



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΕΙΟΝΟΜΙΑΣ, ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΜΟΥΣΕΙΟΛΟΓΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Θέμα: «Οντολογία στην Ιατρική»

ΔΗΜΑΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ

ΑΜ:ΜΑΒΜ201705

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΜΑΡΙΟΣ ΠΟΥΛΟΣ

Κέρκυρα, Μάρτιος 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των οντολογιών στον τομέα της ιατρικής και ειδικότερα στο πεδίο των αναιμιών. Οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση ενός πεδίου ενδιαφέροντος, την οργάνωση και τη διαλειτουργικότητα ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων. Οι οντολογίες στην ιατρική θεωρούνται αναγκαίες για την ακρίβεια και τη σχετικότητα των πληροφοριών. Όλο και περισσότεροι χρήστες αναζητούν στο διαδίκτυο πληροφορίες σχετικές με θέματα υγείας που τους απασχολούν. Επίσης, μέσω των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας και κατ' επέκταση των ιατρικών οντολογιών, το προσωπικό υγειονομικής περίθαλψης έχει τη δυνατότητα μίας πλήρους εικόνας του ασθενούς από την γέννηση του ακόμη, ώστε να προτείνει στον ασθενή την κατάλληλη θεραπεία. Στην παρούσα εργασία αναλύεται η παθολογική κατάσταση της αναιμίας καθώς και οι βασικότεροι τύποι των αναιμιών. Γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του σημασιολογικού ιστού, περιγράφονται τα συστήματα οργάνωσης γνώσης και αναλύονται ως ένα βαθμό οι οντολογίες. Τέλος, περιγράφεται το ελεγχόμενο ιατρικό λεξιλόγιο SNOMED και αντιστοιχίζονται σε αυτό οι βασικότεροι τύποι των αναιμιών.

Λέξεις κλειδιά:

Οντολογία, SNOMED, αναιμία, συστήματα οργάνωσης γνώσης, ελεγχόμενο λεξιλόγιο.

ABSTRACT

The purpose of this project is to study ontologies in the field of medicine and especially in the field of anemia. Ontologies are used to model a field of interest, organize and interoperability of heterogeneous information systems. Ontologies in medicine are considered necessary for the accuracy and relevance of the information. More and more users are looking for information on health issues on the internet. Also, through both electronic health records and medical ontologies, healthcare staff has the ability to have the medical history of the patient from birth so as to recommend the patient the appropriate treatment. In this project we analyze the pathological condition of anemia as well as its basic forms. There is a summary of the semantic web, the organizational knowledge systems are described and some ontologies are analyzed. Finally, the SNOMED controlled medical language is described and the most basic types of anemias that correspond to it.

Keywords:

Ontology, SNOMED, anemia, knowledge organization systems, controlled vocabulary.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Πούλο Μάριο, για την ευκαιρία που μου έδωσε να μελετήσω τις οντολογίες, καθώς και για την αμέριστη υποστήριξη του, ώστε να φέρω εις πέρας την διπλωματική μου εργασία. Επίσης ένα «ευχαριστώ» στην οικογένεια και τους φίλους που μου συμπαράσταθηκαν.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iv
Περιεχόμενα.....	v
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο.....	5
1.1 Αίμα.....	5
1.2 Αναιμία.....	7
1.3 Αιτίες από τις οποίες προκαλείται η αναιμία	7
1.4 Ενδείξεις και συμπτώματα της αναιμίας.....	10
1.5 Διάγνωση της αναιμίας.....	11
1.6 Τύποι αναιμιών.....	15
1.6.1 Σιδηροπενική αναιμία.....	15
1.6.2 Κακοήθης αναιμία	17
1.6.3 Απλαστική αναιμία.....	18
1.6.4 Αιμολυτική αναιμία.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο	26
2.1 Σημασιολογία	26
2.2 Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web).....	28
2.3 Universal Resource Identifiers (URI).....	30
2.4 Αρχιτεκτονική σημασιολογικού ιστού	31
2.5 Ελεγχόμενα λεξιλόγια	35
2.6 Συστήματα οργάνωσης γνώσης.....	35
2.6.1 Ταξινομίες	36
2.6.2 Θησαυροί.....	37
2.6.2.1 Τύποι θησαυρών	39
2.6.3 Οντολογίες.....	40
2.6.3.1 Μετάβαση στις οντολογίες.....	42
2.6.3.2 Κατηγορίες οντολογιών.....	42
2.6.3.3 Οντολογικές γλώσσες.....	44
2.6.3.4 Γλώσσα επρωτήσεων SPARQL.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο	47
3.1 Το πρότυπο CDA (Clinical Document Architecture)	47

3.2 Ελεγχόμενο λεξιλόγιο SNOMED CT	47
3.2.1 Ο ITHSDO (International Health Terminology Standards Development Organization)	48
3.2.2 Η εξέλιξη του SNOMED	48
3.2.3 Τα δομικά στοιχεία του SNOMED CT	50
3.2.3.1 Έννοιες (Concepts)	51
3.2.3.2 Περιγραφές (Descriptions)	51
3.2.3.3 Σχέσεις (Relationships)	52
3.2.3.3.1 Δευτερεύουσες σχέσεις (Subtype Relationships)	52
3.2.3.3.2 Σχέσεις Γνωρισμάτων (Attribute Relationships)	52
3.2.4 Σύνολα αναφοράς (References Sets)	53
3.2.5 Μοναδικά αριθμητικά αναγνωριστικά SCTID	53
3.2.6 Τύποι εκφράσεων.....	56
3.2.7 Το εννοιολογικό μοντέλο του SNOMED CT	57
3.3 Αντιστοίχιση των τύπων των αναιμιών στο SNOMED CT	57
3.3.1 Διαγράμματα αναπαράστασης	64
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69
Βιβλία /άρθρα	69
Ιστοσελίδες.....	73

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογική πρόοδος έχει συντελέσει σε ένα πλήθος ερευνών σε διάφορους τομείς, όπως την βιοιατρική, τη φυσική, τη διαστημική έρευνα κ.α., με αποτέλεσμα την εκθετική αύξηση της παραγωγής των δεδομένων τα οποία είναι διαθέσιμα μέσω του παγκόσμιου ιστού. Η αύξηση των παραγόμενων πληροφοριών σε συνάρτηση με την έλλειψη κοινής ορολογίας και οργάνωσης δημιούργησε έναν χαοτικό ιστό. Για τη χαλιναγωγή του αναπτύχθηκε μια σειρά μηχανισμών. Τα θεματικά ευρετήρια, οι ταξινομίες και οι θησαυροί που έχουν ως σκοπό την οργάνωση των πληροφοριών για την αποτελεσματικότερη αναζήτηση και ανάκτηση τους είναι κάποιοι από αυτούς τους μηχανισμούς. Στην συνέχεια ο παγκόσμιος ιστός εξελίσσεται στον σημασιολογικό ιστό, ο οποίος στην ουσία είναι η επέκταση του παγκόσμιου ιστού και βασίζεται στα μεταδεδομένα. Τα μεταδεδομένα πλέον έχουν μηχαναγνώσιμη μορφή και δίνεται η δυνατότητα μέσω αυτών οι υπολογιστές να παράγουν σημασιολογική πληροφορία. Ο σημασιολογικός ιστός βασίζεται στις οντολογίες. Εξαιτίας του όγκου των πληροφοριών και των ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων, που είναι αποθηκευμένες, θεωρήθηκε επιτακτική η ανάπτυξη των οντολογιών, για την οργάνωση και τη διαλειτουργικότητα τους με απώτερο σκοπό την παραγωγή γνώσης.

Οι οντολογίες περιέχουν έννοιες, που απορρέουν από ένα συγκεκριμένο τομέα γνώσης καθώς και τις σχέσεις με τις οποίες συσχετίζονται μεταξύ τους. Οι έννοιες διέπονται μεταξύ τους από μια ιεραρχική δομή. Η ιεραρχική δομή αποτελείται από κλάσεις, όπου σε κάθε κλάση αντιστοιχεί μία έννοια. Οι κλάσεις κατηγοριοποιούνται σε υπερκλάσεις, οι οποίες αποτελούνται από γενικότερες έννοιες και υποκλάσεις που και αυτές με τη σειρά τους αποτελούνται από εξειδικευμένες έννοιες. Απώτερος σκοπός των οντολογιών είναι η δυνατότητα της ανάγνωσης των δεδομένων από τον άνθρωπο καθώς και από τους υπολογιστές, ώστε να είναι δυνατή μέσω αυτών η επεξεργασία τους και η εξαγωγή σημασιολογικών πληροφοριών.

Οι οντολογίες έχουν επεκταθεί και στον τομέα της υγείας. Η ακρίβεια των πληροφοριών για την υγεία είναι αναγκαία, εφόσον αυτές είναι διαθέσιμες μέσω του παγκόσμιου ιστού ή βρίσκονται σε διαφορετικά πληροφοριακά συστήματα υγείας. Επίσης, καθίστανται αναγκαίες οι ακριβείς και σχετικές πληροφορίες για τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, καθώς και για τους ασθενείς. Εκτιμάται ότι

υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ιστοσελίδων, των οποίων το περιεχόμενο αφορά ιατρικά θέματα και συνεχώς αυξάνονται. Καθημερινώς μεγάλος αριθμός ενδιαφερόμενων επισκέπτεται τις ιστοσελίδες για να αντλήσει πληροφορίες σχετικά με ιατρικά θέματα που τους απασχολούν. Για το λόγο αυτό θεωρείται επιτακτική η ανάγκη οι πληροφορίες που διατίθενται να είναι ακριβείς, διότι σε διαφορετική περίπτωση μπορεί να υπάρξει τεράστιο αντίκτυπο στην υγεία ενός ατόμου. Επίσης, τα ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης σε όλον τον κόσμο ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας (Electronic Health Record), οι οποίοι περιέχουν πληροφορίες που αφορούν στους ασθενείς καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Τέλος, είναι σημαντική η σωστή ενσωμάτωση δεδομένων στα πληροφοριακά συστήματα καθώς και η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων, με τα οποία είναι εφοδιασμένα τα ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης.

Σκοπός – στόχοι τις εργασίας

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της αναιμίας καθώς και των κυριότερων μορφών αναιμίας. Επίσης, μελετώνται τα συστήματα οργάνωσης γνώσης και πραγματοποιείται μια εκτενέστερη μελέτη των οντολογιών, οι οποίες εφαρμόζονται στον τομέα της ιατρικής και συγκεκριμένα στο πεδίο της αναιμίας. Πραγματοποιήθηκε η θεωρητική ανάλυση των οντολογιών, αναφέροντας ορισμούς οι οποίοι έχουν αντληθεί από ελληνική και ξένη βιβλιογραφία. Μία συνοπτική αναφορά των πρώτων συστημάτων οργάνωσης γνώσης και η ομαλή μετάβαση στις οντολογίες από τα πρώτα συστήματα οργάνωσης γνώσης και η παρουσίαση των δομικών στοιχείων από τα οποία αποτελούνται οι οντολογίες. Η πραγματοποίηση αναφοράς στις κατηγορίες των οντολογιών καθώς και στις οντολογικές γλώσσες, που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των οντολογιών και γίνεται μια προσπάθεια παρουσίασης της γλώσσας επερωτήσεων SPARQL. Ακόμη, γίνεται η παρουσίαση του ελεγχόμενου λεξιλογίου SNOMED που προορίζεται για χρήση στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Τέλος, αντιστοιχούνται τα βασικά είδη κληρονομικών και επίκτητων αναιμιών στο ελεγχόμενο ιατρικό λεξιλόγιο SNOMED.

