη θεωρία πιθανοτήτων για τη μοντελοποίηση του ανταγωνισμού μεταξύ δύο CLSC υπό αβέβαιες συνθήκες αγοράς.	Η ένταση του ανταγωνισμού επηρεάζει σημαντικά την κερδοφορία και τον όγκο των επιστρεφόμενων προϊόντων, δίνοντας έμφαση στο ρόλο της βέλτιστης τιμολόγησης και των κινήτρων απόδοσης.
Pedram et al. (2017)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού πολλαπλών στόχων μικτού ακέрайου που ενσωματώνει στόχους EKE, επιλύθηκε με χρήση NSGA-II και ασαφούς θεωρίας συνόλων για επιλογή συμβιβαστικής λύσης.	Η ενσωμάτωση της EKE στον σχεδιασμό του CLSC επηρεάζει σημαντικά τη λήψη αποφάσεων, υποστηρίζοντας βιώσιμες και κοινωνικά υπεύθυνες πρακτικές.
Pazhani et al. (2013)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μικτού ακέрайου διπλού στόχου για σχεδιασμό δικτύου CLSC πολλαπλών περιόδων και προϊόντων, χρησιμοποιώντας τεχνικές προγραμματισμού στόχων και συμβιβασμούς.	Το μοντέλο ενισχύει σημαντικά τη λειτουργική αποτελεσματικότητα και τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας σε CLSC, επικυρωμένα μέσω μιας μελέτης περίπτωσης.
Prakash et al. (2017)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μικτού ακέрайου για σχεδιασμό CLSC υπό τους κινδύνους εφοδιασμού και logistics, δίνοντας έμφαση στην ποιότητα του προμηθευτή και στις διακοπές μεταφοράς.	Η συμπερίληψη παραγόντων κινδύνου στη διαδικασία σχεδιασμού έχει ως αποτέλεσμα μια πιο στιβαρή διαμόρφωση δικτύου, με μέτριο ασφάλιστρο κόστους που βελτώνει την ανθεκτικότητα.

Πίνακας 6. Έρευνες για τον σχεδιασμό δικτύου εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στρατηγικές ανάκτησης και ανακατασκευής προϊόντων

