



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΜΑΘΗΜΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΕ  
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου Ανοιχτού  
Κώδικα

Δημήτριος Πολίτης (ΥΔ)

Επιβλέπων  
Καθ. Ευστάθιος Συκάς

7 Μαρτίου 2018



# Περιεχόμενα

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Εισαγωγή</b>                              | <b>1</b> |
| 1.1      | Εισαγωγή . . . . .                           | 1        |
| 1.2      | Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου . . . . . | 1        |
| 1.2.1    | Πλεονεκτήματα . . . . .                      | 1        |
| 1.2.2    | Μειονεκτήματα . . . . .                      | 2        |
| 1.3      | Κατηγοριοποίηση των CMS . . . . .            | 2        |
| <b>2</b> | <b>Παρουσίαση των Opensource CMS</b>         | <b>4</b> |
| 2.1      | Drupal . . . . .                             | 4        |
| 2.2      | Joomla . . . . .                             | 4        |
| 2.3      | Wordpress . . . . .                          | 5        |
| 2.4      | Συμπεράσματα . . . . .                       | 6        |
|          | <b>Παραρτήματα</b>                           | <b>7</b> |

# Κατάλογος Πινάκων

|   |   |
|---|---|
| 2.1 Πίνακας Σύγκρισης Open Source CMS . . . . . | 6 |
|---|---|

# Κατάλογος Σχημάτων

## Περίληψη

Στο παρόν μελετώνται τα λογισμικά ανοιχτού κώδικα, τα οποία αφορούν σε διαχείριση περιεχομένου, με έμφαση στο web content και τις δυναμικές ιστοσελίδες. Παρουσιάζονται αρχικά τα διαθέσιμα λογισμικά, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους και στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία δημιουργίας ενός ιστοτόπου Drupal με τη χρήση αυτοματοποιημένων εργαλείων (ansible, vagrant).

**Λέξεις κλειδιά:** Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου, Ανοιχτός Κώδικας, Εξυπηρετητής Ιστοσελίδων Διαδίκτυο.

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Εισαγωγή

Στην εποχή του διαδικτύου λένε ότι υπάρχει κάποιος ή κάτι όταν έχει ηλεκτρονική παρουσία σε αυτό. Μπορεί αυτό να ακούγεται εν μέρει υπερβολικό, αλλά η εικόνα που παρουσιάζει μια εταιρία ή ένα φυσικό πρόσωπο στο διαδίκτυο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την φήμη και την αξιοπιστία του.

Η δημιουργία, η συντήρηση και η ανανέωση του δυναμικού περιεχομένου των ιστοτόπων αποτελεί ένα δύσκολο αντικείμενο την διευκόλυνση του προσωπικού, το οποίο ασχολείται συστηματικά με τις παραπάνω εργασίες, έχουν αναπτυχθεί ειδικά εργαλεία, τα οποία ονομάζονται Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου.

## 1.2 Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου

Τα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Management Systems, CMS) είναι εργαλεία δημιουργίας και διαχείρισης ιστοτόπων. Οι εφαρμογές αυτές εξαλείφουν την ανάγκη συγγραφής κώδικα προγραμματισμού [2]. Από τη στιγμή την οποία έχουν αναπτυχθεί εντός των υποδομών, επιτρέπουν σε προσωπικό με μη εξειδικευμένες γνώσεις να διαχειρίζονται το περιεχόμενο των ιστοσελίδων τους. Η επίπονη διαδικασία ανάπτυξης κώδικα για την ανανέωση των ιστοσελίδων, αντικαθίσταται από μια φιλική προς το χρήστη, διεπαφή.

### 1.2.1 Πλεονεκτήματα

Υπάρχουν αρκετές δεκάδες διαθέσιμα λογισμικά αυτού του είδους και πολλά από αυτά είναι δωρεάν - ανοιχτού κώδικα. Κάθε CMS έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά, δυνατότητες ή διεπαφή χρήστη. Οι εφαρμογές αυτές είναι διαθέσιμες σχεδόν από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται από όλο και περισσότερους χρήστες.

Πολλές φορές, ακόμα και έμπειροι προγραμματιστές προτιμούν την ευκολία ενός CMS από το να γράφουν τον κώδικα για έναν ιστότοπο από την αρχή. Η χρήση των CMS διευκολύνει την ταχύτερη ανάπτυξη του ιστοτόπου, εφόσον είναι αυτή δυνατή ακόμα και εντός λίγων ημερών. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα παρακολούθησης των αλλαγών στον κώδικα με τη χρήση ενσωματωμένων εργαλείων version control [1].

