

ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑ-ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

Βλυσίδης Α., Μάη Σ., Μπαραμπούτη Ε. Μ.

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου

KEYWORDS: Αξιοποίηση παραπροϊόντων, βιομηχανία επεξεργασίας πατάτας, ελαχιστοποίηση χρήσης νερού, καθαρές τεχνολογίες

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για κάθε τόνο εισερχόμενης πατάτας απαιτούνται 4.78 tn νερού, το οποίο κατανέμεται σε 0.57 tn για το αρχικό πλύσιμο της πατάτας, 0.73 tn για το ξεφλούδισμα της, 0.28 tn για την υδρομεταφορά τους, 1.66 tn για το κόψιμο και το πλύσιμο των chips και 1.54 tn για το πλύσιμο μηχανημάτων και δαπέδων. Επίσης τα στερεά απόβλητα που δημιουργούνται ανέρχονται σε 90 kg για κάθε τόνο εισερχόμενης πατάτας και κατανέμονται σε 50 kg φλούδες και 30 kg άμυλο και 10 kg αδρανή υλικά. Τα στερεά απόβλητα εξέρχονται από τη βιομηχανία μαζί με τα υγρά έτσι ώστε αποτελεί ασύμφορη οποιαδήποτε μέθοδος διαχωρισμού και ανάκτησης του αμύλου. Στη παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία μέθοδος χρήσης του νερού με αντιρροή και με ανακύκλωση των παραγομένων υγρών αποβλήτων μετά από μερική απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τις διάφορες διεργασίες με χρήση μεμβρανών και υδροκυκλώνων.

MINIMIZATION OF WATER USE AND BY-PRODUCTS UTILIZATION IN POTATO PROCESSING INDUSTRIES

Vlyssides A., Mai S., Barampouti E. M.

National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, Heroon Polytechniou 9, Zographou

KEYWORDS: By-products utilization, clean technology, potato processing industry, water use minimization

ABSTRACT

For a tone of influent potato, 4.78 tn of water are required. The latter is apportioned to 0.57 tn for the initial potato washing, 0.73 tn for its flake, 0.28 tn for its water transport, 1.66 tn for its cut and for the chips washing and 1.54 tn for the machines and floor washing. Moreover, the produced waste is 90 kg per ton of influent potato and is apportioned to 50 kg potato skins, 30 kg starch and 10 kg inert. Any starch separation and recovery method is unaffordable since the waste leaves the industry along with the wastewater. In this study, an integrated system is presented; including reverse flow water and wastewater recycle after partial removal of suspended solids from various processes by membranes and cyclones.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι βιομηχανίες παραγωγής chips από πατάτα χρησιμοποιούν σημαντικές ποσότητες νερού και κατ' επέκταση παράγουν και μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων. Η παραγωγική διαδικασία (Σχήμα 1) των chips περιλαμβάνει [1]:

- την διαδικασία πρόπλυσης της πατάτας κατά την οποία η πατάτα πλένεται με νερό ώστε να απομακρυνθεί το χώμα το οποίο καλύπτεται ο φλοιός τους,
- το στάδιο της αποφλοιώσης όπου οι καρποί οδηγούνται σε δοχείο με περιστρεφόμενο πυθμένα, όπου ξεφλουδίζονται μηχανικά,
- το στάδιο της χειρωνακτικής ή μηχανικής διαλογής των καρπών και απομάκρυνση του μέρους των καρπών ή και ολόκληρων των καρπών που εμφανίζουν μετασυλλεκτικές ασθένειες κατά τη συντήρηση και που κρίνονται ακατάλληλοι για την παρακάτω επεξεργασία,
- τη διαδικασία της μηχανικής κοπής όπου οι ξεφλουδισμένες πατάτες κόβονται σε λεπτές φέτες (chips),
- τη διαδικασία πλυσίματος υδρομεταφοράς των chips στη μονάδα τηγανίσματος, και
- τη διαδικασία τελικού πλυσίματος με καθαρό νερό
- το στάδιο όπου οι φέτες στεγνώνονται με στράγγιση του νερού πλύσης, που είναι προσκολλημένο σε αυτές και
- το στάδιο τηγανίσματος όπου οι φέτες οδηγούνται σε ειδική μηχανή τηγανίσματος που το τηγάνισμα γίνεται με φυτικό λάδι στους 190° C. Το λάδι ανακυκλοφορεί συνέχεια στη μηχανή με τη βοήθεια μιας αντλίας, ενώ αποκτά την επιθυμητή θερμοκρασία περνώντας από έναν εναλλάκτη θερμότητας. Το λάδι αυτό, έπειτα από κάποιες ώρες ανακυκλοφορίας περνά σε ειδικό δοχείο φίλτρανσης όπου και κατακρατούνται τα αιωρούμενα στερεά.
- τα στάδια του αλατίσματος, στο οποίο εκτός από αλάτι προστίθενται στα chips και διάφορα αρώματα, του ζυγίσματος-συσκευασίας και της αποθήκευσης. Στα δυο τελευταία τα chips ζυγίζονται από ειδικές μηχανές και συσκευάζονται σε φάκελα πολυπροπυλενίου. Αυτά έπειτα τοποθετούνται σε χαρτοκιβώτια και οδηγούνται στους χώρους αποθήκευσης ετοιμών προϊόντων όπου και παραμένουν μέχρι να διατεθούν στην αγορά.