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Liao (2018)	Ανέπτυξε ένα μοντέλο μη γραμμικού προγραμματισμού μεικτού ακέραιου (MINLP) χρησιμοποιώντας έναν υβριδικό γενετικό αλγόριθμο (GA) για αντίστροφη επιμελητεία πολλαπλών κλιμακίων. Επικυρώθηκε μέσω μιας πραγματικής μελέτης περίπτωσης στην Ταϊβάν.	Το μοντέλο ξεπερνά σημαντικά τις υπάρχουσες λειτουργίες αντίστροφης εφοδιαστικής όσον αφορά την κερδοφορία και τη βιωσιμότητα. Η ανάλυση ευαισθησίας επιβεβαιώνει την ευρωστία σε διάφορες παραμέτρους.
Özker and Başligil (2011)	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μικτού ακέραιου για σχεδιασμό δικτύου CLSC, εστιάζοντας σε διαδικασίες ανάκτησης υλικού, εξαρτημάτων και προϊόντων. Η αριθμητική ανάλυση αξιολογεί την επίδραση των όγκων και της ποιότητας των επιστροφών στην απόδοση.	Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι όγκοι και η ποιότητα των επιστροφών επηρεάζουν σημαντικά την κερδοφορία και τη βιωσιμότητα των δικτύων CLSC. Η στρατηγική ολοκλήρωση των διαδικασιών ανάκτησης προϊόντων είναι κρίσιμη σημασίας.
Fleischmann et al. (2001)	Ανέπτυξε ένα γενικό μοντέλο τοποθεσίας εγκαταστάσεων για το σχεδιασμό δικτύων εφοδιαστικής, που να καλύπτει τις ροές των χρησιμοποιημένων και ανακτημένων προϊόντων. Εφαρμόζεται σε διάφορες μελέτες περιπτώσεων.	Η ενσωμάτωση της ανάκτησης προϊόντων στα δίκτυα logistics εξαρτάται από το πλαίσιο, και απαιτεί διαφορετικές στρατηγικές για αποτελεσματική εφαρμογή.
Prathapage et al. (2023)	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την ανάκτηση προϊόντων στα δίκτυα CLSC, κατηγοριοποίηση επιλογών ανάκτησης και εντοπισμός ερευνητικών κενών.	Η ανακύκλωση και η ανακατασκευή είναι κυρίαρχες, αλλά υποεξερευνητές πτυχές, όπως η ανακαίνιση, έχουν σημαντικές δυνατότητες. Ανάγκη για σαφέστερους ορισμούς και ευθυγράμμιση των ενδιαφερομένων.