Όλο και περισσότερα CMS είναι πλέον λογισμικά ανοιχτού κώδικα. Η ιδιότητά αυτή επιτρέπει στους χρήστες να αναπτύσσουν πρόσθετα (add-ons) και να τεκμηριώνουν πληρέστερα τις λειτουργίες τους. Επίσης, είναι δυνατή η παροχή βοήθειας, ανταλλαγή απόψεων, σχολίων κτλ μεταξύ χρηστών.

Πολλά από τα CMS δημιουργούν την δομή της ιστοσελίδας χρησιμοποιώντας θέματα. Τα θέματα βοηθούν στην καλή εμφάνιση της ιστοσελίδας, γεγονός το οποίο με τη σειρά του κάνει τους χρήστες να επιστρέφουν για νέο περιεχόμενο. Η αλλαγή θεμάτων και δομής της ιστοσελίδας είναι αρκετά εύκολη διαδικασία με τη χρήση CMS. Επίσης πολλά από τα θέματα βασίζονται σε αρχεία CSS ή HTML, πράγμα το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να τα παραμετροποιούν σύμφωνα με τις ανάγκες τους και να διατηρούν μια σταθερή εμφάνιση σε όλες τις ιστοσελίδες. Τέλος, πολλά λογισμικά CMS παρέχουν

είτε δωρεάν επιπλέον θέματα, είτε επί πληρωμή, αυξάνοντας κατακόρυφα τις δυνατότητες των επιλογών.

Τα περισσότερα CMS είναι φτιαγμένα ώστε να παρέχουν την απαραίτητη συμβατότητα με άλλα frameworks ή standards, αυξάνοντας την παραγωγικότητα και τις δυνατότητές τους [1].

Επίσης, τα CMS έχουν τη δυνατότητα για αναβάθμιση όλων των λειτουργικών μερών τους με τη χρήση απλών οδηγιών, φιλικών προς το χρήστη. Τις περισσότερες φορές παρέχεται και η δυνατότητα rollback, εφόσον η διαδικασία δεν επιτευχθεί με επιτυχία.

Τα CMS βοηθούν στην απλοποίηση των διαδικασιών και από την πλευρά των μη τεχνικών χρηστών, καθώς δεν απαιτούν κάποια εξειδικευμένη τεχνική γνώση για την ανάρτηση νέου περιεχομένου σε υπάρχουσες ιστοσελίδες, για παράδειγμα ιστολόγια.

Τέλος, τα CMS παρέχουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο ασφαλείας έναντι σε επιθέσεις εκμετάλλευσης αδυναμιών στον κώδικα των ιστοσελίδων, καθώς πρόκειται για λογισμικά, τα οποία περνούν από εκτεταμένους ελέγχους κατά την ανάπτυξή τους, πριν την κυκλοφορία τους. Αυτό ισχύει τόσο για τα λογισμικά ανοιχτού κώδικα - τα οποία υποστηρίζονται συνήθως από μια μεγάλη κοινότητα χρηστών - όσο και τα εμπορικά CMS. Στα παραπάνω αξίζει να προστεθεί το γεγονός ότι τα περισσότερα CMS παρέχουν ενσωματωμένους μηχανισμούς παρακολούθησης και εξαγωγής συμπερασμάτων από τα αρχεία καταγραφής.

### 1.2.2 Μειονεκτήματα

Τα λογισμικά CMS έχουν ένα κύριο μειονέκτημα το οποίο κυρίως αφορά στον περιορισμό των δυνατοτήτων παραμετροποίησης μιας εφαρμογής, όταν αυτή αναμένεται να λειτουργήσει υπό διαφορετικά περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, όταν μια εφαρμογή αναγκαστεί να λειτουργήσει πίσω από ένα πλήθος firewall η reverse proxy. Το παραπάνω πρόβλημα συνήθως αντιμετωπίζεται με plugins στα πιο δημοφιλή CMS (για παράδειγμα wordpress).

Ένα ακόμα μειονέκτημα, το οποίο αφορά συνήθως στους διαχειριστές συστημάτων, είναι ότι τα περισσότερα CMS απαιτούν ειδικές ρυθμίσεις - πολλές φορές μη-ασφαλείς ή εγκατάσταση ειδικών εργαλείων στους παραγωγικούς server (για παράδειγμα drush - drushx για το drupal).

## 1.3 Κατηγοριοποίηση των CMS

Τα CMS μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το περιεχόμενο, το οποίο πραγματεύονται, σε κατηγορίες όπως παρακάτω:

**CMS γενικής χρήσης** . Τα CMS αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ιστοσελίδων γενικού περιεχομένου. Συνήθως περιλαμβάνουν ενημερωτικό ή προωθητικό περιεχόμενο, χωρίς να περιλαμβάνουν αγοραπωλησίες. Τα τρία πιο διαδεδομένα σύγχρονα CMS είναι λογισμικά ανοιχτού κώδικα, το καθένα με τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του.