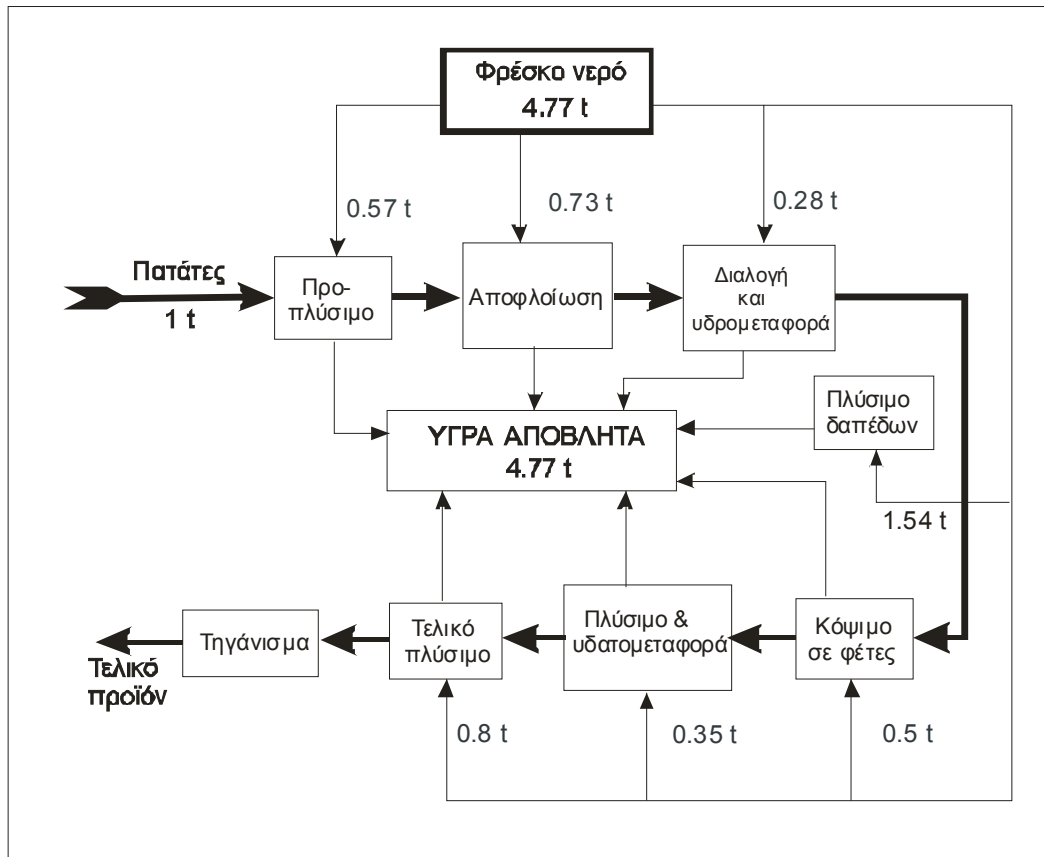
Υγρά απόβλητα παράγονται μόνο από τις διαδικασίες πλυσίματος της πατάτας καθώς επίσης και από τη διαδικασία πλυσίματος των βιομηχανικών δαπέδων και μηχανημάτων. Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των επί μέρους αποβλήτων καθώς και του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται σε μία βιομηχανία παραγωγής chips φαίνονται στον Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά παραγωγής υγρών αποβλήτων ανά διεργασία επεξεργασίας της πατάτας