Govindan et al. (2016)	Μικτό ακέραιο μοντέλο πολλαπλών στόχων που βελτιστοποιεί τις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις του CLSC. Μελέτη περίπτωσης από την ηλεκτροπαραγωγική βιομηχανία.	Το μοντέλο εξισορροπεί τα οικονομικά οφέλη με τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές ευθύνες. Η ανάλυση ευαισθησίας αποκαλύπτει πληροφορίες σχετικά με τη διαχείριση των ποσοστών ζήτησης και απόδοσης.
Beamon and Fernandes (2004)	Μοντέλο ακέραιου προγραμματισμού πολλαπλών περιόδων για το σχεδιασμό του δικτύου CLSC, που αξιολογεί το κόστος επένδυσης και λειτουργίας με τη μέθοδο της παρούσας αξίας.	Εξειδικευμένοι σχεδιασμοί δικτύων μειώνουν το κόστος και βελτιώνουν τα περιβαλλοντικά αποτελέσματα, τονίζοντας τις διαφορές από τις παραδοσιακές αλυσίδες εφοδιασμού μόνο προς τα εμπρός.
Jeihoonian et al. (2016)	Μοντέλο στοχαστικού προγραμματισμού μικτών ακεραίων δύο σταδίων με μείωση σεναρίου για διαχείριση πολλαπλών επιλογών ανάκτησης υπό αβεβαιότητα.	Η μείωση του σεναρίου και η μεθοδολογία λύσεων παρέχουν λύσεις υψηλής ποιότητας αποτελεσματικά, αντιμετωπίζοντας τη μεταβλητότητα στην ποιότητα των προϊόντων.
Dutta et al. (2016)	Μοντέλο βελτιστοποίησης πολλαπλών περιόδων που ενσωματώνει προσφορές επαναγοράς για την παροχή κινήτρων για αποδόσεις. Αναλύει τις αβεβαιότητες της ζήτησης και της παραγωγικής ικανότητας.	Τα προγράμματα επαναγοράς αυξάνουν τα ποσοστά απόδοσης, ωφελώντας τόσο τους κατασκευαστές όσο και τους λιανοπωλητές στο πλαίσιο συμβάσεων κατανομής εσόδων.
Qiang (2015)	Προσέγγιση μεταβλητής ανισότητας για δίκτυο CLSC δύο περιόδων με ανταγωνιστική δυναμική και σχεδιασμό ανακατασκευής.	Ο στρατηγικός σχεδιασμός ανακατασκευής ενισχύει την ανταγωνιστικότητα και την κερδοφορία, επηρεασμένος από τις αντιλήψεις των καταναλωτών και την εξισορρόπηση της παραγωγής.
Guo et al. (2018)	Μοντέλο λειτουργιών που χρησιμοποιεί τη βελτιστοποίηση Σμήνος Σωματιδίων (PSO) και τον Γενετικό Αλγόριθμο (GA) για βέλτεστες στρατηγικές ανακατασκευής υπό διαταραχές εφοδιασμού.	Η βέλτιστη κατανομή των δυνατοτήτων ανακατασκευής και παραγωγής μετράζει τις επιπτώσεις της διακοπής του εφοδιασμού. Οι κρατικές επιχορηγήσεις δίνουν κίνητρα για αυξημένες δραστηριότητες ανάκαμψης.