Διάρθρωση της εργασίας

Η εργασία αποτελείται από 3 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο παρατίθενται πληροφορίες που αφορούν το αίμα, όπως η σύσταση του και οι λειτουργίες που εκτελεί σε έναν οργανισμό. Αναλύεται η παθολογική κατάσταση της αναιμίας, γίνεται αναφορά στις αιτίες από τις οποίες προκαλείται η αναιμία, στις ενδείξεις, τα συμπτώματα και στους τρόπους της διάγνωσης της. Τέλος, αναφέρονται οι βασικοί τύποι επίκτητων και κληρονομικών αναιμιών και γίνεται περιγραφή των κυριότερων τύπων της αναιμίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνεται μια συνοπτική αναφορά της σημασιολογίας καθώς και ένα σύνολο ορισμών που έχουν δοθεί για αυτήν. Αναφέρεται ο βασικός λόγος της δημιουργίας του παγκόσμιου ιστού και στην συνέχεια παρουσιάζεται ο σημασιολογικός ιστός και ορισμένα χαρακτηριστικά που τον διέπουν. Επίσης, περιγράφονται τα Universal Recourse identifiers (ενιαία αναγνωριστικά πόρων) και η αρχιτεκτονική του σημασιολογικού ιστού με τη βοήθεια σχήματος (SemanticWeb Layer Cake). Παρουσιάζονται τα ελεγχόμενα λεξιλόγια και περιγράφονται τα συστήματα οργάνωσης γνώσης, οι ταξινομίες και οι θησαυροί. Τέλος, αναλύονται οι οντολογίες, γίνεται αναφορά στην μετάβαση από τα θεματικά ευρετήρια στις οντολογίες, παρουσιάζονται οι δημοφιλέστερες οντολογικές γλώσσες καθώς και η γλώσσα επερωτήσεων SPARQL.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται ορισμένες πληροφορίες που αφορούν το πρότυπο CDA (Clinical Document Architecture). Γίνεται εισαγωγή στο ελεγχόμενο ιατρικό λεξιλόγιο του SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms), δίνονται πληροφορίες για τον μη κερδοσκοπικό οργανισμό ITHSDO (International Health Terminology Standards Development Organization). Επίσης, περιγράφεται η εξελικτική πορεία του SNOMED από το SNOP έως το SNOMED CT και αναλύονται τα δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται το SNOMED CT. Στην συνέχεια γίνεται αντιστοίχιση των βασικών τύπων των αναιμιών που αναλύθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο, στο ελεγχόμενο λεξιλόγιο του SNOMED CT. Η αντιστοίχιση δίνεται με τη μορφή δύο διαγραμμάτων, όπου στο πρώτο διάγραμμα παρουσιάζονται οι βασικοί τύποι των αναιμιών και στο δεύτερο οι κληρονομικοί τύποι της αιμολυτικής αναιμίας. Για τους κληρονομικούς τύπους της αιμολυτικής αναιμίας στην συνέχεια παρατίθενται και διαγράμματα στα οποία εμφανίζονται οι σχέσεις

γνωρισμάτων για τον κάθε τύπο αναιμίας. Τέλος, περιγράφονται τα διαγράμματα αναπαράστασης καθώς και τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στα διαγράμματα του SNOMED CT.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

1.1 Αίμα

Το αίμα είναι ένα ζωτικό υγρό που ρέει δια μέσου των αρτηριών, των φλεβών και των τριχοειδών αγγείων. Η ποσότητα του αίματος που περιέχει το ανθρώπινο σώμα διαφοροποιείται αναλόγως με την ηλικία του (Πίνακας 1.1). Το αίμα αποτελεί το 7% του ανθρώπινου σώματος, το οποίο αντλείται σε όλο το σώμα μέσω της καρδιάς, μεταφέρει οξυγόνο, θρεπτικά συστατικά και άλλες βασικές ενώσεις. Συνεισφέρει επίσης στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, καταπολεμά τη μόλυνση και απαλλάσσει το σώμα από τα περιττά στοιχεία (Health Organization 2001). Οποιαδήποτε δυσλειτουργία σχετική με το αίμα, μπορεί να έχει αντίκτυπο στην υγεία και την ποιότητα ζωής.

Πίνακας 1.1: Ποσότητα αίματος ανά ηλικιακή ομάδα

ΗΛΙΚΙΑΚΗ ΟΜΑΔΑ	ΟΓΚΟΣ ΑΙΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΩΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
Νεογνά	85-90 χγρ/κιλό
Παιδιά	80 χγρ/κιλό
Ενήλικες	70 χγρ/κιλό

Πηγή: World Health Organization 2001

Το αίμα αποτελείται από υγρά και στερεά στοιχεία. Το υγρό μέρος του αίματος, ονομάζεται πλάσμα, βρίσκεται σε ποσοστό 55% στο αίμα, και αποτελείται ως επί το πλείστον από νερό, σε ποσοστό 91,5%. Η λειτουργία του πλάσματος είναι η μεταφορά βασικών θρεπτικών συστατικών, ορμονών καθώς και πρωτεϊνών σε όλο το σώμα. Το πλάσμα μεταφέρει επίσης τα περιττά στοιχεία από τους ιστούς στα νεφρά και στο πεπτικό σύστημα, τα οποία με την σειρά τους τα απομακρύνουν από τον οργανισμό (Health Organization 2001).

Το υλικό μέρος του αίματος περιέχει τρεις τύπους κυττάρων: τα ερυθρά αιμοσφαίρια ή ερυθροκύτταρα (RBCs), τα λευκά αιμοσφαίρια (WBCs) και τέλος τα αιμοπετάλια (PLT).

- Τα ερυθρά αιμοσφαίρια (RBCs) έχουν σχήμα αμφίκοιλων δίσκων και είναι ελαφρά χαραγμένα στο κέντρο τους. Περιέχουν την αιμοσφαιρίνη, μια πρωτεΐνη που μεταφέρει οξυγόνο από τους πνεύμονες σε όλους τους ιστούς του σώματος. Το σώμα εξαρτάται από το οξυγόνο για να εκτελεί

τις λειτουργίες του. Η αιμοσφαιρίνη επίσης μεταφέρει το διοξείδιο του άνθρακα από τους ιστούς του σώματος στους πνεύμονες, το οποίο αποβάλλεται μέσω της αναπνοής. Η αιμοσφαιρίνη από την οποία αποτελούνται τα ερυθρά αιμοσφαίρια ευθύνεται για το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του αίματος (Snyder και Sheafor 1999).

- Τα λευκά αιμοσφαίρια (WBCs) καταπολεμούν τις λοιμώξεις και τις επιβλαβείς ξένες ουσίες που διέρχονται στον οργανισμό, είναι μέρος του ανοσοποιητικού συστήματος και αποτελείται από πέντε διαφορετικούς τύπους. Όταν ο οργανισμός νοσήσει εξαιτίας μίας λοίμωξης ή κάποιας ασθένειας, θα παράξει μεγαλύτερο αριθμό λευκών αιμοσφαιρίων από ένα συγκεκριμένο τύπο λευκών αιμοσφαιρίων, ο οποίος είναι ο καταλληλότερος για την καταπολέμηση της μόλυνσης ή της ασθένειας από την οποία προσβλήθηκε ο οργανισμός (<https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentID=35&ContentTtypeID=160> τελευταία προσπέλαση 5 Σεπτεμβρίου 2018).
- Τα αιμοπετάλια (PLT) είναι μικροσκοπικά θραύσματα κυττάρων του αίματος, σχήματος ωοειδούς, τα οποία δεν περιέχουν πυρήνα και συμβάλλουν στην πήξη του αίματος δημιουργώντας θρόμβους. Σε περίπτωση που εκδηλωθεί στον οργανισμό κάποιο είδος αιμορραγίας, εσωτερική ή εξωτερική, τα αιμοπετάλια συγκεντρώνονται στο σημείο της αιμορραγίας και συγκολλούνται ώστε να σφραγίσουν τις οπές ή θραύσεις που προκλήθηκαν στα τοιχώματα των αιμοφόρων αγγείων. Στη συνέχεια, οι πρωτεΐνες που ονομάζονται παράγοντες πήξης ενώνουν τα αιμοπετάλια για να σχηματίσουν έναν σταθερό θρόμβο, ο οποίος και έχει αιμοστατικό ρόλο (Middleton et al. 2016).

Τα κύτταρα του αίματος παράγονται στο μυελό των οστών¹. Η διάρκεια ζωής των κυττάρων εξαρτάται από το είδος των κυττάρων. Η διάρκεια ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι περίπου 120 ημέρες, ενώ των αιμοπεταλίων είναι περίπου 6 ημέρες. Η διάρκεια ζωής των λευκών αιμοσφαιρίων ποικίλει αναλόγως του τύπου τους. Η διάρκεια ζωής ορισμένων τύπων λευκών αιμοσφαιρίων είναι περίπου 1 ημέρα, ενώ ορισμένων άλλων είναι πολύ μεγαλύτερη (MDS Foundation 2012).

¹ Ο μυελός των οστών είναι ένας σπογγώδης ιστός πλούσιος σε θρεπτικά συστατικά, βρίσκεται κυρίως στο εσωτερικό τμήμα των μακριών και επίπεδων οστών όπως το στέρνο και τα οστά των ισχύων.

1.2 Αναιμία

Η αναιμία είναι μια διαταραχή του αίματος, κατά την οποία η συνολική μάζα των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι μειωμένη. Άρα, με τον όρο αναιμία αναφερόμαστε στη μειωμένη ποσότητα του αιματοκρίτη. Ο αιματοκρίτης εκφράζει την εκατοστιαία αναλογία του όγκου που καταλαμβάνουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια και η αιμοσφαιρίνη στο αίμα (Λουκόπουλος και Μαριάννα 2015). Τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι ένας από τους τρεις κύριους τύπους κυττάρων του αίματος. Περιέχουν την αιμοσφαιρίνη, μια πρωτεΐνη που μεταφέρει οξυγόνο σε όλο το σώμα. Όταν ο οργανισμός δεν έχει τον απαιτούμενο αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων η ποσότητα αιμοσφαιρίνης στο αίμα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, με αποτέλεσμα οι ιστοί του σώματος να μην οξυγονώνονται επαρκώς. Το κυρίως σύμπτωμα της μη επαρκούς οξυγόνωσης των ιστών είναι το αίσθημα της κούρασης καθώς και αναλόγως με την βαρύτητα της αναιμίας παρουσιάζονται πλήθος άλλων συμπτωμάτων όπως δυσκολία στην πνευματική συγκέντρωση, ίλιγγος, κεφαλαλγία, ταχυκαρδία κ.α.(Snyder και Sheafor (1999).

1.3 Αιτίες από τις οποίες προκαλείται η αναιμία

Οι αιτίες που προκαλούν την αναιμία μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες: στην μειωμένη παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων, στην καταστροφή μεγάλου αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων και στην απώλεια μεγάλου αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων.