Διεργασία	Παροχή m ³ /tn	TSS kg/tn	VSS kg/tn	COD mg/l	BOD5 mg/l
1 Προπλύσιμο πατάτας	0.57	12.2	1.0	736	27
2 Αποφλοιώση πατάτας	0.73	50.4	43.8	8004	3165
3 Διαλογή κατά μεγέθη	0.28	8.3	7.4	8188	3312
4 Κόψιμο σε chips	0.5	12.4	11.4	8464	3539
5 Υδρομεταφορά chips	0.35	18	17.3	8832	3854
6 Τελικό πλύσιμο φετών	0.8	9.1	8.7	8832	3854
7 Πλύσιμο δαπέδων	1.54	1.01	0.3	2300	261
Σύνολο	4.77	111.4	89.9	5552	2067

Τα μειονεκτήματα λειτουργία της βιομηχανίας σύμφωνα με το διάγραμμα του σχήματος 1 είναι: (α) η υπερβολική χρήση καθαρού νερού με ανάλογη μεγάλη παραγωγή υγρών αποβλήτων.

(β) η απαίτηση μεγάλων μονάδων βιολογικής επεξεργασίας εξαιτίας της υψηλής υδραυλικής φόρτισης τους και
 (γ) η αδυναμία αξιοποίησης των στερεών αποβλήτων εξαιτίας της δυσκολίας τους να διαχωριστούν ανάλογα με την εμπορική τους αξία (π.χ. διαχωρισμός αμύλου από χώματα και φλούδες).



ΣΧΗΜΑ 1: Διαδικασίες παραγωγή chips από πατάτα και παραγωγή υγρών αποβλήτων

Η εργασία αυτή, βασισμένη στις αρχές του σχεδιασμού καθαρών βιομηχανιών, προτείνει μία νέα διαχείριση χρήσης του νερού στις βιομηχανίες παραγωγής chips.