Πίνακας 7. Έρευνες για τις στρατηγικές ανάκτησης και ανακατασκευής προϊόντων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Συντονισμός εντός των αλυσίδων εφοδιασμού κλειστού βρόχου

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Debo et al. (2004)	Αναλύθηκαν οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με τις επιστροφές προϊόντων σε CLSC χρησιμοποιώντας μελέτες περιπτώσεων και παραδείγματα.	Οι αναποτελεσματικότητες προκύπτουν από την έλλειψη συντονισμού, που οδηγεί σε μη βέλτιστες ροές απόδοσης και κακώς ευθυγραμμισμένα κίνητρα.
Jian et al. (2021)	Χρησιμοποίησε ένα μοντέλο παιχνιδιού Stackelberg για να αναλύσει τη λήψη αποφάσεων και τον συντονισμό με ένα συμβόλαιο κατανομής κερδών.	Η σύμβαση κατανομής κερδών μετριάξει τον αρνητικό αντίκτυπο των ανησυχιών περί δικαιοσύνης, βελτιώνοντας την απόδοση της αλυσίδας εφοδιασμού.
Zhang et al. (2019)	Ανέπτυξαν ένα μοντέλο για CLSC δύο καναλιών με σύμβαση κατανομής εσόδων για τη διαχείριση των επιστροφών προϊόντων.	Η σύμβαση κατανομής εσόδων ενισχύει τα κέρδη και ενθαρρύνει την ανακύκλωση. Οι υπερβολικές βελτιώσεις ποιότητας μπορεί να αποβούν μπουόμερανγκ.
Heydari et al. (2017)	Τα μοντέλα θεωρίας παιγνίων ανέλυσαν τον συντονισμό σε αντίστροφες αλυσίδες εφοδιασμού με κυβερνητικά κίνητρα.	Τα κυβερνητικά κίνητρα ενισχύουν τον συντονισμό και τα κέρδη, πιο αποτελεσματικό όταν παρέχεται στους κατασκευαστές.
Aydin et al. (2016)	Μοντέλο βελτιστοποίησης πολλαπλών στόχων που χρησιμοποιεί το NSGA-II για σχεδιασμό σειράς προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων ανακατασκευασμένων προϊόντων.	Ο αποτελεσματικός συντονισμός αυξάνει την κερδοφορία και τα ποσοστά ανάκτησης προϊόντων, υποστηρίζοντας τους στόχους βιωσιμότητας.
Bakajic et al. (2022)	Ποιοτική έρευνα βασισμένη σε περιπτώσιολογικές μελέτες και συνεντεύξεις σχετικά με τις τεχνολογίες Industry 4.0 σε CLSCs.	Οι ψηφιακές τεχνολογίες όπως το IoT και το blockchain ενισχύουν την ορατότητα και την ιχνηλασιμότητα, βελτιώνοντας τον συντονισμό.
Arshinder et al. (2008)	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση του SCC, παρουσιάζοντας ένα πλαίσιο για την κατηγοριοποίηση προκλήσεων και μηχανισμών.	Το SCC βελτιώνει σημαντικά την απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω καλύτερης ενοποίησης και συνεργασίας.
Singh et al. (2019)	Ανέπτυξαν έναν δείκτη συντονισμού χρησιμοποιώντας τη θεωρητική προσέγγιση γραφημάτων, αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα του SCC με το Industry 4.0.	Πολλές εταιρείες εστιάζουν εσωτερικά αντί να ενσωματώνουν τεχνολογίες Industry 4.0 σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού.
Toktaş-Palut (2022)	Συγκριτική ανάλυση των παραδοσιακών αλυσίδων εφοδιασμού έναντι του κλάδου 4.0 χρησιμοποιώντας κατανομή εσόδων με βάση τη διαπραγμάτευση Nash.	Οι αλυσίδες εφοδιασμού Industry 4.0 με συντονισμό ξεπερνούν τις παραδοσιακές όσον αφορά τη βιωσιμότητα και την ηγετική θέση στην αγορά.
Zhao et al. (2010)	Ανέπτυξαν ένα μοντέλο συμβολαίου προαίρεσης χρησιμοποιώντας τη θεωρία παιγνίων συνεργασίας για την επίλυση διενέξεων κατασκευαστή-πωλητή λιανικής.	Τα συμβόλαια προαίρεσης βελτιώνουν τον συντονισμό και ευθυγραμμίζουν τα συμφέροντα, ξεπερνώντας τα παραδοσιακά μοντέλα χονδρικής τιμολόγησης.

