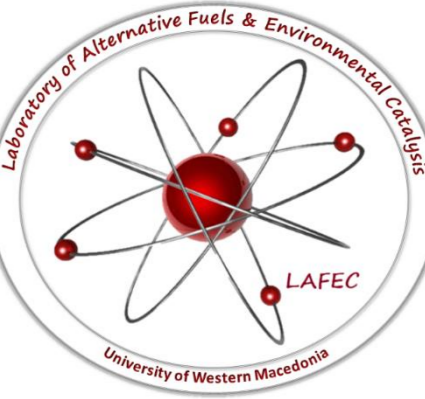


# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΜΕΤΑΛΛΟΥ ΜΕ ΤΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ SiO<sub>2</sub> ΣΤΗΝ ΕΚΛΕΚΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΛΥΚΕΡΟΛΗΣ ΜΕ ΑΤΜΟ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

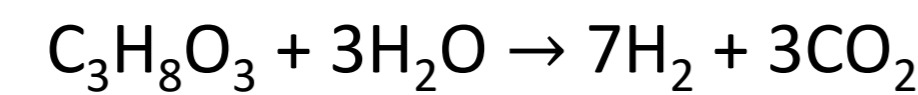
Αγγελική Λάτσιου<sup>1</sup>, Αθηνά Μπακαγιάννη<sup>1</sup>, Κυριάκος Παπαγερίδης<sup>1</sup>, Γεώργιος Σιακαβέλας<sup>1</sup>, Αμβρόσιος Γεωργιάδης<sup>1</sup>, Αναστάσιος Τσιότσιας<sup>1</sup>, Γεώργιος Θεοδωρίδης<sup>1</sup>, Βαλεντίνα Μούσιου<sup>1</sup>, Νικόλαος Χαρισίου<sup>1</sup> και Μαρία Γούλα<sup>1\*</sup>



<sup>1</sup>Εργαστήριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Περιβαλλοντικής Κατάλυσης, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