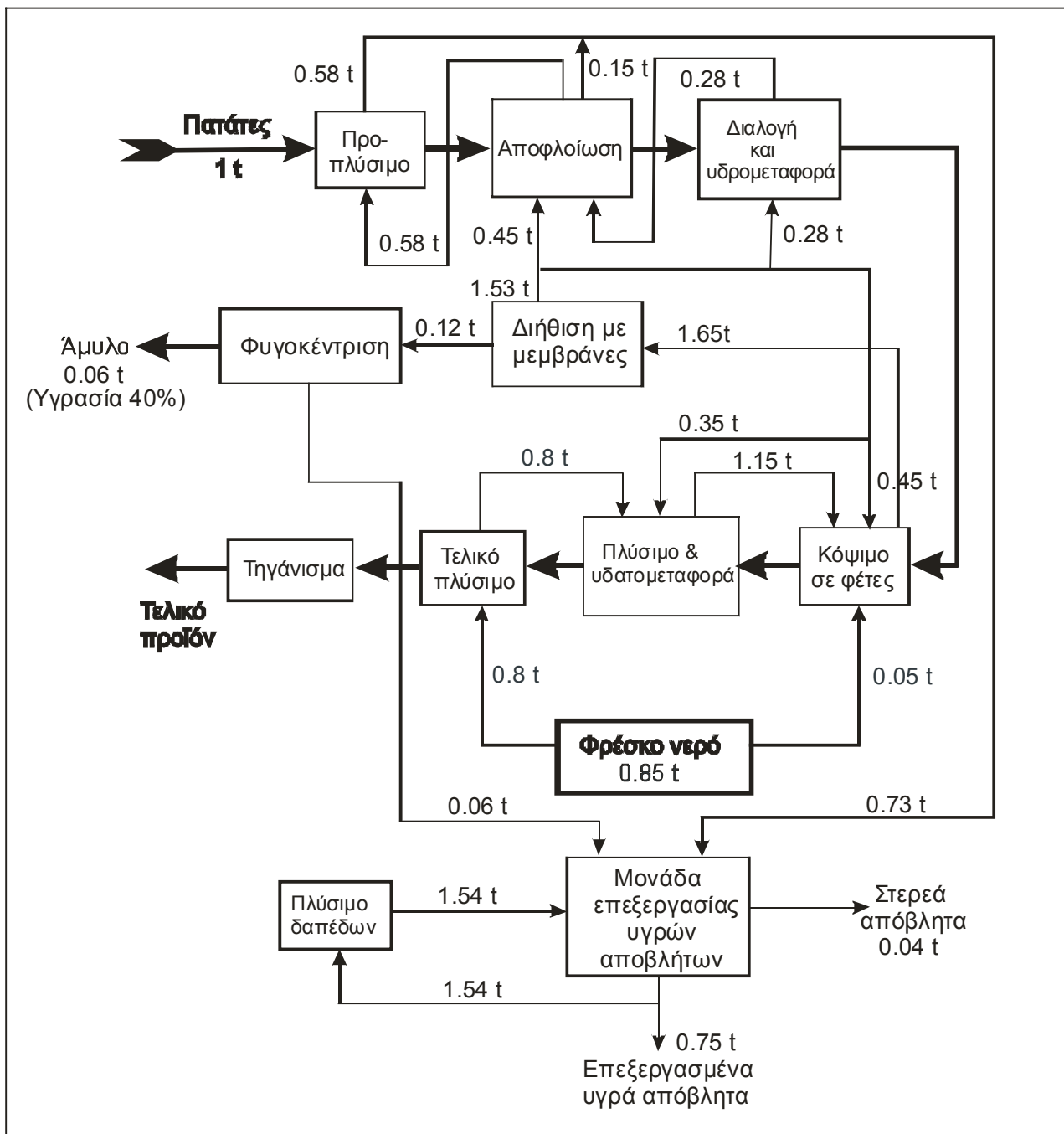
2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ

Όλη η αναγκαία ποσότητα του καθαρού νερού προστίθεται στο τελικό πλύσιμο και στο κόψιμο της πατάτας σε φέτες διότι είναι οι μόνες διεργασίες που πρέπει να λειτουργήσουν με καθαρό νερό. Επίσης ένα παραπροϊόν που θα μπορούσε να εξαχθεί είναι το άμυλο το οποίο όμως για να αποκτήσει εμπορεύσιμη αξία πρέπει να εξαχθεί από τις δύο τελευταίες διεργασίες προ του τηγανίσματος. Μία τεχνολογία διαχωρισμού του αμύλου από υδάτινα αιωρήματά του είναι η τεχνολογία των μεμβρανών [2]. Εφαρμόζοντας τεχνικές ελαχιστοποίησης του χρησιμοποιούμενου νερού με επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των επεξεργασμένων αποβλήτων σύμφωνα με τη θεωρία του οριακού σημείου λειτουργίας της βιομηχανίας [3] προκύπτει το διάγραμμα χρήσης του νερού του Σχήματος 2.

Αναλυτικότερα προτείνεται βάση των παραπάνω το ακόλουθο σχήμα διαχείρισης χρήσης του νερού στις βιομηχανίες παραγωγής chips. 0.8t φρέσκου νερού χρησιμοποιούνται για το τελικό πλύσιμο της πατάτας, το οποίο ακολούθως χρησιμοποιείται στο προηγούμενο στάδιο του