**CMS ηλεκτρονικού εμπορίου** . Συνήθως χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση ηλεκτρονικών καταστημάτων. Αποτελούν στις περισσότερες των περιπτώσεων ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικών αγορών με λειτουργικότητες που εκτείνονται από την καταχώρηση της επιθυμίας ενός πελάτη στο καλάθι αγορών, μέχρι την εκδόσή τιμολογίων, αποστολή στον πελάτη, ακόμα και παρακολούθηση αποθεμάτων.



**CMS δημοπρασιών** . Αποτελούν συναφή κατηγορία με την παραπάνω με τη διαφορά ότι αφορούν ηλεκτρονικές δημοπρασίες. Πολλές φορές μπορούν κάποια CMS να ανήκουν και στις δυο κατηγορίες (π.χ. PHP-ProBid).

**CMS διαχείρισης πολυμέσων (DAMS)** . Αφορούν σε CMS τα οποία χειρίζονται vlogs ή σελίδες με πολυμέσα γενικότερα.

Στο παρόν παρουσιάζονται τα κυριότερα CMS γενικού περιεχομένου, ανοιχτού κώδικα με έμφαση στα δημοφιλέστερα, με βάση το μερίδιο αγοράς του καθενός.

## 2 Παρουσίαση των Opensource CMS

Παρακάτω παρουσιάζονται τα κυριότερα Opensource CMS με μια συνοπτική περιγραφή και τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματά του.

### 2.1 Drupal

Το Drupal είναι ένα ισχυρό και εξελιγμένο CMS framework το οποίο στηρίζει την λειτουργία του στην γλώσσα php και στην ύπαρξη μιας βάσης δεδομένων, όπως η MySQL. Το Drupal παρέχει ένα ευέλικτο περιβάλλον, το οποίο χρησιμοποιείται για τη διαχείριση ιστοτόπων διαφόρων τύπων και προφίλ. Το Drupal μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία πλούσιων σε περιεχόμενο ιστοσελίδων με διαδραστικό περιεχόμενο, όπως φόρουμ, blogs χρηστών και υπηρεσίες ανταλλαγής προσωπικών μηνυμάτων.

Το Drupal χρησιμοποιείται σε αρκετούς γνωστούς διαδικτυακούς τόπους, όπως για παράδειγμα το <http://www.weather.com>. Καθώς βρίσκεται σε ενεργό κύκλο ανάπτυξης, αναβαθμίζεται αρκετά συχνά (σχεδόν κάθε 2 - 4 μήνες). Η εκτεταμένη κοινότητα χρηστών παρακολουθεί τα σχετικά συνέδρια, τα οποία λαμβάνουν χώρα κάθε 2 χρόνια σε Ευρώπη και Αμερική.

Η δύναμη του Drupal βρίσκεται στην καλά οργανωμένη δομή του. Το Drupal ξεκινά με ένα βασικό σύνολο αρχείων, το οποίο μπορεί να εμπλουτισθεί στη συνέχεια με διάφορα πρόσθετα, όπως θέματα ή αρθρώματα, που αυξάνουν τη λειτουργικότητά του. Ο αρχικός πυρήνας των αρχείων μπορεί να έχει ένα βασικό σετ από πρόσθετα ή θέματα, τα οποία μπορούν να τροποποιηθούν κατά βούληση.

Πέρα από τις παραπάνω παραμετροποιήσεις, υπάρχει διαθεσιμότητα σε σύνολα από πρόσθετα, τα οποία προορίζονται για συγκεκριμένη χρήση και συνήθως έρχονται με τη μορφή Drupal διανομών. Διατίθενται για παράδειγμα διανομές για απλές εταιρικές ιστοσελίδες, για ενημερωτικού τύπου - πολυμεσικές ή ακόμα και διανομές γενικής χρήσης community-based.

### 2.2 Joomla

Το Joomla αναπτύσσεται ενεργά από το 2005 και χρησιμοποιείται σε πολύ γνωστές ιστοσελίδες όπως τις eBay, General Electric, Ikea κ.α. Το Joomla συγκριτικά με το Drupal, το οποίο έχει περισσότερα πρόσθετα και θέματα, εμφανίζεται και αυτό αρκετά ενισχυμένο σε πλήθος πρόσθετων και επεκτάσεων. Εκτός αυτού, η βάση χρηστών και των δύο CMS είναι αρκετά εκτεταμένη και έτσι είναι αρκετά εύκολη η εύρεση οδηγιών στο διαδίκτυο για αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων.