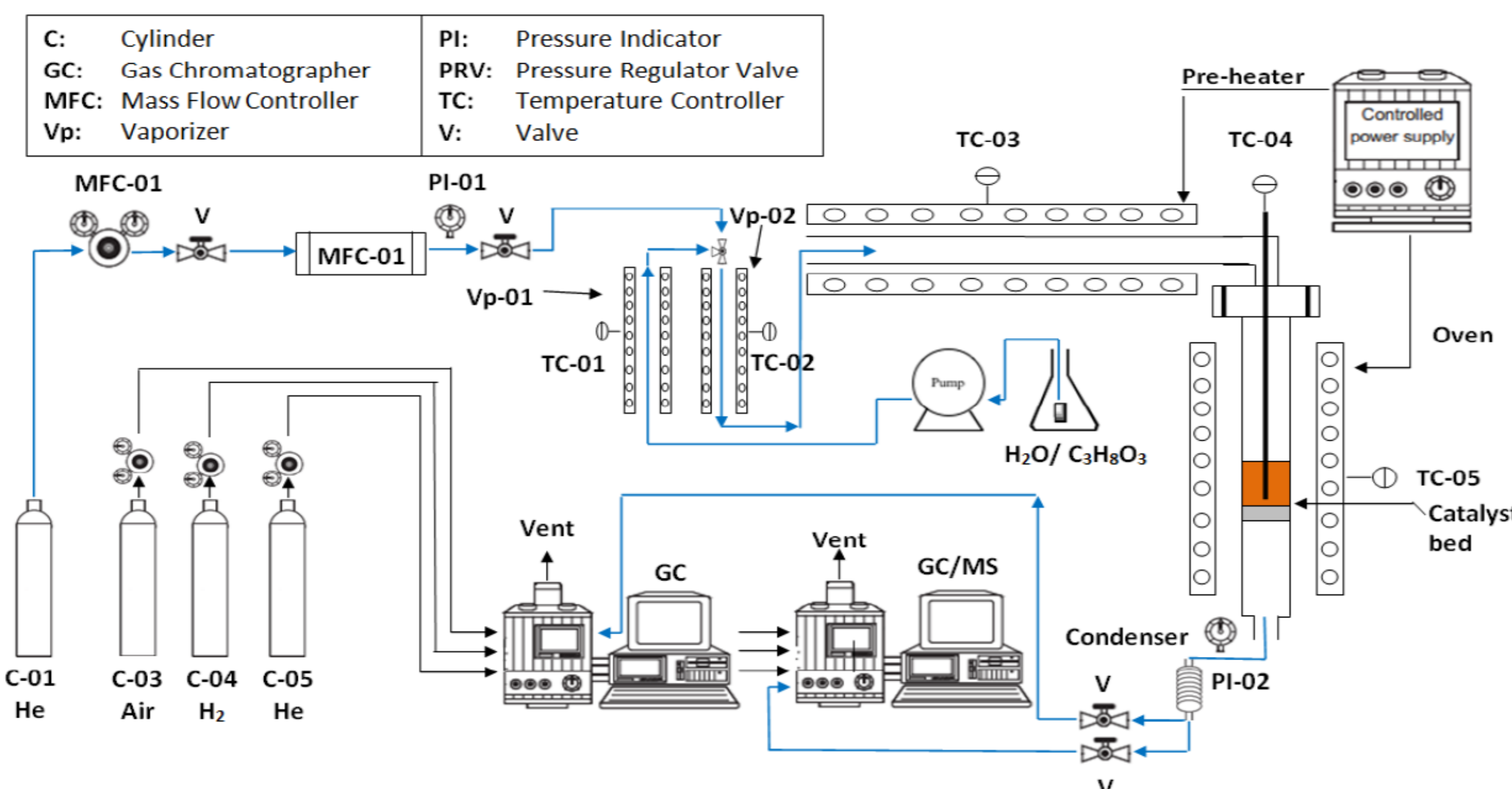
Η παραγωγή βιοντίζελ έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων γλυκερόλης, που αποτελεί το κύριο παραπροϊόν σε διεργασίες μετεστεροποίησης (≈ 10% κ.β.). Επομένως, ο διαχωρισμός και η περαιτέρω αξιοποίηση της γλυκερόλης έχουν αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς η παραγωγή της συνδέεται άμεσα και με την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση σε βιοκαύσιμα. Η αξιοποίηση αυτής της περίσσειας παραγόμενης γλυκερόλης για παραγωγή υδρογόνου ελκύει το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών, καθώς αποτελεί μία καλή εναλλακτική στη συνήθη παραγωγή υδρογόνου μέσω ατμοαναμόρφωσης του φυσικού αερίου. Η ατμοαναμόρφωση της γλυκερόλης για παραγωγή υδρογόνου μπορεί να περιγραφεί από την ακόλουθη γενική εξίσωση [1]:



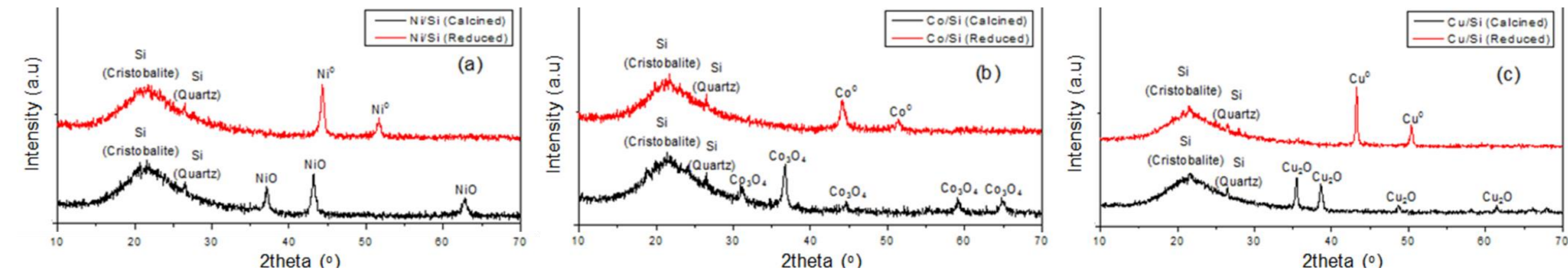
Εύκολα αναγωγίσιμα μεταβατικά μέταλλα όπως είναι το νικέλιο (Ni), το κοβάλτιο (Co) και ο χαλκός (Cu) που μπορούν να βρεθούν σε διάφορες βαθμίδες (0 έως και +4) είναι ιδιαίτερα δημοφιλή για χρήση ως ενεργές φάσεις σε διάφορες καταλυτικές διεργασίες [2]. Επιπρόσθετα, το υπόστρωμα SiO<sub>2</sub> είναι επίσης ευρέως χρησιμοποιούμενο εξαιτίας της μεγάλης ειδικής επιφάνειας και του χαμηλού του κόστους [3]. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μία συγκριτική μελέτη καταλυτών Ni, Co και Cu υποστηριζόμενων σε SiO<sub>2</sub> για την αντίδραση της ατμοαναμόρφωσης της γλυκερόλης.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