Η μειωμένη παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων μπορεί να οφείλεται σε επίκτητους ή κληρονομικούς παράγοντες. Στην επίκτητη αναιμία οι αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν μειωμένη παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι οι εξής (US Department of Health and Human Services 2011):

- Η έλλειψη φυλλικού οξέους και σιδήρου λόγω πτωχής διαίτας
- Η ζήτηση για ερυθρά αιμοσφαίρια υπερβαίνει την προσφορά
- Μερικές μορφές καρκίνου (π.χ. λευχαιμία, λέμφωμα και πολλαπλό μυέλωμα)
- Τοξίνες (π.χ. φυτοφάρμακα)
- Οι θεραπείες ακτινοβολίας και χημειοθεραπείας για την αντιμετώπιση - θεραπεία του καρκίνου
- Ορισμένες ιογενείς λοιμώξεις (π.χ. ηπατίτιδα και Epstein-Barr)

- Ορισμένα αντιβιοτικά και φάρμακα για τη αντιμετώπιση – θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας
- Αυτοάνοσα νοσήματα (π.χ. λύκος)
- Εγκυμοσύνη

Στην κληρονομική αναιμία οι αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν μειωμένη παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι οι εξής:

- Αναιμία Fanconi
- Σύνδρομο Shwachman-Diamond
- Φυλοσύνδετη συγγενής δυσκεράτωση
- Αναιμία Diamond-Blackfan
- (Αμεγακαρυοκυτταρική) θρομβοκυτοπενία

Η διάρκεια ζωής των ερυθρών κυττάρων κυμαίνεται περίπου στις 120 ημέρες, όπου εν συνέχεια τα γερασμένα πλέον ερυθρά αιμοσφαίρια απομακρύνονται από την κυκλοφορία του αίματος μέσω του σπλήνα. Η πρόωρη καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων συμβαίνει όταν αυτά καταστρέφονται πριν το πέρας των περίπου 120 ημερών και η διαδικασία αυτή ονομάζεται αιμόλυση (Αθανασίου-Μεταξά et al. 2003). Ο μυελός των οστών, ο οποίος είναι επιφορτισμένος με την παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων, δεν μπορεί να αναπληρώσει στον απαιτούμενο βαθμό τα ερυθρά αιμοσφαίρια και λόγω αυτού του φαινομένου διαταράσσεται το ισοζύγιο τους. Η αιμόλυση μπορεί να οφείλεται σε επίκτητους ή κληρονομικούς παράγοντες (US Department of Health and Human Services 2011). Στην επίκτητη αναιμία οι αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν αιμόλυση είναι οι εξής:

- Η ανοσοποιητική αιμολυτική αναιμία (το ανοσοποιητικό σύστημα δημιουργεί αντισώματα έναντι των RBCs ή των φαρμάκων, οδηγώντας σε καταστροφή των RBC)
- Η φυσική βλάβη στα ερυθρά αιμοσφαίρια
- Η παροξυσμική νυκτερινή αιμοσφαιρινουρία
- Η μόλυνση (π.χ. ελονοσία)

Στην κληρονομική αναιμία οι αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν αιμόλυση είναι οι εξής:

- Δρεπανοκυτταρική αναιμία

- Θαλασσαιμία
- Κληρονομική σφαιροκυττίδα
- Κληρονομική ελλειψοκύτωση
- Έλλειψη πυροσταφυλικής κινάσης

Ο τρίτος λόγος για τον οποίο μπορεί να προκληθεί αναιμία είναι η απώλεια μεγάλου αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων ή αλλιώς αιμορραγίας. Η αιμορραγία κατηγοριοποιείται σε εσωτερική κατά την οποία η απώλεια ερυθρών αιμοσφαιρίων συμβαίνει στους ιστούς, όργανα ή φυσικές κοιλότητες του οργανισμού και εξωτερική, η οποία οφείλεται σε τομή ή τραυματισμό του δερματικού ιστού. Επιπροσθέτως, η αιμορραγία αναλόγως με την σοβαρότητα της διακρίνεται σε τέσσερις κατηγορίες όπως φαίνεται στον πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2 Κατηγοριοποίηση της αναιμίας αναλόγως με τη σοβαρότητα

	Κατηγορία I	Κατηγορία II	Κατηγορία III	Κατηγορία IV
Απώλεια αίματος (ποσοστό)	<15%	15%-30%	30%-40%	>40%
Καρδιακός σφυγμός	<100	100-200	120-140	>140
Πίεση αίματος	Κανονική	Κανονική	Χαμηλή	Σημαντικά χαμηλή
Παλμική πίεση	Κανονική ή αυξημένη	Μειωμένη	Μειωμένη	Μειωμένη
Ρυθμός αναπνοής	14-20	20-30	30-40	>35
Πνευματική κατάσταση	Ελαφρά ανήσυχος	Λίγο ανήσυχος	Ανήσυχος, συγκεχυμένος	συγκεχυμένος, ληθαργικός
Αποβολή ούρων (χγρ/ώρα)	>30	20-30	5-15	Ελάχιστη

Πηγή: Parmar et al. 2015

Κατά την αιμορραγία ο οργανισμός μπορεί να απολέσει μεγάλο αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων, με αποτέλεσμα να προκληθεί αναιμία. Η απώλεια των

ερυθρών αιμοσφαιρίων κατά την αιμορραγία προκαλεί και μείωση του επιπέδου του σιδήρου στον οργανισμό. Αν ο οργανισμός δεν έχει επαρκείς ποσότητες σιδήρου θα παράξει μικρότερες ποσότητες ερυθρών αιμοσφαιρίων και τα αιμοσφαίρια τα οποία θα παράξει θα έχουν λιγότερη αιμοσφαιρίνη από το κανονικό. Οι αιτίες των αιμορραγιών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε χρόνιες και σε αιφνίδιες (Parmar et al. 2015). Χρόνιες αιτίες που προκαλούν αιμορραγίες είναι οι εξής:

- Έλκος
- Μηνορραγία
- Αιμορραγία πεπτικού ή ουροποιητικού συστήματος
- Έντονες και συχνές ρινορραγίες
- Ορισμένοι τύποι καρκίνου (π.χ. πεπτικού συστήματος, νεφρών και ουροδόχου κύστης)

Αιφνίδιες αιτίες που προκαλούν αιμορραγίες είναι οι εξής:

- Ρήξη αιμοφόρων αγγείων
- Τοκετός (γέννας)
- Τραυματισμοί
- Βαριά αιμορραγία κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης

1.4 Ενδείξεις και συμπτώματα της αναιμίας

Οι ενδείξεις και τα συμπτώματα της αναιμίας κατηγοριοποιούνται σε ήπια και σε σοβαρά, αναλόγως τη σοβαρότητα και το ρυθμό εξέλιξής της. Πολλές από τις ενδείξεις της αναιμίας είναι κοινές και με άλλου είδους παθήσεις. Η ήπια αναιμία μπορεί να μην περιλαμβάνει ενδείξεις και συμπτώματα. Σε περίπτωση που παρουσιαστούν συμπτώματα, αυτά μπορεί να είναι κόπωση, αδυναμία ή ωχρότητα δέρματος. Οι προαναφερόμενες ενδείξεις καθώς και συμπτώματα είναι πιθανόν να εμφανίζονται και σε πιο σοβαρές μορφές αναιμίας και να είναι εντονότερα.

Καθώς η αναιμία είναι ή τείνει να γίνει σοβαρότερη, τότε οι ενδείξεις και τα συμπτώματα της ήπιας αναιμίας γίνονται εντονότερα και σε αυτά προστίθενται η λιποθυμία ή η ζάλη, το έντονο αίσθημα δίψας, η εφίδρωση, ο αδύναμος και γρήγορος καρδιακός παλμός, η γρήγορη αναπνοή, οι κράμπες των κάτω άκρων κατά τη διάρκεια της άσκησης, η δυσκολία στην αναπνοή και η εγκεφαλική βλάβη. Η έλλειψη ερυθρών αιμοσφαιρίων μπορεί επίσης να προκαλέσει καρδιακά συμπτώματα, λόγω του ότι καρδιά πρέπει να παράγει μεγαλύτερο έργο ώστε να μεταφέρει την

απαιτούμενη ποσότητα αίματος με την απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου, για την σωστή οξυγόνωση των ιστών. Τα καρδιακά συμπτώματα περιλαμβάνουν αρρυθμίες, καρδιακό φύσημα², μεγαλοκαρδία, καθώς και καρδιακή ανεπάρκεια (<http://hospital.blood.co.uk /media/28572/160915-27611-anaemia-blc7181p-final.pdf> τελευταία προσπέλαση 22 Οκτώβριου 2018).

1.5 Διάγνωση της αναιμίας

Η διάγνωση της αναιμίας μπορεί να διαπιστωθεί μέσω ιατρικών εξετάσεων που πραγματοποιούνται στα πλαίσια κάποιου άλλου νοσήματος ή εάν ο ασθενής παρουσιάσει ενδείξεις ή συμπτώματα και λόγω αυτών χρειάζεται να υποβληθεί σε ιατρικές εξετάσεις. Οι ιατρικές εξετάσεις οι οποίες πραγματοποιούνται για την διάγνωση της αναιμίας είναι:

- Γενική εξέταση αίματος (πίνακας 1.3)
- Μέτρηση του Σιδήρου. Αυξημένη τιμή σιδήρου υποδηλώνει αιμολυτική αναιμία, αιμοχρωμάτωση, οξεία ηπατίτιδα, ενώ μειωμένη τιμή του εκφράζει σιδηροπενική αναιμία, χρόνια απώλεια αίματος και χρόνια νοσήματα (Κοντογιάννη et al. 2015).
- Μέτρηση Τρανσφερίνης. Αυξημένη τιμή παρατηρείται σε σιδηροπενική αναιμία και κύηση, ενώ η μειωμένη τιμή οφείλεται σε αναιμία λόγο χρόνιων νοσημάτων, ή χρόνιων λοιμώξεων, ή ανεπάρκεια, ή μεγάλη απώλεια πρωτεϊνών καθώς και λόγο υποσιτισμού (Κοντογιάννη et al. 2015)..
- Φερριτίνη. Αυξημένη τιμή εκφράζει υπερφόρτωση σιδήρου, φλεγμονώδη νοσήματα, μεγαλοβλαστική ή αιμολυτική αναιμία, ενώ μειωμένη τιμή υποδηλώνει σιδηροπενική αναιμία (Κοντογιάννη et al. 2015)..
- Φυλλικό οξύ ή βιταμίνη B9. Μειωμένη τιμή σχετίζεται με ανεπαρκή πρόσληψη της βιταμίνης (B9) και συναντάται κυρίως σε άτομα με χρόνια νοσήματα, υποσιτισμό, μεγαλοβλαστική αναιμία, σε αλκοολικούς, δυσασπορρόφηση, ή ως παρενέργεια ορισμένων φαρμάκων (Κοντογιάννη et al. 2015).
- Αριθμός Αιμοπεταλίων. Αυξημένος αριθμός εκφράζει θρομβοκυττάρωση, ενώ μειωμένη τιμή υποδηλώνει θρομβοπενία (Κοντογιάννη et al. 2015).

