

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η σπουδαστική εργασία αξιολογεί το αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα της διαδικασίας της θερμοδιαμόρφωσης σε πολλαπλά επίπεδα: διεργασίας, εργαλειομηχανής και στο επίπεδο συστήματος. Χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση αξιολόγησης κύκλου ζωής (LCA), η μελέτη στοχεύει να ποσοτικοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με κάθε στάδιο της θερμοδιαμόρφωσης. Διαπιστώθηκε ότι οι εκπομπές άνθρακα σε επίπεδο συστήματος είναι σημαντικά υψηλότερες από εκείνες στα επίπεδα διεργασίας και μηχανής, κυρίως λόγω των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της εξόρυξης και της μεταφοράς ορυκτών. Τα στάδια εξόρυξης και μεταφοράς ορυκτών συμβάλλουν στο 73% του συνολικού αποτυπώματος διοξειδίου του άνθρακα, με τις εκπομπές σε επίπεδο συστήματος να είναι 19,2 φορές υψηλότερες από τις εκπομπές σε επίπεδο διεργασίας.

Διεξήχθη ανάλυση ευαισθησίας χρησιμοποιώντας τη μέθοδο One-at-a-Time (OAT) για να κατανοηθεί πώς οι αυξομειώσεις των παραγόντων εκπομπής άνθρακα επηρεάζουν το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα. Ο θεωρητικός υπολογισμός μιας μείωσης κατά 50% στο συστατικό του αργού πετρελαίου κατά την εξόρυξη και τη μεταφορά ορυκτών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατά 25% του CO₂ σε επίπεδο συστήματος. Άλλες σημαντικές μειώσεις παρατηρήθηκαν με μείωση 50% στο φυσικό αέριο κατά την εξόρυξη ορυκτών (11%), τη μεταφορά του τελικού προϊόντος (7%), την παραγωγή pellet (4%) και την ίδια τη διαδικασία θερμοδιαμόρφωσης (3%).

Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι οι προσπάθειες για τη μείωση του αποτυπώματος CO₂ της θερμοδιαμόρφωσης θα πρέπει να επικεντρωθούν στη βελτίωση της αποδοτικότητας της διαδικασίας, στην προμήθεια υλικών με χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και στη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής μεταφοράς.

Οι περιορισμοί περιλαμβάνουν την έλλειψη ολοκληρωμένων δεδομένων για συγκεκριμένο βοηθητικό εξοπλισμό, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε υποεκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα σε επίπεδο μηχανής.

Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εναλλακτικών υλικών με χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και πολιτικών που προωθούν τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών.

Λέξεις κλειδιά

Διεργασία θερμοδιαμορφωσης ; περιβαλλοντικό αντικτυπο ; εκπομπες διοξειδιου του ανθρακα ;
αποτυπωμα διοξειδιου του ανθρακα ; υπολογισμος εκπομπων CO₂ ;

ABSTRACT

This thesis evaluates the carbon footprint of the thermoforming process at multiple manufacturing levels: process, machine, and system. Utilizing a lifecycle assessment (LCA) approach, the study aims to quantify the environmental impacts associated with each stage of the thermoforming process. Fossil extraction and transportation stages contribute 73% of the total carbon footprint, with system-level emissions being 19.2 times higher than process-level emissions.

A sensitivity analysis was conducted using the One-at-a-Time (OAT) method to understand how variations of the carbon emission factors influence the overall carbon footprint. The theoretical calculation of a 50% decrease in the crude oil component during fossil extraction and transportation results in a reduction of 25% CO₂ at the system level. Other significant reductions were observed with a 50% decrease in natural gas during fossil extraction (11%), transportation of the final product (7%), pellet production (4%), and the thermoforming process itself (3%).

The results suggest that efforts to reduce the carbon footprint of thermoforming should focus on improving process efficiency, sourcing materials with lower environmental impacts, and optimizing transportation logistics. The study underlines the potential environmental benefits of integrating renewable energy sources, such as wind, solar, and hydropower, in the manufacturing sector where thermoforming processes take place. It was demonstrated through the sensitivity analysis that renewable energy can significantly reduce carbon emissions, supporting a transition to more sustainable manufacturing practices. Limitations include the lack of comprehensive data for certain auxiliary equipment, which may lead to an underestimation of the carbon footprint at the machine level.

Future research should explore the integration of renewable energy, alternative materials with lower environmental impacts, and policies promoting the use of recycled materials. By addressing these areas, significant reductions in the overall carbon footprint can be achieved, enhancing the sustainability of thermoforming processes.

Keywords

Thermoforming process ; environmental impact ; carbon emissions ; carbon footprint ; carbon emission calculation ;