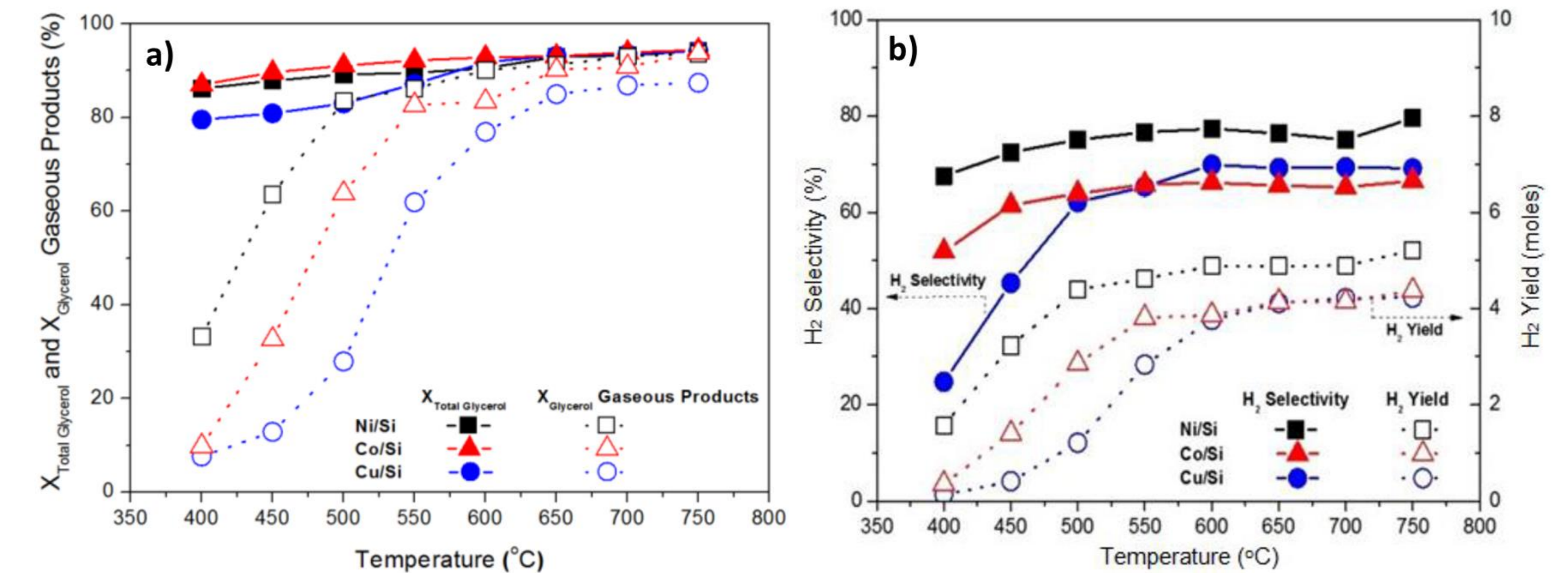
Οι καταλύτες Ni/SiO<sub>2</sub> (Ni/Si), Co/SiO<sub>2</sub> (Co/Si) και Cu/SiO<sub>2</sub> (Cu/Si) (5% κ.β. μέταλλο) παρασκευάστηκαν μέσω ξηρού εμπότισμού εμπορικού φορέα SiO<sub>2</sub> από υδατικά διαλύματα των αντίστοιχων νιτρικών αλάτων των μετάλλων με επακόλουθη πύρωση στους 800 °C για 5 ώρες. Η αναγωγή πραγματοποιήθηκε in-situ στον αντιδραστήρα με καθαρό H<sub>2</sub> στους 800 °C για 1h. Οι τεχνικές XRD, ICP-OES και φυσικής προσρόφησης N<sub>2</sub> χρησιμοποιήθηκαν για το χαρακτηρισμό των υλικών. Οι καταλυτικές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε αντιδραστήρα σταθεροποιούμενης κλίνης από ανοξείδωτο ατσάλι (I.D. = 14 mm) με χρήση τροφοδοσίας 0,12 ml/min υδατικού διαλύματος γλυκερόλης 20% κ.β.. Η ποσότητα καταλύτη που χρησιμοποιήθηκε ήταν 200 mg και το θερμοκρασιακό εύρος μεταξύ 400 °C και 750 °C.