² Ένας επιπλέον ή ασυνήθιστος ήχος που ακούγεται κατά τη διάρκεια ενός καρδιακού παλμού

- Βιταμίνη B12 ή κοβαλαμίνη. Μειωμένη τιμή παρατηρείται σε κακοήγη αναιμία, σε δυσαπορρόφηση, σε απώλεια γαστρικού βλεννογόνου καθώς και σε χορτοφάγους (Κοντογιάννη et al. 2015).
- Εξέταση του μυελού των οστών (πίνακας 1.4)

Πίνακας 1.3: Βασικοί αιματολογικοί δείκτες της Γενικής εξέτασης αίματος

ΒΑΣΙΚΟΙ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ	ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ
Αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων, λευκών αιμοσφαιρίων και αιμοπεταλίων	Υπολογίζει τον αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων, των λευκών αιμοσφαιρίων και των αιμοπεταλίων σε δείγμα αίματος. Επίσης, παρέχει πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος, το σχήμα και τα φυσικά χαρακτηριστικά των κυττάρων του αίματος.	Χαμηλότερες από τις κανονικές τιμές ερυθρών αιμοσφαιρίων. Αλλαγές στον αριθμό, το μέγεθος ή το σχήμα υποδηλώνουν αν η αναιμία προκαλείται από μειωμένη παραγωγή, αυξημένη καταστροφή ή απώλεια ερυθρών αιμοσφαιρίων.
Τύπος των λευκών αιμοσφαιρίων	Προσδιορίζει τους πέντε τύπους των λευκών αιμοσφαιρίων σε ένα δείγμα αίματος καθώς και το ποσοστό του κάθε τύπου.	Κάποιοι τύποι λευκών αιμοσφαιρίων αυξάνονται ως αποτέλεσμα ορισμένων ασθενειών. Μια διαφορά λευκών αιμοσφαιρίων βοηθά στην αναγνώριση μιας κατάστασης, η οποία μπορεί να προκαλεί αναιμία.
Αιμοσφαιρίνη (Hb)	Εκφράζει την ποσότητα πρωτεΐνης που	Τα χαμηλά επίπεδα αιμοσφαιρίνης υποδεικνύουν

	μεταφέρει οξυγόνο στο αίμα.	κάποια ασθένεια (π.χ. σιδηροπενική αναιμία) λόγω αυτού ο οργανισμός παράγει λιγότερα ερυθρά αιμοσφαίρια.
Αιματοκρίτης (Hct)	Εκφράζει το ποσοστό του όγκου του ολικού αίματος που αποτελείται από ερυθρά αιμοσφαίρια.	Τα χαμηλά επίπεδα αιματοκρίτη υποδεικνύουν αναιμία. Επίσης μπορεί να είναι σημάδι διαταραχής του αίματος ή του μυελού των οστών.
Μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων (MCV)	Εκφράζει το μέσο μέγεθος των ερυθρών αιμοσφαιρίων.	Το μέγεθος των ερυθρών αιμοσφαιρίων παρέχει πληροφορίες για τον τύπο της αναιμίας. Μεγαλύτερα από τα κανονικά σε μέγεθος ερυθρά αιμοσφαίρια (μακροκυτταρικά) μπορεί να υποδηλώνουν κακοήγη αναιμία που προκαλείται από ανεπάρκεια βιταμίνης B12 ή φυλλικού οξέος. Μικρότερα από τα κανονικά σε μέγεθος ερυθρά αιμοσφαίρια (μικροκυτταρικά) υποδεικνύουν αναιμία λόγω έλλειψης σιδήρου ή θαλασσαιμία (μια σπάνια κληρονομική αναιμία)
Μέση περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης (MCH)	Εκφράζει τη μέση ποσότητα της αιμοσφαιρίνης που περιέχεται σε ένα μέσο ερυθρό αιμοσφαίριο.	Η μέση περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης εκφράζει το μέγεθος των ερυθρών αιμοσφαιρίων όπου τα μεγαλύτερα από τα κανονικά περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα αιμοσφαιρίνης, η οποία

		μεταφέρει οξυγόνο, ενώ τα μικρότερα από τα κανονικά περιέχουν λιγότερη αιμοσφαιρίνη.
Μέση περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης (MCH)	Εκφράζει τη μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης μέσα σε ένα ερυθρό αιμοσφαίριο.	Οι μη φυσιολογικές τιμές μπορεί να μας παρέχουν πληροφορίες για τον τύπο αναιμίας ή άλλες πιθανές καταστάσεις.
Μέση Περιεκτικότητα Αιμοσφαιρίνης ανά ερυθροκύτταρο (MCHC)	Εκφράζει τη διαφορά μεγέθους των ερυθρών αιμοσφαιρίων.	Το σύνολο των διαφορετικών μεγεθών μπορεί να υποδηλώνει ότι το σώμα προσπαθεί να παράξει νέα ερυθρά αιμοσφαίρια για να εξισορροπήσει τον αριθμό τους ή μπορεί να υποδηλώνει κάποια αιτία για αναιμία.

Πηγή: US Department of Health and Human Services 2011.

Πίνακας 1.4: Εξέταση του μυελού των οστών για την ανίχνευση αναιμίας

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΥΕΛΟΥ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ	ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΜΥΕΛΟΥ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ	ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ
Αναρρόφηση μυελού των οστών και βιοψία μυελού των οστών	Παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα του μυελού να παράγει αρκετά υγιή κύτταρα αίματος.	Μη φυσιολογικά ευρήματα υποδεικνύουν απλαστική αναιμία, οξεία λευχαιμία, χρόνια μυελογενής λευχαιμία, μυελοϊνωση, αληθής θρομβοκυττάρωση κ.α.

Πηγή: <http://www.labtestsonline.gr/tests/bonemarrowaspiration.html?tab=3>
τελευταία προσπελαση 10/10/2018.

1.6 Τύποι αναιμιών

1.6.1 Σιδηροπενική αναιμία

Ο σίδηρος είναι ένα ανόργανο στοιχείο που βρίσκεται στον οργανισμό και είναι απαραίτητο για την διατήρηση της ζωής. Τα επίπεδα σιδήρου δεν θα πρέπει να αποκλίνουν από τις φυσιολογικές τιμές, στην περίπτωση που συμβεί προκαλούνται σοβαρές παρενέργειες. Ο οργανισμός χρειάζεται σίδηρο για να συνθέσει την αιμοσφαιρίνη, η οποία είναι η πρωτεΐνη που υπάρχει στα ερυθρά αιμοσφαίρια και είναι επιφορτισμένη με την μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς του οργανισμού (Γάλαρης 2015).

Ο οργανισμός διαθέτει ένα πολύπλοκο σύστημα απορρόφησης του σιδήρου μέσω των τροφών καθώς και της χρήσης και της επαναχρησιμοποίησης του. Σε αυτό το σύστημα, ο σίδηρος κατευθύνεται στον μυελό των οστών, όπου σε συνδυασμό με την αιμοσφαιρίνη παράγονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Η περίσσεια σιδήρου αποθηκεύεται στους ιστούς του σώματος για μελλοντική παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων. Στο τέλος του κύκλου ζωής τους, τα ερυθρά αιμοσφαίρια καταστρέφονται και η αιμοσφαιρίνη διασπάται. Ο σίδηρος που προκύπτει κατά την καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων επιστρέφει στο μυελό των οστών, όπου επαναχρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέων ερυθρών αιμοσφαιρίων (Snyder και Sheafor 1999).

Το μεγαλύτερο μέρος του σιδήρου στον οργανισμό ανακυκλώνεται συνεχώς και επαναχρησιμοποιείται με τον παραπάνω τρόπο. Ωστόσο, μικρές ποσότητες σιδήρου χάνονται καθημερινά. Για την αναπλήρωση των ποσοτήτων που καθημερινώς χάνονται θα πρέπει να αναπληρώνονται, ώστε να υπάρχει αρκετή ποσότητα σιδήρου για να είναι σε θέση ο οργανισμός να παράγει την απαιτούμενη ποσότητα ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η κύρια πηγή σιδήρου βρίσκεται στις τροφές, αν και μόνο μια σχετικά μικρή ποσότητα σιδήρου που βρίσκεται στα τρόφιμα απορροφάται στην πραγματικότητα από τον οργανισμό. Ο μηχανισμός απορρόφησης, χρήσης και επαναχρησιμοποίησης του σιδήρου λειτουργεί ομαλά μέχρι να διαταραχθεί η ισορροπία «προσφοράς και ζήτησης».

Η σιδηροπενική αναιμία είναι η κατάσταση στην οποία ο οργανισμός δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του για σίδηρο. Αυτό συμβαίνει όταν οι απαιτήσεις του οργανισμού για σίδηρο είναι αυξημένες, όταν η πρόσληψη σιδήρου είναι πολύ μικρή και τέλος εάν προκληθεί ακατάσχετη αιμορραγία κατά την οποία έχει χαθεί

μεγάλος αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων και κατ' επέκταση και σιδήρου. Όταν εξαντληθούν όλα τα αποθέματα σιδήρου στον οργανισμό και το σώμα δεν είναι σε θέση να απορροφήσει επαρκείς ποσότητες σιδήρου από την τροφή, τότε θα παράγει μικρότερο αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων, τα οποία θα περιέχουν μικρότερες ποσότητες αιμοσφαιρίνης από το κανονικό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση σιδηροπενικής αναιμίας, η οποία είναι η κοινότερη μορφή αναιμίας και στις περισσότερες περιπτώσεις σχετίζεται με τη διατροφή (Hoffbrand και Moss 2015).

Οι αιτίες που προκαλούν σιδηροπενική αναιμία λόγω αυξημένων απαιτήσεων του οργανισμού για σίδηρο είναι οι εξής:

- Η γρήγορη ανάπτυξη του σώματος, το οποίο συμβαίνει στην βρεφική, παιδική και εφηβική ηλικία
- Περιπτώσεις αιμορραγίας, που θα πρέπει να αναπληρωθούν τα ερυθρά αιμοσφαίρια.
- Η εγκυμοσύνη
- Η θεραπεία με ερυθροποιητίνη
- Μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

(Hoffbrand και Moss 2015)

Οι αιτίες που προκαλούν σιδηροπενική αναιμία λόγω χαμηλής πρόσληψης σιδήρου ή κακής απορρόφησης είναι οι εξής:

- Η φτωχή σε σίδηρο διατροφή
- Η αδυναμία απορρόφησης σιδήρου από τη διατροφή
- Η οξεία ή χρόνια φλεγμονή όπως η φλεγμονώδης νόσος του εντέρου

(Λουκόπουλος et al. Μαριάννα 2015)

Οι αιτίες που προκαλούν σιδηροπενική αναιμία λόγω αιμορραγίας είναι οι εξής:

- Η χρόνια αιμορραγία (από αιμορραγικό έλκος ή κάποια άλλη εσωτερική αιμορραγία)
- Η σοβαρή απώλεια αίματος λόγω τραυματισμού ή χειρουργικής επέμβασης.
- Η αυξημένη ροή κατά την εμμηνόρροια (μηνορραγία)
- Η συχνή αιμοληψία ή φλεβοτομή³ σε σύντομα χρονικό διάστημα

Η σιδηροπενική αναιμία μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος περιλαμβάνει την αλλαγή των διατροφικών συνηθειών, που συνεπάγεται με

³ Μια ιατρική διαδικασία παρόμοια με την αιμοδοσία.

κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε σίδηρο και δεύτερον με λήψη συμπληρωμάτων σιδήρου (US Department of Health and Human Services. (2011).

1.6.2 Κακοήθης αναιμία

Ο οργανισμός χρειάζεται βιταμίνη B12 και φυλλικό οξύ. Το φυλλικό οξύ (B9) είναι ένας τύπος βιταμίνης του συμπλέγματος B το οποίο είναι απαραίτητο για την ομαλή λειτουργία των λευκοκυττάρων, των ερυθρών αιμοσφαιρίων καθώς και για την παραγωγή του DNA. Η βιταμίνη B12 (κοβαλαμίνη) είναι επίσης απαραίτητη για την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων, του DNA (είναι το δομικό στοιχείο του γενετικού κώδικα) και για τη φυσιολογική λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (Κοντογιάννη et al. 2015).