πλυσίματος και υδατομεταφοράς της πατάτας. Για το στάδιο αυτό απαιτούνται επιπλέον 0.35t νερού, οι οποίοι είναι μέρος της εκροής της διήθησης με μεμβράνες. Όλο το νερό από το στάδιο αυτό προσαυξημένο κατά 0.05t φρέσκου νερού και 0.45t νερού διήθησης χρησιμοποιείται για το κόψιμο σε φέτες της πατάτας. Η εκροή του σταδίου αυτού οδηγείται για διήθηση με μεμβράνες. Οι ανάγκες νερού του σταδίου της διαλογής και υδρομεταφοράς καλύπτονται και πάλι από την εκροή της διήθησης. Κατά την αποφλοιώση εισέρχονται 0.45t νερού που έχουν υποστεί διήθηση και η εκροή της διαλογής. Μέρος της εκροής της αποφλοιώσης χρησιμοποιείται για το αρχικό πλύσιμο της πατάτας. Για την παραλαβή του αμύλου σε εμπορεύσιμη μορφή μετά τη διήθηση με μεμβράνες ακολουθεί φυγοκέντρωση, απ' όπου παραλαμβάνονται 0.06t αμύλου με υγρασία 40% κ.β. Τελικά στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων συγκεντρώνονται 2.33t αποβλήτου. Μετά την επεξεργασία παράγονται 0.04t στερεών αποβλήτων και 2.29t επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, εκ των οποίων 1.54t χρησιμοποιούνται για το πλύσιμο των δαπέδων της εγκατάστασης και το υπόλοιπο 0.75t διατίθεται.

Έτσι η συνολική αναγκαία ποσότητα καθαρού νερού ελαττώνεται σε 0.85 τόνους για κάθε τόνο εισερχόμενης πατάτας. Παράλληλα το άμυλο σε εμπορεύσιμη μορφή έχει την δυνατότητα να διαχωριστεί μέσα στη παραγωγική διαδικασία σε ποσότητα 60 kg για κάθε τόνο πατάτας. Με το τρόπο αυτό το ρυπαντικό φορτίο των παραγομένων υγρών αποβλήτων ελαττώνεται σε 3.85 kg COD για κάθε τόνο πατάτας, (έναντι των 10 kg COD/tn πατάτας) καθιστώντας την βιολογική επεξεργασία τους πλέον αποδοτική. Με την προτεινόμενη μέθοδο η βιομηχανική επεξεργασία της πατάτας γίνεται σημαντικά «καθαρότερη» τεχνολογία.



ΣΧΗΜΑ 2: Ανακύκλωση επεξεργασμένων και μη αποβλήτων καθώς και παραγωγή αμύλου από μία μονάδα σχεδιασμένη με τα πρότυπα των καθαρών βιομηχανιών

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα του προτεινόμενου σχήματος χρήσης του νερού είναι:

1. Ελαττώνει το νερό απόρριψης στο περιβάλλον από 4.77 m³/tn τροφοδοτούμενης πατάτας σε 0.75 m³/tn.
2. Παραλαμβάνει το άμυλο σε καθαρή μορφή κατ' ευθείαν από την παραγωγική διαδικασία, δίνοντας στο παραπροϊόν αυτό μία διαφορετική εμπορική διάσταση
3. Διαχωρίζει τα υγρά απόβλητα σε δύο ανεξάρτητες ροές: (α) τα απόβλητα που περιέχουν φλούδες, έλαια και χόματα και (β) τα απόβλητα που περιέχουν ενυδατωμένο άμυλο. Με τον

τρόπο αυτό εύκολα μπορούν να διαχωριστούν τα παραπροϊόντα: χώματα, λάδια, φλούδες έτσι ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν καταλλήλως.

4. Η μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων «ελαφρύνεται» κατά πολύ τόσο σε υδραυλικά φορτία όσο και σε ρυπαντικά φορτία έτσι ώστε απλοποιείται η λειτουργία της με ανάλογη ελάττωση των απαιτούμενων παγίων και λειτουργικών εξόδων.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kárpáti. A. and Schultheisz. Z. (1984). “**Food Industries and the Environment - Possibilities of Liquid Waste Control in Starch Manufacture**”. Edited by J. Hollo. Hungary, pp.461-468.
2. Mitch. L.E. (1984). “**Starch : Chemistry and Technology – Potato Starch : Production and Uses.**” Edited by R.L. Whistler. J.N. Bemiller and E.F. Paschall, Academic Press, New York, pp. 479-490.
3. Α. Βλυσίδης (2004). “**Σχεδιασμός Εγκαταστάσεων Καθαρών Βιομηχανιών**”. Εκδόσεις ΕΜΠ