Σχήμα 1. Διάταξη για τη διεξαγωγή των πειραμάτων ατμοαναμόρφωσης της γλυκερόλης.



Σχήμα 2. Περιθλασιγράμματα XRD για τους πυρωμένους και ανηγμένους καταλύτες a) Ni/Si, b) Co/Si και c) Cu/Si



Σχήμα 3. a) Συνολική μετατροπή και μετατροπή προς αέρια προϊόντα της γλυκερόλης, καθώς και b) Εκλεκτικότητα και απόδοση σε H<sub>2</sub> για τους καταλύτες Ni/Si, Co/Si και Cu/Si.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα περιθλασιγράμματα XRD ανιχνεύτηκαν κρυσταλλικές φάσεις οξειδίων NiO, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> και Cu<sub>2</sub>O για τους πυρωμένους καταλύτες και μεταλλικού Ni, Co και Cu για τους ανηγμένους (H SiO<sub>2</sub> έχει άμορφη δομή). Και οι 3 καταλύτες (Ni/Si, Co/Si και Cu/Si) παρουσίασαν υψηλές τιμές συνολικής μετατροπής της γλυκερόλης, ενώ ο καταλύτης Ni/Si παρουσίασε τις υψηλότερες μετατροπές γλυκερόλης σε αέρια προϊόντα, ενώ μόνο αέρια προϊόντα ανιχνεύτηκαν σε θερμοκρασία άνω των 600 °C γι' αυτόν τον καταλύτη. Επιπρόσθετα, ο καταλύτης Ni/Si παρουσίασε πολύ υψηλές τιμές εκλεκτικότητας σε H<sub>2</sub>, ενώ η απόδοση σε H<sub>2</sub> ήταν πολύ κοντά στο θεωρητικό μέγιστο, όπως προβλέπεται βάσει θερμοδυναμικής της αντίδρασης. Τέλος, ο καταλύτης Ni/Si οδήγησε σε πολύ μικρή παραγωγή CO στα αέρια προϊόντα, κάτι που είναι ιδιαίτερα επιθυμητό για χρήση σε κυψέλες καυσίμου οι οποίες περιέχουν ηλεκτροκαταλύτες ευαίσθητους σε δηλητηρίαση από CO.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] N.D. Charisiou, C. Italiano, L. Pino, V. Sebastian, A. Vita, M.A. Goula, *Renew. Energ.* 162 (2020) 908-925.
- [2] K.N. Papageridis, G.I. Siakavelas, N.D. Charisiou, D.G. Avraam, L. Tzounis, K. Kousi, M.A. Goula, *Fuel Process. Technol.* 152 (2016) 156-175.
- [3] N.D. Charisiou, K.N. Papageridis, G.I. Siakavelas, L. Tzounis, M.A. Goula, *BioRes.* 11 (2016) 10173-10189.