Το Joomla απευθύνεται κυρίως σε χρήστες μέσου επιπέδου γνώσεων. Διαθέτει εργαλεία για την συνεργατική ανάπτυξη ενός ιστοτόπου, αλλά και για κεντρικοποιημένη διαχείριση της διαδικασίας ανάπτυξης. Η διαδικασία εγκατάστασης δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολη, αλλά η δημιουργία περιεχομένου δεν είναι τόσο εύκολη σε σχέση με το επόμενο προς εξέταση CMS, το Wordpress.

## 2.3 Wordpress

Το Wordpress δημιουργήθηκε αρχικά ως μια πλατφόρμα για τη δημιουργία και συντήρηση blogs. Είναι μέχρι σήμερα, χωρίς αμφιβολία η ευκολότερη στη χρήση πλατφόρμα και ίσως η πιο δημοφιλής. Η ανάπτυξή της ξεκίνησε το 2003 και είναι ενεργή μέχρι σήμερα. Χρησιμοποιείται ήδη σε 60 εκατομμύρια περίπου ιστότοπους με ρυθμό αύξησης περίπου 100.000 νέους ιστότοπους ανά ημέρα.

Το Wordpress είναι καλύτερο για την δημιουργία στατικού περιεχομένου. Αυτό δε σημαίνει όμως ότι δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για δυναμικό ή περίπλοκο περιεχόμενο, καθώς η μεγάλη βάση χρηστών του έχει προσθέσει πλήθος λειτουργιών. Σήμερα η ανάπτυξή του καθοδηγείται ενεργά από την εταιρία Automattic, με την απήχρησή του να γίνεται όλο και μεγαλύτερη.

| Attribute                        | Drupal                               | Joomla                        | WordPress             |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Website                          | drupal.org                           | joomla.org                    | wordpress.org         |
| Latest version                   | 8.1.3                                | 3.6                           | 4.6.1                 |
| Release date                     | 2016 Jun 15                          | 2016 Aug 4                    | 2016 Sep 7            |
| License                          | Open Source                          | Open Source                   | Open Source           |
| Supported databases              | MySQL, PostgreSQL                    | MySQL, PostgreSQL, SQL Server | MySQL                 |
| Platform                         | PHP                                  | PHP                           | PHP                   |
| Security Captcha                 | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Content Approval                 | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Email Verification               | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Granular Privileges              | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Authentication methods           | LDAP (plugin), NTLM (plugin), Custom | LDAP, Custom                  | LDAP (plugin), Custom |
| Session Management               | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| SSL Compatible                   | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Login History                    | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Modifications History            | Yes                                  | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Commercial Support               | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Developer Community              | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Public Forum                     | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Plugin API                       | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Drag & Drop Content              | No (Plugin Only)                     | Yes                           | Yes                   |
| Image Resizing                   | No (Plugin Only)                     | Yes                           | Yes                   |
| Multiple Upload                  | No (Plugin Only)                     | Yes                           | Yes                   |
| Spellchecker                     | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | Yes                   |
| Style Wizard                     | No (Limited)                         | No                            | No                    |
| Subscriptions                    | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Template Language                | Yes (Limited)                        | Yes                           | No                    |
| Undo                             | Yes (Limited)                        | No                            | Yes (Limited)         |
| WYSIWYG Editor                   | No (Plugin Only)                     | Yes                           | Yes                   |
| Extensible User Profiles         | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Interface Localization           | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Performance & Caching            | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Load Balancing                   | Yes (Limited)                        | Yes                           | Yes (Limited)         |
| Database Replication             | Yes (Limited)                        | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Static Content Export            | No                                   | No                            | No (Plugin Only)      |
| Multilingual Content             | Yes                                  | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Multi-Site Deployment            | Yes                                  | No (Plugin Only)              | Yes                   |
| RSS (Content Syndication)        | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Advertising Management           | No (Plugin Only)                     | Yes                           | No                    |
| Content Scheduling               | No (Plugin Only)                     | Yes                           | Yes (Limited)         |
| Inline Administration            | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Package Deployment               | No                                   | No                            | No                    |
| Sub-sites / Roots                | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Themes / Templates               | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Web Statistics                   | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Web-based Translation Management | Yes                                  | No (Plugin Only)              | Yes (Limited)         |
| Workflow Engine                  | Yes (Limited)                        | No (Plugin Only)              | No                    |
| FTP Support                      | Yes (Limited)                        | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| UTF-8 Support                    | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| WebDAV Support                   | No                                   | No                            | No                    |
| XHTML Compliant                  | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Blog                             | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Chat                             | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Classifieds                      | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Contact Management               | No (Plugin Only)                     | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Forum (Discussion)               | Yes                                  | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Document Management              | Yes (Limited)                        | No (Plugin Only)              | No                    |
| Events Management                | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| FAQ Management                   | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| File Distribution                | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Graphs and Charts                | No                                   | No (Plugin Only)              | No                    |
| Guestbook                        | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Help Desk / Bug Reporting        | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No                    |
| Job Postings                     | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Link Management                  | No (Plugin Only)                     | Yes                           | Yes                   |
| Mail Form                        | No (Plugin Only)                     | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Matrix                           | No                                   | No                            | No                    |
| My Page / Dashboard              | No (Plugin Only)                     | Yes                           | Yes                   |
| Newsletter management            | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Photo Gallery                    | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | Yes                   |
| Project Tracking                 | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No                    |
| Search Engine                    | Yes                                  | Yes                           | Yes                   |
| Polls                            | Yes                                  | Yes                           | No (Plugin Only)      |
| Tests / Quizzes                  | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |
| Surveys                          | No (Plugin Only)                     | No (Plugin Only)              | No (Plugin Only)      |