Πίνακας 8. Έρευνες για τον συντονισμό εντός των αλυσίδων εφοδιασμού κλειστού βρόχου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Διαχείριση Κινδύνων σε Συστήματα CLSC

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Prakash et al. (2017)	Αναπτύχθηκε ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μεικτού ακέрайου (MILP) για ένα δίκτυο CLSC πολλαπλών κλιμακίων υπό σενάρια κινδύνου.	Η ενσωμάτωση της διαχείρισης κινδύνου βελτίωσε σημαντικά την ανθεκτικότητα με αύξηση του κόστους μόνο κατά 10-13%.
Cardoso et al. (2013)	Η βελτιστοποίηση πολλαπλών στόχων με χρήση της μεθόδου ε-περιορισμού, αξιολόγησε τέσσερα μέτρα κινδύνου (διακύμανση, δείκτης μεταβλητότητας, κίνδυνος καθοδικής πλευράς και CVaR).	Το CVaR ήταν πιο αποτελεσματικό στην αποτύπωση σεναρίων ακραίου κινδύνου, στην εξισορρόπηση του ENPV και του κινδύνου.
Amin and Zhang (2013)	Ανέπτυξαν ένα μοντέλο τριών σταδίων χρησιμοποιώντας QFD και στοχαστικό μη γραμμικό προγραμματισμό μικτών ακέрайων για τη διαμόρφωση CLSC.	Η ολοκληρωμένη προσέγγιση βελτίωσε την ποιότητα λήψης αποφάσεων, αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά την αβέβαιη ζήτηση και την επιλογή προμηθευτών.
Amin and Zhang (2013)	Ανέπτυξαν ένα μοντέλο MILP χρησιμοποιώντας στοχαστικό προγραμματισμό που βασίζεται σε σενάρια για να χειριστεί τις αβεβαιότητες ζήτησης και απόδοσης.	Μοντέλο αποτελεσματικής διαχείρισης αβεβαιοτήτων, παρέχοντας μια ισχυρή διαμόρφωση δικτύου CLSC.
Bandaly et al. (2013)	Ανασκόπηση των προσεγγίσεων διαχείρισης λειτουργικού και χρηματοοικονομικού κινδύνου στο SCRM, κατηγοριοποίηση ανά τομείς κινδύνου.	Οι ολοκληρωμένες προσεγγίσεις είναι απαραίτητες για τη διαχείριση πολύπλοκων, αλληλένδετων κινδύνων της εφοδιαστικής αλυσίδας.
Kenne et al. (2012)	Βέλτιστο μοντέλο που βασίζεται στη θεωρία ελέγχου για υβριδικό σύστημα κατασκευής-ανακατασκευής υπό αβεβαιότητα αστοχίας μηχανής.	Η βέλτιστη πολιτική ελέγχου εξαρτάται από τις παραμέτρους κόστους και τις αβεβαιότητες αστοχίας του μηχανήματος.
Lundin (2012)	Μελέτη περίπτωσης σχετικά με τον επανασχεδιασμό μιας αλυσίδας εφοδιασμού μετρητών που εκτίθεται σε διαρθρωτικές και διαδικαστικές λανθασμένες ευθυγραμμίσεις.	Οι αλλαγές σχεδιασμού μείωσαν το κόστος αλλά οδήγησαν επίσης σε αναποτελεσματικότητα λόγω κακής ευθυγράμμισης κινήτρων.
Özceylan et al. (2014)	Μη γραμμικό μοντέλο προγραμματισμού μεικτού ακέрайου αριθμού που ενσωματώνει τη βελτιστοποίηση δικτύου CLSC και την εξισορρόπηση της γραμμής αποσυναρμολόγησης.	Σημαντικές μειώσεις κόστους επιτυγχάνονται με την εξέταση του στρατηγικού σχεδιασμού CLSC και της τακτικής αποσυναρμολόγησης μαζί.
Özkiir and Başligil (2013)	Μοντέλο βελτιστοποίησης πολλαπλών στόχων για δίκτυο CLSC υπό αβεβαιότητα με τρεις επιλογές ανάκτησης.	Μοντελοποίηση αποτελεσματικά ισορροπημένης κερδοφορίας, βιωσιμότητας και ικανοποίησης πελατών στο CLSC.