Εν αντιθέσει με τις περισσότερες βιταμίνες του συμπλέγματος B, η B12 συναντάται σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Οι τροφές φυτικής προέλευσης δεν περιέχουν βιταμίνη B12, παρά μόνο εάν έχουν εμπλουτιστεί. Οι τροφές που περιέχουν βιταμίνη B12 είναι οι ακόλουθες:

- Το συκώτι (βοδινό) και τα μύδια είναι οι πλουσιότερες σε βιταμίνη B12
- Τα ψάρια, το κρέας, τα αυγά καθώς και τα γαλακτοκομικά προϊόντα
- Ορισμένα δημητριακά καθώς και άλλες τροφές φυτικής προέλευσης που έχουν εμπλουτιστεί με βιταμίνη B12.

(https://ods.od.nih.gov/_pdf/factsheets/Vitaminb12-Consumer.pdf τελευταία προσπέλαση 29 Οκτωβρίου 2018).

Η κακοήθης αναιμία είναι μια κατάσταση στην οποία το σώμα δεν μπορεί να παράξει αρκετά υγιή ερυθρά αιμοσφαίρια, αυτό οφείλεται στο ότι δεν μπορεί να απορροφήσει ικανή ποσότητα βιταμίνης B12 από τα τρόφιμα για την παραγωγή τους. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια δεν διαιρούνται με το σωστό τρόπο με αποτέλεσμα το μέγεθος τους να είναι μεγαλύτερο από το κανονικό. Αυτό έχει ως συνέπεια τα ερυθρά αιμοσφαίρια να μην μπορούν να διοχετευτούν στο κυκλοφορικό σύστημα από το μυελό των οστών στον οποίο δημιουργούνται. Η ανικανότητα του οργανισμού να απορροφά τη βιταμίνη B12 οφείλεται στην έλλειψη του ενδογενούς παράγοντα (IF), μιας πρωτεΐνης που παράγεται στο πεπτικό σύστημα και συγκεκριμένα στο στομάχι, σε ενδογαστρικούς και σε εντερικούς παράγοντες, σε παγκρεατική ανεπάρκεια και σε άλλα σπάνια αίτια (Hooper et al. 2014). Συνήθως η έλλειψη της βιταμίνης B12 παρουσιάζεται σε μεγάλες ηλικίες σε ποσοστό περίπου 20%(Andrès et al. 2004). Η

κακοήθους αναιμία μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος περιλαμβάνει την αλλαγή των διατροφικών συνηθειών, που συνεπάγεται με κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε βιταμίνη B12 και ο δεύτερος τρόπος είναι η λήψη συμπληρωμάτων βιταμίνης B12 σε μορφή χαπιών ή σε ενέσιμη (Hooper et al. 2014)

1.6.3 Απλαστική αναιμία

Η απλαστική αναιμία συγκαταλέγεται στα αυτοάνοσα νοσήματα, είναι μια κατάσταση κατά την οποία ο μυελός των οστών έχει υποστεί βλάβη. Ως αποτέλεσμα, τα αρχέγονα αιμοποιητικά κύτταρα, τα οποία παράγονται στο μυελό των οστών, καταστρέφονται ή δεν αναπτύσσονται κανονικά. Από τα αρχέγονα αιμοποιητικά κύτταρα τα οποία παράγονται στο μυελό των οστών προκύπτουν τα κύτταρα τα οποία αποτελούν το αίμα (ερυθρά αιμοσφαίρια, λευκά αιμοσφαίρια και αιμοπετάλια), που όταν ωριμάσουν διοχετεύονται στην κυκλοφορία του αίματος από τον μυελό των οστών (MDS Foundation 2012).

Οι αιτίες που ευθύνονται για την απλαστική αναιμία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε επίκτητες και σε κληρονομικές. Οι επίκτητες αιτίες που ευθύνονται για την απλαστική αναιμία μπορεί να είναι οι εξής:

- Οι υψηλές δόσεις ακτινοβολίας ή χημειοθεραπείας. Χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του καρκίνου ώστε να καταστραφούν τα καρκινικά κύτταρα, αλλά μπορούν επίσης να καταστρέψουν και άλλων ειδών κύτταρα, όπως τα βλαστοκύτταρα. Η απλαστική αναιμία μπορεί να υφίσταται μετά τη διακοπή αυτών των θεραπειών.
- Οι περιβαλλοντικές τοξίνες. Ουσίες όπως τα παρασιτοκτόνα, το αρσενικό και το βενζόλιο.
- Συγκεκριμένα φαρμακευτικά σκευάσματα. Σε αυτά συγκαταλέγονται τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας και ορισμένα αντιβιοτικά, όπως η χλωραμφενικόλη.
- Οι ιογενείς λοιμώξεις, όπως η ηπατίτιδα, ο ιός Epstein-Barr, ο παρβοϊός B-19, ο ιός ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας (HIV), η μονοκυρήνωση και ο κυτταρομεγαλοϊός.

- Αυτοάνοσα νοσήματα, όπως ο λύκος και η ρευματοειδής αρθρίτιδα, μπορεί να ωθήσουν το ανοσοποιητικό σύστημα να επιτεθεί στα κύτταρα του μυελού των οστών.

Οι κληρονομικές αιτίες που ευθύνονται για την απλαστική αναιμία μπορεί να είναι οι εξής:

- Η αναιμία Fanconi
- Το σύνδρομο Shwachman-Diamond
- Η συγγενής δυσκινησία
- Η αναιμία Diamond-Blackfan
- Η αμεγακαρυοκυτταρική θρομβοπενία

Οι θεραπείες για την απλαστική αναιμία είναι προσανατολισμένες να ανακουφίσουν τα συμπτώματά, να περιορίσουν ή να αποτρέψουν επιπλοκές και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής του πάσχοντα. Η απλαστική αναιμία αντιμετωπίζεται με μεταγγίσεις αίματος, με φαρμακευτικά σκευάσματα, με μεταμόσχευση μυελού των οστών, με ανοσοκαταστακτική θεραπεία καθώς και με αλλαγές στον τρόπο ζωής (Hoffbrand και Moss 2015).

1.6.4 Αιμολυτική αναιμία

Η αιμολυτική αναιμία είναι μια κατάσταση κατά την οποία ο μυελός των οστών δεν μπορεί να παράξει ικανοποιητικό αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων για να αντικαταστήσει αυτά που αιμολύονται. Υπάρχουν αρκετά είδη αιμολυτικής αναιμίας και αρκετές αιτίες. Οι αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν αιμολυτική αναιμία μπορεί να είναι επίκτητες ή κληρονομικές. Ορισμένες φορές, η αιτία που προκαλεί την αιμολυτική αναιμία είναι άγνωστη.

Κατά την επίκτητη αιμολυτική αναιμία, ο οργανισμός επιτίθεται στα υγιή ερυθρά αιμοσφαίρια με απώτερο σκοπό την καταστροφή τους. Αυτό συμβαίνει όταν τα αντισώματα ⁴, μπορεί να αναγνωρίσουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια ως ξένα. Σε αυτή την περίπτωση ενημερώνουν το ανοσοποιητικό σύστημα του οργανισμού το οποίο στην συνέχεια τα καταστρέφει πριν ολοκληρωθεί ο κύκλος ζωής τους (Dhaliwai et al. 2004). Οι επίκτητες αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν αιμολυτική αναιμία είναι οι εξής:

⁴ είναι πρωτεΐνες που παράγονται από το ανοσοποιητικό σύστημα

- Ορισμένα αυτοάνοσα νοσήματα
- Βλάβη των ερυθρών αιμοσφαιρίων υπό συγκεκριμένες συνθήκες και παράγοντες
- Έκθεση σε ορισμένους μολυσματικούς οργανισμούς και τοξίνες
- Αντιδράσεις σε ορισμένα φαρμακευτικά σκευάσματα

Όσον αφορά στις αιτίες της κληρονομικής αιμολυτικής αναιμίας το πρόβλημα σχετίζεται με τα γονίδια που ελέγχουν τον τρόπο με τον οποίο παράγονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Τα γονίδια αυτά μπορεί να δημιουργούν ελαττωματικές εξωτερικές μεμβράνες των ερυθρών αιμοσφαιρίων, ελλείψεις ενζύμων εντός των ερυθρών αιμοσφαιρίων ή διαταραχές της αιμοσφαιρίνης (Hoffbrand και Moss 2015).

Οι τύποι της αιμολυτικής αναιμίας που προκύπτουν από επίκτητες αιτίες αναφέρονται στον πίνακα 1.5.

Πίνακας 1.5: Τύποι αιμολυτικής αναιμίας λόγω επίκτητων αιτιών

Τύπος	Χαρακτηριστικά
Ανοσοποιητική αιμολυτική αναιμία	Το ανοσοποιητικό σύστημα καταστρέφει τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Οι τρεις τύποι ανοσοποιητικής αιμολυτικής αναιμίας είναι: - Αυτοάνοση αιμολυτική αναιμία (ΑΙΗΑ). Η ΑΙΗΑ είναι η κύρια αιτία της αιμολυτικής αναιμίας. Το ανοσοποιητικό σύστημα δημιουργεί αντισώματα (πρωτεΐνες) που προσβάλλουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Η ΑΙΗΑ μπορεί να αναπτυχθεί ξαφνικά. Ορισμένες ασθένειες ή λοιμώξεις μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο για ΑΙΗΑ (για παράδειγμα, λύκος, χρόνια λεμφοκυτταρική λευχαιμία, λέμφωμα μη Hodgkin, άλλοι τύποι καρκίνου του αίματος, ιός Epstein-Barr, κυτταρομεγαλοϊός, πνευμονία μυκοπλάσματος, ηπατίτιδα και HIV). Ορισμένα αντισώματα ΑΙΗΑ ενεργοποιούνται μόνο σε υψηλές θερμοκρασίες ενώ άλλα μόνο σε χαμηλές θερμοκρασίες. -Αλλοάνοση αιμολυτική αναιμία. Στην αλλοάνοση αιμολυτική αναιμία το ανοσοποιητικό σύστημα του ασθενούς παράγει αντισώματα τα οποία στρέφονται εναντίον σε διαφορετικού τύπου ερυθρών αιμοσφαιρίων από τα δικά του. Αυτό μπορεί να συμβεί

	στις εξής περιπτώσεις, εάν ο ασθενής υποβληθεί σε μετάγγιση αίματος από ασύμβατο δότη (ο οποίος έχει διαφορετικό τύπο αίματος) και μπορεί να εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, εάν το έμβρυο έχει διαφορετικό τύπο αίματος σε σχέση με την μητέρα του . -Αιμολυτική αναιμία που προκαλείται από φάρμακα. Ορισμένα φάρμακα (όπως η πενικιλίνη, η ακεταμινοφαίνη, τα φάρμακα κατά της μικροβιολογίας και η λεβοντόπα) μπορεί να προκαλέσουν ανοσολογική αντίδραση η οποία καταστρέφει τα ερυθρά αιμοσφαίρια.
Μηχανική αιμολυτική αναιμία	Η μηχανική αιμολυτική αναιμία αναπτύσσεται επειδή τα ερυθρά αιμοσφαίρια καταστρέφονται . Αυτή η καταστροφή μπορεί να οφείλεται από εξάρτημα το οποίο χρησιμοποιείται σε bypass καρδιάς-πνεύμονα (χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης ανοιχτής καρδιάς), λόγω τεχνητής βαλβίδας καρδιάς που δεν λειτουργεί καλά, λόγω αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος από έκθεση σε υπερβολική θερμότητα ή εκτεταμένα εγκαύματα και τέλος από προεκλαμψία (πολύ υψηλή αρτηριακή πίεση κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης).
Παροξυσμική νυκτερινή αιμοσφαιρινουρία (PNH)	Τα ανώμαλα αρχέγονα αιμοποιητικά κύτταρα στον μυελό των οστών δημιουργούν κύτταρα αίματος με ελαττωματική εξωτερική μεμβράνη. Αυτό ωθεί τον οργανισμό στο να καταστρέψει τα ερυθρά αιμοσφαίρια του και να παράγει μικρότερο αριθμό λευκών αιμοσφαιρίων και αιμοπεταλίων.
Άλλες αιτίες	Ορισμένες λοιμώξεις και τοξικές ουσίες μπορεί να βλάψουν ή να καταστρέψουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια, οδηγώντας σε αιμολυτική αναιμία. Παραδείγματα αυτών είναι η ελονοσία, ο πυρετός του μαύρου νερού, ασθένειες που μεταδίδονται με τσίμπημα, το δηλητήριο του φιδιού και τοξικές χημικές ουσίες.

