

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παραδοσιακά η παγκόσμια οικονομία ακολουθούσε ένα γραμμικό μοντέλο της μορφής «εξαγωγή πόρων-παραγωγή-κατανάλωση-διάθεση». Ένα μοτίβο το οποίο οδήγησε στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, τόσο με την αλόγιστη χρήση των πόρων, όσο και με την μη ελεγχόμενη διάθεση των αποβλήτων. Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων αποτελεί την διέξοδο από την περιβαλλοντική υποβάθμιση, ωστόσο για την πλήρη επίλυση του προβλήματος απαιτείται η ενσωμάτωση της ανακύκλωσης σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας.

Τα άχρηστα ελαστικά αποτελούν ένα μέρος των αποβλήτων τα οποία η οικονομία καλείται να διαχειριστεί και να εκμεταλλευτεί, με την ένταξη τους στο μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Παρόλο που τα ελαστικά αποτελούν πλέον ανακυκλώσιμο υλικό, η αποδοτικότητά τους ως πόρος προς επαναχρησιμοποίηση είναι μειωμένη σε σχέση με άλλα ανακυκλώσιμα υλικά.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός γενικού πλαισίου Κυκλικής Οικονομίας το οποίο εφαρμόζεται για παραγωγή τροποποιημένου ασφαλτομίγματος που περιέχει ανακυκλωμένα υλικά από άχρηστα ελαστικά. Η ανάπτυξη του πλαισίου Κυκλικής Οικονομίας πραγματοποιήθηκε μετά από μελέτη του σχετικού θεωρητικού υπόβαθρου και βασίστηκε σε βιβλιογραφική ανασκόπηση. Στο πλαίσιο περιλαμβάνονται Ανάλυση Κύκλου Ζωής, καθορισμός Βασικών Δεικτών Απόδοσης και ανάπτυξη Βιομηχανικής Συμβίωσης.

Η πιλοτική εφαρμογή του πλαισίου πραγματοποιήθηκε με σύγκριση 3 σεναρίων παραγωγής οδοστρωμάτων, τα οποία περιελάμβαναν ένα συμβατικό ασφαλτόμιγμα, ένα ασφαλτόμιγμα με προσθήκη υποπροϊόντων ελαστικού και ένα ασφαλτόμιγμα με αντικατάσταση μικρής ποσότητας αδρανών με υποπροϊόντα ελαστικού. Με την εφαρμογή του πλαισίου προέκυψε ότι με την προσθήκη υποπροϊόντων ελαστικού στο ασφαλτόμιγμα, μειώνονται οι εκπομπές CO₂ και η απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας. Παράλληλα η αποδοτικότητα των ελαστικών κρίνεται αποδεκτή αφού συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στην χρήση ανανεώσιμων αποθεμάτων, στην βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και στην ανάπτυξη επενδυτικών ευκαιριών. Όσο αφορά την αντικατάσταση των αδρανών με υποπροϊόντα ελαστικών σε ασφαλτομίγματα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με το συμβατικό ασφαλτόμιγμα σχετικά με την μείωση του

CO₂ και της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας. Ωστόσο η αποδοτικότητα των ελαστικών βρίσκεται κυρίως σε διερευνώμενα επίπεδα.

Για την βελτίωση της αποδοτικότητας των ελαστικών τόσο κατά την προσθήκη όσο και κατά την αντικατάσταση με αδρανή υλικά, αναπτύχθηκε μοντέλο Βιομηχανικής Συμβίωσης μέσω του οποίου θα πραγματοποιείται ανταλλαγή πόρων και ενέργειας. Καθοριστήκαν οι συμμετέχοντες φορείς οι οποίοι θα συνεργαστούν με στόχο την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας των πόρων η οποία θα επιφέρει κοινωνικοοικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Λέξεις κλειδιά: Κυκλική Οικονομία, Ανάλυση Κύκλου Ζωής, Βασικοί Δείκτες Απόδοσης, Βιομηχανική Συμβίωση, Ανακυκλωμένα Ελαστικά, Τροποποιημένα ασφαλτομίγματα.

ABSTRACT

Global economy has traditionally followed a linear “take-make-dispose” model. That led to environmental degradation, due to the excessive use of resources and uncontrolled disposal of waste. Recycling and reuse of waste is the way out of environmental degradation, but to fully resolve this problem recycling must be incorporated into a model of circular economy.

End-of-life tyres are part of the waste that the economy must manage and exploit in a circular economy model. Although end-of-life tyres are fully recyclable, their efficiency as a resource for reuse is low when compared to other recyclable materials.

This dissertation presents the development of a general framework for Circular Economy, which is applied for the production of rubberized asphalt that contains recycled rubber from end-of-life tyres. This circular economy framework has been developed by considering the relevant theoretical background and undertaking a literature review. The proposed framework comprises of three parts: a Life Cycle Assessment, definition of Key Performance Indicators and development of Industrial Symbiosis.

The pilot demonstration of the proposed framework is carried out by comparing three scenarios for the production of asphalt mix used in road pavements. This included a conventional asphalt mix, an asphalt mix with recycled rubber additives and an asphalt mix where recycled crumb rubber was used for aggregate replacements. The demonstration of the general framework shows that by adding rubber in asphalt products, CO₂ emissions and gross energy requirement are reduced. Moreover, the performance of end-of-life tyres is acceptable, since the rubberized asphalt application contributes to the reduction of greenhouse gas emissions, to the use of recyclable resources, to the improvement of the environmental quality and the development of investment opportunities.

To improve the resource efficiency of end-of-life tyres, an Industrial Symbiosis model is also proposed to exchange material resources and energy. This model determines the participating industries that can work together to maximize resource efficiency, which is expected to lead to socio-economic and environmental benefits.

Keywords: Circular Economy, Life Cycle Assessment, Key Performance Indicators, Industrial Symbiosis, end-of-life tyres.