| Attribute              | Drupal           | Joomla           | WordPress        |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Time Tracking          | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) |
| WYSIWYG                | No (Plugin Only) | Yes              | Yes              |
| User Contributions     | Yes              | Yes              | Yes              |
| Web Services Front End | Yes (Limited)    | Yes              | No (Plugin Only) |
| Wiki                   | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) |
| Shopping Cart          | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) |
| SEO Metadata           | Yes              | Yes              | Yes              |
| SEO Friendly URLs      | Yes              | Yes              | Yes              |
| Site Map               | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) | No (Plugin Only) |

Table 2.1: Πίνακας Σύγκρισης Open Source CMS

## 2.4 Συμπεράσματα

Στο παρόν, παρουσιάστηκε ένα μοντέλο προσομοίωσης του πρωτοκόλλου πολλαπλής πρόσβασης μέσου (MAC) τύπου slotted aloha. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης έδειξαν τιμές πολύ κοντά στις θεωρητικά αναμενόμενες. Συγκεκριμένα, η αύξηση των μηνυμών προσωρινής αποθήκευσης πακέτων (receiving buffers) στους σταθμούς, είχε θετική επίδραση στην απόδοση του συστήματος S, η οποία όμως εμφανίζονταν φθίνουσα, καθώς αυξάνονταν το πλήθος των σταθμών M. Επίσης, η αύξηση του πλήθους των receiving buffers πάνω από δύο, δεν είχε κάποια σημαντική επίδραση στην αποδοτικότητα του συστήματος. Αντιθέτως, η αύξηση των διαύλων επικοινωνίας μεταξύ των κόμβων είχε σημαντικά θετική επίδραση στην διεκπεραιωτική δυνατότητα του συστήματος και τη μείωση της καθυστέρησης, ανεξάρτητα από το πλήθος των σταθμών.

Τα παραπάνω καταδεικνύουν ότι η βέλτιστη απόδοση του πρωτοκόλλου επιτυγχάνεται όταν οι σταθμοί έχουν δύο το πλήθος receiving buffers και ικανό αριθμό καναλιών - διαύλων επικοινωνίας μεταξύ τους (ο οποίος μπορεί να περιορίζεται από τεχνικούς περιορισμούς ή περιορισμούς κόστους). Στην περίπτωση των ασύρματων δικτύων αυτό μπορεί να μεταφραστεί: είτε σε ικανό αριθμό πομποδεκτών ανά σταθμό, οι οποίοι θα λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες για λόγους αποφυγής παρεμβολών, είτε σε κατάλληλο σχήμα πολύπλεξης (TDM, FDM), επαναχρησιμοποίηση φάσματος με αναπήδηση συχνότητας κ.α. Κατά αντιστοιχία, στα οπτικά δίκτυα είναι δυνατή η χρησιμοποίηση πολύτροπων οπτικών ινών και εκπομπή των δεδομένων σε διαφορετικά μήκη κύματος για την ταυτόχρονη χρησιμοποίηση του μέσου.

# Παραρτήματα

# Βιβλιογραφία

- [1] *Content management system*, Apr 2017. [https://en.wikipedia.org/wiki/Content\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Content_management_system).
- [2] *Content management systems: an overview*, Feb 2017. <https://www.linode.com/docs/websites/cms/cms-overview>.