Πηγή: US Department of Health and Human Services 2011.

Οι τύποι της αιμολυτικής αναιμίας που προκύπτουν από κληρονομικές αιτίες αναφέρονται στον πίνακα 1.6.

Πίνακας 1.6: Τύποι αιμολυτικής αναιμίας λόγω κληρονομικών αιτιών.

Τύπος	Χαρακτηριστικά
Δρεπανοκυτταρική αναιμία	• Ο οργανισμός παράγει ανώμαλη αιμοσφαιρίνη, η οποία δίνει το σχήμα δρεπανιού στα ερυθρά αιμοσφαίρια. Αυτά τα δρεπανοκυτταρικά κύτταρα είναι κολλώδη και δεν είναι εύκολη η μεταφορά τους δια μέσω των αιμοφόρων αγγείων. • Τα αρχέγονα αιμοποιητικά κύτταρα ζουν μόνο περίπου 10-20 ημέρες, και ο μυελός των οστών δεν μπορεί να παράξει νέα ερυθρά αιμοσφαίρια με γρήγορο ρυθμό ώστε να αντικαταστήσουν τα κατεστραμμένα ερυθρά αιμοσφαίρια.
Θαλασσαιμία	• Ο οργανισμός δεν παράγει υγιείς συγκεκριμένους τύπους αιμοσφαιρίνης, γεγονός το οποίο εμποδίζει την παραγωγή υγιών ερυθρών αιμοσφαιρίων.
Κληρονομική σφαιροκυττάρωση	• Τα ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν ελαττωματική εξωτερική μεμβράνη και λόγω αυτού έχουν σφαιρικό σχήμα. • Τα ερυθρά αιμοσφαίρια με σφαιρικό σχήμα έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής σε σχέση με τα κανονικά.
Κληρονομική ελλειψοκυττάρωση (ωοκύκλωση)	• Τα ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν ελαττωματική εξωτερική μεμβράνη και λόγω αυτού έχουν ωοειδές σχήμα, το οποίο τα καθιστά και λιγότερο ευέλικτα από τα κανονικά. Έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής από την κανονική.
Ανεπάρκεια αφυδρογονάσης γλυκόζης-6 φωσφορικής (G6PD)	• Στα ερυθρά αιμοσφαίρια λείπει ένα ένζυμο που ονομάζεται G6PD. Η απώλεια του ενζύμου καθιστά τα ερυθρά αιμοσφαίρια εύθραυστα με αποτέλεσμα την αυξημένη πιθανότητα να καταστραφούν. • Εάν τα ερυθρά αιμοσφαίρια έρθουν σε επαφή με ορισμένες ουσίες κατά την κυκλοφορία τους, τότε υπόκεινται ρήξη και καταστρέφονται. • Πολλοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων και

	ορισμένων φαρμάκων, τροφίμων (όπως φασόλια) και κάποιες λοιμώξεις, μπορούν να προκαλέσουν την καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων.
Έλλειψη πυροσταφυλικής κινάσης	Στα ερυθρά αιμοσφαίρια λείπει ένα ένζυμο που ονομάζεται πυροσταφυλική κινάση. Λόγω της έλλειψης του ενζύμου τα ερυθρά αιμοσφαίρια διασπώνται πολύ εύκολα.

Πηγή: US Department of Health and Human Services 2011.

Η θεραπεία που ακολουθείται για την αιμολυτική αναιμία εξαρτάται από τον τύπο της καθώς και από τη σοβαρότητα της. Οι στόχοι της θεραπείας επικεντρώνονται στα εξής:

- Στη μείωση ή εξάλειψη του φαινομένου της αιμόλυσης.
- Στην αύξηση του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων σε ένα αποδεκτό αριθμό.
- Στην αντιμετώπιση της υποκείμενης πάθησης που προκαλεί την αιμολυτική αναιμία.

Οι επίκτητοι τύποι αιμολυτικής αναιμίας και οι αντίστοιχες θεραπείες τους ακολουθούν στον πίνακα 1.7.

Πίνακας 1.7: Επίκτητες αιμολυτικές αναιμίες και οι θεραπείες τους

Τύπος	Πιθανές θεραπείες
Ανοσοποιητική αιμολυτική αναιμία	• Κορτικοστεροειδή και άλλα φάρμακα για την καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος. • Αφαίρεση του σπλήνα. • Πλασμαφαίρεση (διαδικασία απομάκρυνσης αντισωμάτων από το αίμα). • Αποφυγή έκθεσης του οργανισμού σε χαμηλές θερμοκρασίες . • Ενδοφλέβια γ-σφαιρίνη, ένα φάρμακο που μπορεί να αυξήσει τη διάρκεια ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων και ενδεχομένως να μειώσει την

	ποσότητα των παραγόμενων αντισωμάτων.
Μηχανική αιμολυτική αναιμία	• Συμπληρώματα φυλλικού οξέος. • Μεταγγίσεις αίματος.
Παροξυσμική νυκτερινή αιμοσφαιρινουρία	• Συμπληρώματα σιδήρου και φυλλικού οξέος. • Eculizumab (είναι ένα αντίσωμα που εμποδίζει την καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων σε αυτό τον τύπο αναιμίας).

Πηγή: US Department of Health and Human Services 2011.

Οι κληρονομικοί τύποι αιμολυτικής αναιμίας και οι αντίστοιχες θεραπείες τους ακολουθούν στον πίνακα 1.8.

Πίνακας 1.8: Κληρονομικές αιμολυτικές αναιμίες και οι θεραπείες τους

Τύπος	Πιθανές θεραπείες
Διαταραχές αιμοσφαιρίνης (δρεπανοκυτταρική αναιμία και θαλασσαιμία)	• Για την δρεπανοκυτταρική αναιμία: Συμπληρώματα φυλλικού οξέος, αντιβιοτικά για την πρόληψη της λοίμωξης, φαρμακευτική αγωγή για τη μείωση του αριθμού των ελαττωματικών ερυθρών αιμοσφαιρίων και χορήγηση ενός σκευάσματος που ονομάζεται υδροξυουρία. Η υδροξυουρία μπορεί να βοηθήσει το σώμα να παράξει πιο υγιή αιμοσφαιρίνη ώστε να μειωθεί η ποσότητα της ελαττωματικής αιμοσφαιρίνης που οδηγεί σε δρεπανοκυτταρικά κύτταρα. • Για τη θαλασσαιμία: Μεταγγίσεις αίματος για αναπλήρωση των ερυθρών αιμοσφαιρίων που έχουν καταστραφεί και μεταμόσχευση βλαστικών κυττάρων που βρίσκονται στο αίμα ή στο μυελό των οστών.
Διαταραχές της εξωτερικής	• Συμπληρώματα φυλλικού οξέος. • Μεταγγίσεις αίματος.

μεμβράνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων (κληρονομική σφαιροκυτταρία και κληρονομική ελλειψοκυττάρωση)	Και σπανίως αφαίρεση του σπλήνα.
Έλλειψη ενζύμου	- Για περιπτώσεις ανεπάρκειας της γλυκόζης-6-φωσφορικής αφυδρογονάσης (G6PD): Αποφυγή ουσιών που προκαλούν την αναιμία, όπως φασόλια , ναφθαλίνη και ορισμένα φάρμακα. - Για περιπτώσεις ανεπάρκειας πυροσταφυλικής κινάσης: Συμπληρώματα φυλλικού οξέος και μεταγγίσεις αίματος.

Πηγή: US Department of Health and Human Services 2011.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

2.1 Σημασιολογία

Η σημασιολογία ανήκει στον κλάδο της γλωσσικής επιστήμης, η οποία εξετάζει τη σημασιολογική δομή μιας γλώσσας και αναλύει το περιεχόμενο των γλωσσικών μονάδων (μορφήματα, λέξεις, φράσεις, προτάσεις). Ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο σημασιολογία (Semasiologie) ως κλάδο ήταν ο Reisch, εν συνεχεία, ο γάλλος σημασιολόγος Breal χρησιμοποίησε για το ίδιο αντικείμενο τον όρο *semantique*, ο οποίος προκύπτει από την ελληνική λέξη «σημαντικός» (Μπαμπινιώτης 1985). Ο ορισμός που δίνεται για την σημασιολογία και έχει διττή φύση είναι ο εξής « α) Ο κλάδος της γλωσσικής επιστήμης που εξετάζει την σημασιολογική δομή της / μιας γλώσσας. β) Ο τομέας της γραμματικής ο οποίος, παραλλήλως προς την μορφολογία, την φωνητική και την φωνολογία, αφ' ενός μεν αναλύει την σημασία των λέξεων, αφ' ετέρου δε ερμηνεύει τη σημασιολογική δομή των προτάσεων, κατ' άλλους παράγει εξ ολοκλήρου τις προτάσεις βάση αρχικών καθολικών σημασιολογικών σχημάτων» (Μπαμπινιώτης, 1985, σ. 7). Σύμφωνα με τον Βελούδη «στοιχειώδης υποχρέωση μιας σημασιολογικής ανάλυσης είναι να μελετήσει τη λεξική σημασία, την προτασιακή σημασία, αλλά και τη φύση της μεταξύ τους σχέσης» (Βελούδης, 2005, σ. 37). Ο Μπαμπινιώτης (1985) αναφέρει ότι η σημασιολογία είναι άμεσα συνυφασμένη με τους κλάδους της σημειολογίας, της φιλοσοφίας, της κοινωνιολογίας και της ψυχολογίας. Η γλωσσική σημειολογία σύμφωνα με τον Saussure αποτελείται από δύο συστατικά μέρη, την σημασία και την μορφή. Λόγω του ότι η σημασία είναι ένα από τα κυριότερα συστατικά μέρη της γλωσσικής σημειολογίας, αυτομάτως δημιουργεί μια σχέση μεταξύ των δύο κλάδων. Η φιλοσοφία ιδίως η κλασσική και αναλυτική ασχολείται άμεσα ή έμμεσα με την μελέτη της σημασίας. Αυτή η ιδιότητα της φιλοσοφίας την συνδέει με τον κλάδο της σημασιολογίας. Η κοινωνιολογία συνδέεται με την σημασιολογία λόγω του ότι μελετά σε όλα τα επίπεδα την γλώσσα και κατ' επέκταση η σημασιολογία βρίσκεται σε άμεση εξάρτηση με διάφορους κοινωνικούς και οικονομικοπολιτικούς παράγοντες. Η ψυχολογία συνδέεται με τη σημασιολογία μέσω τεσσάρων κοινών σημείων, τα οποία είναι τα εξής:

1. Η διαδικασία αντίληψης της σημασίας.
2. Η διάκριση βιωματικής και γνωστικής σημασίας.