Πίνακας 9. Έρευνες για την Διαχείριση Κινδύνων σε Συστήματα CLSC

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Καινοτομία στα συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου

Συγγραφέας	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Guin and Pal (2024)	Ανέπτυξαν μαθηματικά μοντέλα για διάφορες στρατηγικές συντονισμού (συγκεντρωμένες, Stackelberg, συμβάσεις επιλογής και επιμερισμού κόστους) σε ένα CLSC διπλού καναλιού υπό αβεβαιότητα.	Το μοντέλο συμβάσεων προαίρεσης, με την κατάλληλη τιμολόγηση, προσέφερε την υψηλότερη κερδοφορία υπό την αβεβαιότητα της αγοράς.
Bakajic et al. (2022)	Ποιοτική μελέτη με χρήση συνεντεύξεων με επαγγελματίες σε μεταποιητικές επιχειρήσεις για τη διερεύνηση της υιοθέτησης των τεχνολογιών Industry 4.0 σε CLSCs.	Οι τεχνολογίες Industry 4.0 βελτιώνουν την ορατότητα και την ιχνηλασιμότητα, αλλά απαιτούν ευθυγραμμισμένες οργανωτικές στρατηγικές.
Chen et al. (2021)	Ανέπτυξαν μαθηματικά μοντέλα για τρεις δομές ισχύος (MLM, NM, RLM) για την ανάλυση της τιμολόγησης και του επιμερισμού κόστους για την καινοτομία στην ανακατασκευή.	Το μοντέλο NM παρέχει τον καλύτερο συντονισμό, ενώ το RLM απαιτούσε τον υψηλότερο επιμερισμό του κόστους των λιανοπωλητών, χωρίς να επηρεάζεται από την αντίληψη των καταναλωτών.
Reimann et al. (2019)	Αναλυτικό μοντέλο για τη μελέτη αποφάσεων καινοτομίας διαδικασιών και ανακατασκευής σε κεντρικά έναντι αποκεντρωμένων δικτύων CLSC.	Η αποκέντρωση μπορεί να οδηγήσει σε υπερεπενδύσεις, αλλά ωφελεί το περιβάλλον μειώνοντας τη συνολική παραγωγή.
Xianpei et al. (2017)	Μοντέλο Cournot duopoly για την ανάλυση των επιπτώσεων της αδειοδότησης σταθερών τελών και δικαιωμάτων εκμετάλλευσης στις αποφάσεις παραγωγής και είσπραξης σε ένα CLSC δύο περιόδων.	Η αδειοδότηση με δικαιώματα ευνοούσε το πλεόνασμα των καταναλωτών και το περιβάλλον, ενώ η αδειοδότηση με σταθερή χρέωση ήταν καλύτερη για υψηλές χρεώσεις.
Genc and De Giovanni (2020)	Μοντέλο θεωρίας παιγνίων για προγράμματα που βασίζονται στην καινοτομία σε ένα CLSC με αλληλεπιδράσεις προμηθευτών και κατασκευαστών.	Οι στρατηγικές και οι καινοτομίες διεργασιών μαζί ενισχύουν σημαντικά την κερδοφορία και τη βιωσιμότητα.
Modak et al. (2018)	Πλαίσιο παιχνιδιού Stackelberg για την ανάλυση τριών στρατηγικών συλλογής σε ένα CLSC δύο βαθμίδων: υπό την ηγεσία του λιανοπωλητή, του κατασκευαστή και του τρίτου μέρους.	Η συλλογή από τρίτους οδηγεί σε μη βέλτιστα αποτελέσματα. Προσδιορίστηκε το βέλτιστο όριο προσπάθειας συλλογής.
Wang et al. (2015)	Αναπτύχθηκαν μοντέλα CLSC με και χωρίς κρατική παρέμβαση χρησιμοποιώντας μηχανισμούς επιβράβευσης-ποινών (RPM) κάτω από διαφορετικές δομές εξουσίας.	Το RPM αυξάνει τα ποσοστά συλλογής και μειώνει τις τιμές των προϊόντων, ιδιαίτερα σε CLSC που οδηγούνται από συλλέκτες.
Gao et al. (2016)	Θεωρητικά μοντέλα παιγνίων για τη μελέτη των αποφάσεων τιμολόγησης και προσπάθειας σε CLSC κάτω από διάφορες δομές ισχύος καναλιών (κατασκευαστής, λιανοπωλητής, Nash).	Η κυριαρχία των λιανοπωλητών αυξάνει τα κέρδη των λιανοπωλητών. Η συμμετρική δομή ισχύος ωφελεί ολόκληρη την CLSC και τους καταναλωτές.