3. Η λειτουργία της λέξης ως ερέθισμα, κατά τη διαδικασία κατανόησης της σημασίας της.
4. Η σχέση προθέσεως και σημασίας.

Η γλωσσική σημασιολογία ασχολείται με την σημασία των λέξεων. Αναζητώντας στη βιβλιογραφία ορισμούς της λέξης «σημασία» θα βρούμε κάποιους λιγότερο και κάποιους περισσότερο φιλοσοφικούς. Στην συνέχεια παρατίθενται μερικοί από αυτούς.

- *«Η σημασία μιας έκφρασης καθορίζεται από τη χρήση της στη γλώσσα, ή ίσως ταυτίζεται με αυτήν»* (Lyons, 1995, σ. 62)
- *«Η σημασία μιας έκφρασης, αν υποθέσουμε ότι υπάρχει, καθορίζεται από την επαληθευσιμότητα των προτάσεων που την περιέχουν.»* (Lyons, 1995, σ. 62)
- *«Σημασία είναι η εσωτερική ιδιότητα των αντικειμένων»* (Μπαμπινιώτης, 1985, σ. 19)
- *«Σημασία είναι η μοναδική, μη περαιτέρω αναλύσιμη σχέση προς άλλα πράγματα»* (Μπαμπινιώτης, 1985, σ. 19).

Την σημασία τη διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες, την περιγραφική και την μη περιγραφική. Η περιγραφική σημασία είναι αυτή που απορρέει από την σημασία των λέξεων ή των προτάσεων, δηλώνοντας το λογικό νόημα των εκάστοτε λέξεων ή προτάσεων. Η μη περιγραφική σημασία είναι αυτή η οποία δεν περιγράφει λέξεις ή προτάσεις αλλά περιγράφει συναισθήματα, βιώματα, προσωπικές θέσεις και όπως αναφέρει ο Μπαμπινιώτης *«αποτελεί το χρωματισμό της πληροφορίας»* (Μπαμπινιώτης 1985, σ. 27)

Οι βασικότερες έννοιες του κλάδου της σημασιολογίας είναι η ομωνυμία, η πολυσημία και η συνωνυμία. Ως ομωνυμία ορίζουμε τις λέξεις με την ίδια μορφή αλλά με διαφορετική σημασία. Η ομωνυμία διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Η απόλυτη ομωνυμία, όπου οι λέξεις θα πρέπει να πληρούν και τα τρία κριτήρια που ακολουθούν
 - I. δεν πρέπει να είναι συγγενείς ως προς τη σημασία,
 - II. να ταυτίζονται όλες οι μορφές τους,
 - III. και να είναι οι ταυτιζόμενες μορφές τους γραμματικά ισοδύναμες.

2. Η μερική ομωνυμία, όπου οι λέξεις πληρούν έως δύο από τα κριτήρια που χαρακτηρίζουν την απόλυτη ομωνυμία.

Ως πολυσημία ορίζουμε τις λέξεις οι οποίες έχουν πολλαπλές σημασίες και σχετίζονται μεταξύ τους. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένες φορές οι φυσικοί ομιλητές διστάζουν ή διαφωνούν για την ομωνυμία ή πολυσημία των λέξεων. Ως συνώνυμες ορίζονται οι λέξεις οι οποίες διαφέρουν ως προς την μορφή τους αλλά έχουν την ίδια σημασία (http://ecourse.uoi.gr/pluginfile.php/85638/mod_resource/content/τελευταία προσπέλαση 14 Οκτωβρίου 2018).

2.2 Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web)

Ο Tim Berners Lee είναι ο δημιουργός του Ιστού (Web). Η αρχική φιλοσοφία του Ιστού ήταν οι επιστήμονες – ερευνητές να έχουν την δυνατότητα να ανταλλάσσουν μεταξύ τους αρχεία τα οποία βρίσκονταν αποθηκευμένα στους υπολογιστές. Ο Tim Berners Lee εργάζονταν στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Πυρηνικής Ενέργειας (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) και είχε αναπτύξει κατά το παρελθόν συστήματα για αυτό τον σκοπό. Έχοντας την τεχνογνωσία, την αξιοποίησε και το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία του World Wide Web. Σκοπός του ιστού ήταν να μπορούν οι χρήστες του να διαμοιράζονται αρχεία με οποιοδήποτε χρήστη οπουδήποτε βρίσκονταν.

Ο ιδρυτής του Ιστού Tim Berners Lee οραματίστηκε την έννοια του σημασιολογικού ιστού (semantic web). Την έννοια αυτή την διατύπωσε, για πρώτη φορά, στην πρώτη διάσκεψη του World Wide Web, που πραγματοποιήθηκε το Μάιο του 1994 στην Γενεύη. Σύμφωνα με τον ίδιο, σκοπός του σημασιολογικού ιστού είναι το νόημα το οποίο βρίσκεται στα δεδομένα του ιστού και γίνεται αντιληπτό μόνο από τους ανθρώπους, να μπορεί να γίνεται αντιληπτό και από τις μηχανές-υπολογιστές. Όπως αναφέρουν οι Jim Hendler και Tim Berners Lee (2009) «ο σημασιολογικός ιστός παρέχει ένα χρήσιμο μηχανισμό για το μετασχηματισμό των δεδομένων σε μηχαναγνώσιμη μορφή, συνδέει μεμονωμένες ιδιότητες δεδομένων σε σχήματα τα οποία είναι προσπελάσιμα σε παγκόσμιο επίπεδο, αντιστοιχεί τοπικές αναφορές σε οντότητες έστω και αν οι τύποι των ονομάτων αντιστοιχούν σε διαφορετικά πρότυπα και παρέχει ένα πλήθος συμπερασμάτων που αντιστοιχούν στα δεδομένα». Ο ιστός, στην σημερινή του μορφή απευθύνεται ως επί τον πλείστον στον άνθρωπο, καθώς είναι ικανός να αντιληφθεί το νόημα των ιστοσελίδων διαβάζοντας το περιεχόμενο

τους και τις ετικέτες των υπερσυνδέσμων. Σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε ότι έχουν αναπτυχθεί λογισμικά για την εξαγωγή νοήματος από ένα έγγραφο, αλλά λόγω ότι προσπαθούν να το επιτύχουν αυτό διακρίνοντας το νόημα των λέξεων μερικές φορές το αποτέλεσμα είναι αμφίβολο. Σκοπός του σημασιολογικού ιστού είναι τα δεδομένα να είναι σε τέτοια μορφή ώστε να είναι προσπελάσιμα και κατανοητά τόσο από τους ανθρώπους όσο και από τους υπολογιστές.

Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του σημασιολογικού ιστού είναι τα εξής:
(Nandini 2014)

- Νοημοσύνη.

Η νοημοσύνη είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του σημασιολογικού ιστού, η οποία βασίζεται σε εργαλεία και τεχνικές που στηρίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν μέσω του ιστού χρήστες διαφορετικών εθνικοτήτων να επικοινωνούν μεταξύ τους στη φυσική τους γλώσσα, όπου εφαρμογές του σημασιολογικού ιστού θα είναι επιφορτισμένες με τη μετάφραση.

- Εξατομίκευση.

Κατά την διάρκεια των διαφόρων δραστηριοτήτων που επιδίδεται ο άνθρωπος στον σημασιολογικό ιστό, όπως αναζήτηση πληροφοριών, επεξεργασία πληροφοριών κ.α. θα λαμβάνονται υπόψη οι προσωπικές προτιμήσεις του χρήστη.

- Συλλογιστική.

Συλλογιστική είναι η δυνατότητα του σημασιολογικού ιστού να αναζητά πληροφορίες, να ενοποιεί πληροφορίες από διαφορετικές πηγές, να απαντά σε περίπλοκα ερωτήματα, να συνδέει και να αναλύει υπογράφους, να επαληθεύει υποθέσεις, να οπτικοποιεί κ.α.

- Διαλειτουργικότητα.

Η διαλειτουργικότητα αναφέρεται στην απρόσκοπτη ενσωμάτωση δεδομένων από ετερογενείς πηγές, στην δυναμική σύνθεση, τη διαλειτουργικότητα των υπηρεσιών διαδικτύου, στις μηχανές αναζήτησης επόμενης γενιάς καθώς και στην παραμετροποίηση των εφαρμογών, ώστε να λειτουργούν αυτόνομα σε διαφορετικά είδη συσκευών.

- Ευχρηστία.

Η ευχρηστία περιλαμβάνει τη δομή των πληροφοριών που ανακτώνται, την διεπαφή χρήστη, τεχνικές αλληλεπίδρασης και οπτικοποίησης, οι οποίες απαιτούν

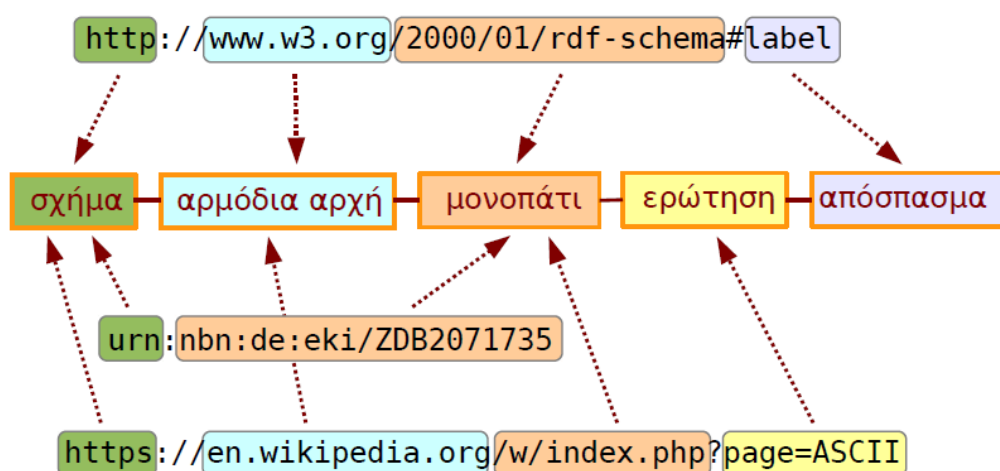
μεθόδους για την σύνδεση τους με το πλαίσιο των πληροφοριών, την εξατομίκευση, με την εμπιστοσύνη και την προέλευση των πληροφοριών ενώ δεν ενημερώνει το χρήστη για πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν.

- Εφαρμογή.

Η εφαρμογή αναφέρεται στους τομείς στους οποίους λαμβάνουν χώρα οι τεχνολογίες και οι μέθοδοι του σημασιολογικού ιστού που αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς, στην υιοθέτηση των τεχνολογιών στον πραγματικό κόσμο και στην ανάπτυξη νέων μεθόδων και βάσεων με γνώμονα τις πραγματικές ανάγκες που απορρέουν από ένα σύνολο τομέων.