Πίνακας 10. Έρευνες για την καινοτομία στα συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αποτελεσματική διαχείριση της αντίστροφης εφοδιαστικής, του σχεδιασμού δικτύου και του κινδύνου είναι απαραίτητη για τη βελτιστοποίηση τόσο των οικονομικών όσο και των περιβαλλοντικών αποτελεσμάτων

Η ψηφιοποίηση και οι προηγμένες τεχνολογίες προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες μετασχηματισμού των CLSC, αλλά η επιτυχής εφαρμογή τους απαιτεί στρατηγική ευθυγράμμιση και επένδυση σε δυνατότητες

Η ενοποίηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας, που υποστηρίζονται από αποτελεσματικό συντονισμό και καινοτομία, μπορεί να δημιουργήσει βιώσιμες και ανθεκτικές αλυσίδες εφοδιασμού που συμβάλλουν σε ευρύτερους περιβαλλοντικούς και οικονομικούς στόχους

Η συνεχής έρευνα και η συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των περίπλοκων προκλήσεων και την αξιοποίηση των ευκαιριών που παρουσιάζουν οι CLSC για την επίδιωξη της βιώσιμης ανάπτυξης

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

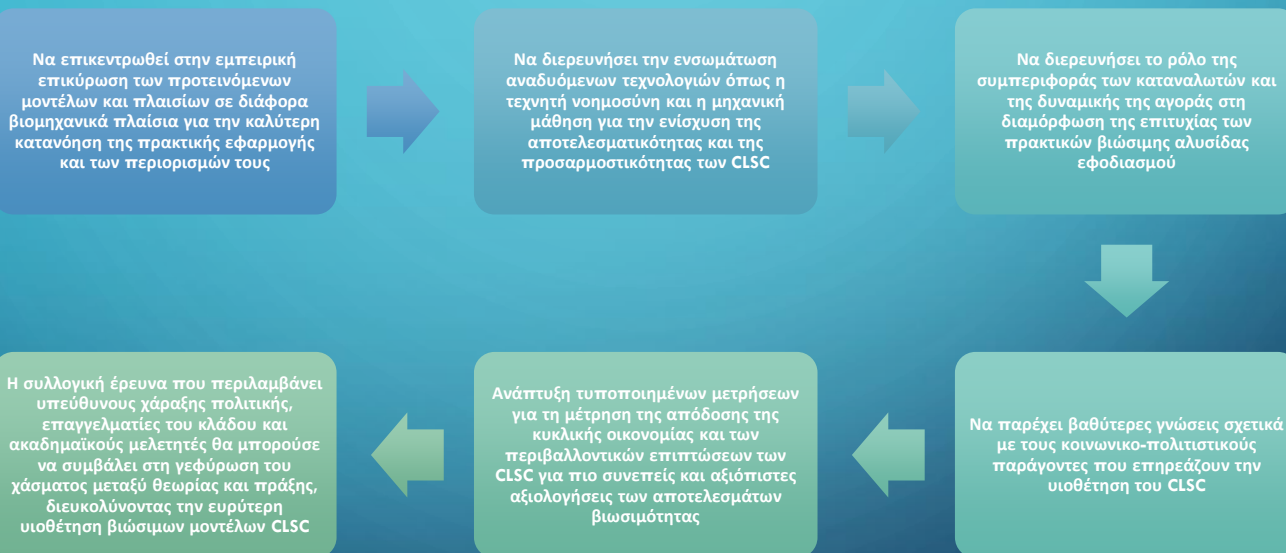
Η ταχεία εξέλιξη τεχνολογιών όπως το blockchain, το IoT και τα big data analytics σημαίνει ότι ορισμένα από τα συμπεράσματα μπορεί να είναι ξεπερασμένα καθώς γίνονται νέες εξελίξεις

Η μελέτη εστιάζει σε γενικές τάσεις και στρατηγικές σε διάφορους κλάδους, δυνητικά παραβλέποντας τις προκλήσεις και τις λύσεις του εκάστοτε τομέα

Η έλλειψη εμπειρικής επικύρωσης για ορισμένα από τα προτεινόμενα μοντέλα και πλαίσια περιορίζει επίσης τη δυνατότητα εφαρμογής της μελέτης σε σενάρια πραγματικού κόσμου

Η μελέτη δεν εξετάζει εκτενώς τους κοινωνικο-πολιτιστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών, οι οποίες θα μπορούσαν να είναι κρίσιμες για την κατανόηση του πλήρους πεδίου εφαρμογής του CLSC σε διαφορετικές περιοχές και αγορές

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ



ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbey, J. D., & Guide, V. D. R. (2018). A typology of remanufacturing in closed-loop supply chains. *International Journal of Production Research*, 56(6), 1-11

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120

Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5th ed.). Pearson

Guide, V. D. R., & Van Wassenhove, L. N. (2009). The evolution of closed-loop supply chain research. *Operations Research*, 57(1), 10-18

Lapko, Y., Trianni, A., Nuur, C., & Masi, D. (2022). Circular ecosystems: A review. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 3, 100031

Pietrulla, F. (2022). Cleaner and Circular Bioeconomy. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 182-196

Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438

A photograph of a white rectangular note with the words "Thank You" printed in a large, bold, serif font. The note is placed on a dark blue wooden surface with a vertical grain. A dark blue fountain pen with silver accents lies diagonally across the right side of the note. The entire image is overlaid with a semi-transparent blue filter. White circuit board traces with circular nodes are visible in the corners: the top-left, top-right, and bottom-right corners, and a larger, more complex pattern in the bottom-left corner.

**Thank
You**