2.3 Universal Recourse Identifiers (URI)

Ο ιστός αποτελείται από ένα σύνολο πόρων, οι οποίοι συναντώνται σε υπολογιστικά συστήματα και είναι προσπελάσιμα μέσω του παγκόσμιου ιστού. Οι πόροι περιέχουν ένα αναγνωριστικό όνομα το οποίο είναι μοναδικό για κάθε πόρο ώστε να είναι δυνατή η προσπέλαση τους. Το αναγνωριστικό όνομα βασίζεται στο πρότυπο Universal Resource Identifiers (URI) (Berners-Lee et al. 2004.). Το πρότυπο URI αποτελείται από μια συμβολοσειρά, η οποία ορίζει με σαφήνεια έναν πόρο και ακολουθεί ένα σύνολο συντακτικών κανόνων. Η γενική σύνταξη ενός URI αποτελείται από τα εξής στοιχεία: το σχήμα, την αρμόδια αρχή, το μονοπάτι, το μέρος της ερώτησης και το απόσπασμα, τα όποια ακολουθούν μια ιεραρχία (Στεφανιδάκης et al. 2015), όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Γενική σύνταξη URI

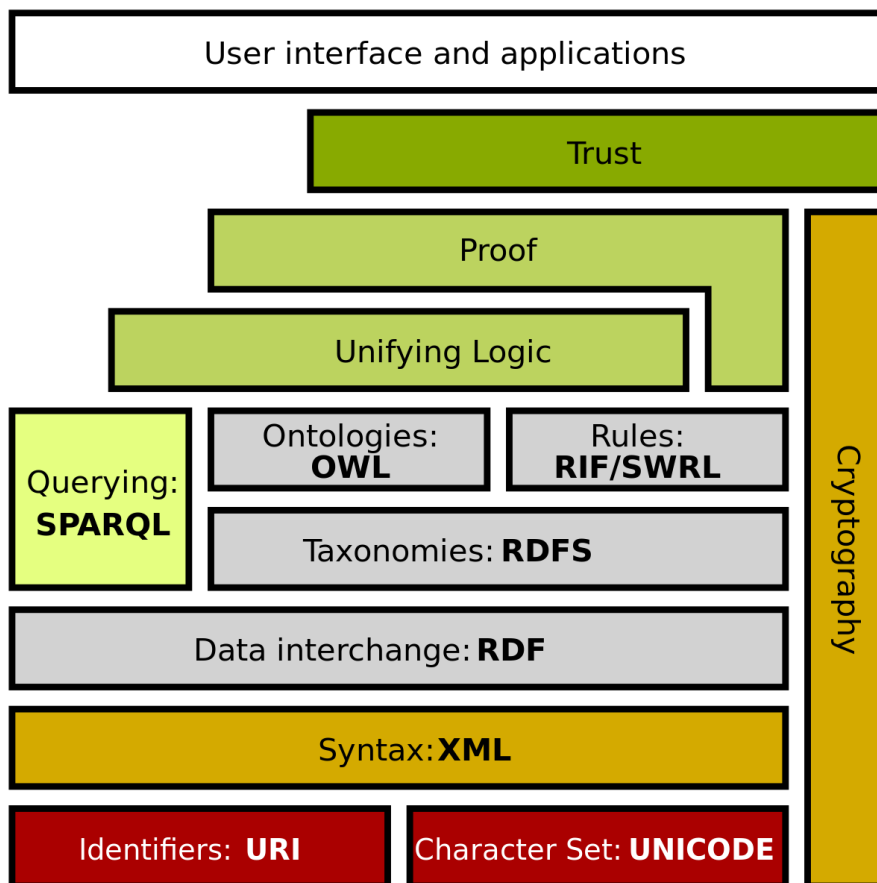
Πηγή : Στεφανιδάκης και λοιποί 2015

Το πρότυπο αποτελείται από δύο κατηγορίες:

1. Τα URLs (Uniform Resource Locator) αναφέρονται σε ένα υποσύνολο URIs, προσδιορίζουν έναν πόρο και παρέχουν τη δυνατότητα εντοπισμού του περιγράφοντας τον βασικό μηχανισμό πρόσβασης (Χατζηευθυμιάδης και Μαρτάκος 1996).
2. Τα URNs (Uniform Resource Name), αναφέρονται σε ένα υποσύνολο URIs, παραμένουν σε παγκόσμια κλίμακα μοναδικά και υφίστανται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες οι πόροι δεν είναι διαθέσιμοι ή πλέον δεν υπάρχουν (<https://tools.ietf.org/html/rfc3986#section-3> τελευταία προσπέλαση στις 7 Νοεμβρίου 2018).

2.4 Αρχιτεκτονική σημασιολογικού ιστού

Η αρχιτεκτονική του σημασιολογικού ιστού μπορεί να αναλυθεί από το Σχήμα 2 που ακολουθεί και ονομάζεται στοίβα του σημασιολογικού ιστού (Semantic Web Layer Cake). Σε αυτό απεικονίζονται τα επίπεδα από τα οποία αποτελείται ο σημασιολογικός ιστός, τα πρότυπα που ακολουθούνται σε κάθε επίπεδο καθώς και η αρχιτεκτονική του. Το γράφημα δημιουργήθηκε από το δημιουργό του ιστού και εμπνευστή του σημασιολογικού ιστού Tim Berners Lee. Οι τεχνολογίες που εφαρμόζονται από το πρώτο επίπεδο (URI & UNICODE) μέχρι το επίπεδο των οντολογιών (OWL) είναι τυποποιημένες και αποδεκτές για την ανάπτυξη εφαρμογών, οι οποίες θα αξιοποιούν τις δυνατότητες του σημασιολογικού ιστού. Δεν είναι σαφές όμως πως θα τυποποιηθούν οι τεχνολογίες, οι οποίες αντιστοιχούν στα ανώτερα επίπεδα.



Σχήμα 2: Στοιβά του Σημασιολογικού Ιστού (Semantic Web Layer Cake)

Πηγή: Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web_Stack, ανακτήθηκε 10 Νοεμβρίου 2018.

Τα πρώτα επίπεδα περιέχουν τεχνολογίες, οι οποίες είναι κοινές μεταξύ του ιστού και του σημασιολογικού ιστού, στην πραγματικότητα ο σημασιολογικός ιστός τις έχει κληρονομήσει από τον ιστό. Τα μεσαία επίπεδα περιέχουν τεχνολογίες που βασίζονται σε πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί από το W3C για την ανάπτυξη εφαρμογών που θα αξιοποιούν τις δυνατότητες του σημασιολογικού ιστού. Τα ανώτερα επίπεδα περιέχουν τεχνολογίες για τις οποίες μέχρι στιγμής δεν έχουν οριστεί πρότυπα ή ιδέες (Pandey 2012).

Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των 8 επιπέδων του σημασιολογικού ιστού.

1^ο επίπεδο: UNICODE & URI

Το πρώτο επίπεδο είναι υπεύθυνο για την κωδικοποίηση των χαρακτήρων οποιασδήποτε φυσικής γλώσσας κάνοντας χρήση του προτύπου UNICODE, καθώς και για την ταυτοποίηση των διαφορετικών πόρων με τη χρήση του προτύπου URI (Uniform Resource Identifier).

2^ο επίπεδο: XML

Η XML (eXtensible Markup Language) είναι μια γλώσσα σήμανσης. Σκοπός της είναι η αποθήκευση δομημένων δεδομένων και η ανταλλαγή τους είτε τοπικά είτε απομακρυσμένα, μέσω δικτύου μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών. Η XML παρέχει μια στοιχειώδη περιγραφή της δομής του περιεχομένου ενός εγγράφου και υποστηρίζει τη δυνατότητα της σημασιολογικής του ερμηνείας.

3^ο επίπεδο: RDF

Το RDF (Resource Description Framework) είναι ένα πρότυπο το οποίο το έχει αναπτύξει η W3C με σκοπό την περιγραφή των πόρων του ιστού. Οι περιγραφές έχουν μηχαναγνώσιμη μορφή και το πρότυπο βασίζεται στην γλώσσα σήμανσης XML. Το πρότυπο RDF αναφέρεται σε πόρους (URI) καθώς και στις σχέσεις αυτών, επιτρέπει την σύνδεση δεδομένων ακόμα και από διαφορετικά σχήματα, τη σύνδεση δομημένων και ημιδομημένων δεδομένων, την προβολή τους καθώς και το διαμοιρασμό τους μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών.

4^ο επίπεδο: The Ontology layer

Οι οντολογίες περιγράφουν τις έννοιες ενός τομέα γνώσης καθώς και τις σχέσεις των εννοιών με τρόπο κατανοητό από τους υπολογιστές. Η OWL (Ontology Web Language) είναι ένα πρότυπο γλώσσας οντολογιών το οποίο το έχει αναπτύξει ο οργανισμός W3C. Η SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language) είναι ένα πρότυπο και μια γλώσσα επρωτήσεων για την ανάκτηση πληροφοριών από το σημασιολογικό ιστό. Οι RIF (Rule Interchange Format) και η SWRL (Semantic Web Rule Language) αντίστοιχα υποστηρίζουν κανόνες που μπορούν να περιγράψουν σχέσεις, οι οποίες δεν μπορούν να περιγραφούν άμεσα από την OWL.

5° επίπεδο: The Logic layer

Το λογικό επίπεδο αποτελείται από κανόνες που βασίζονται στη λογική, οι οποίοι χρησιμεύουν ως επεκτάσεις ή εναλλακτικές λογικές περιγραφής βασισμένες σε γλώσσες οντολογίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη δηλωτικών συστημάτων χρησιμοποιώντας οντολογίες.

6° επίπεδο: The proof layer

Το επίπεδο απόδειξης συνδέεται άμεσα με το λογικό επίπεδο. Το επίπεδο απόδειξης περιέχει όλους τους απαραίτητους μηχανισμούς για την παραγωγή συμπερασμάτων, που χειρίζονται τους κανόνες του λογικού επιπέδου. Επίσης, εκθέτει αναλυτικά τα τεκμήρια των συμπερασμάτων για την παραγωγή διευκρινίσεων μεταξύ των συστημάτων απόδειξης, των διαμεσολαβητών και των ανθρώπων.

7° επίπεδο: The trust layer

Το επίπεδο εμπιστοσύνης θεωρείται ένα από τα βασικά στοιχεία, το οποίο θα πρέπει να διέπει τον σημασιολογικό ιστό ώστε να υιοθετηθεί από τους χρήστες. Οι λειτουργίες και οι εργασίες που πραγματοποιούνται στο σημασιολογικό ιστό θα πρέπει να διέπονται από ασφάλεια και ιδιωτικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται εν μέρει υιοθετώντας σε όλα τα επίπεδα του σημασιολογικού ιστού την κρυπτογράφηση των ψηφιακών υπογραφών των RDF δηλώσεων. Τέλος, η ποιότητα των προσφερόμενων πληροφοριών και υπηρεσιών θα πρέπει να είναι αξιόπιστες. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να συσταθούν ανεξάρτητοι οργανισμοί αξιολόγησης και πιστοποίησης

8° επίπεδο: The UI and Application layer

Το επίπεδο διεπαφής χρήστη είναι το τελευταίο επίπεδο το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να έχει πρόσβαση στις εφαρμογές του σημασιολογικού ιστού.

Να σημειωθεί ότι για την υλοποίηση του σημασιολογικού ιστού, όπως αυτόν τον οραματίστηκε ο δημιουργός του, θα πρέπει να υλοποιηθούν όλα τα επίπεδα από τα οποία αποτελείται ο σημασιολογικός ιστός.

2.5 Ελεγχόμενα λεξιλόγια

Τα ελεγχόμενα λεξιλόγια είναι λεξιλόγια τα οποία αποτελούνται από προτιμώμενους όρους σε περίπτωση συνωνύμων όρων στη φυσική γλώσσα. Ως προτιμώμενος όρος μεταξύ των συνωνύμων επιλέγεται ο όρος που είναι πιθανότερο να χρησιμοποιηθεί από τον χρήστη κατά την αναζήτηση (Σκανδάλη 1990α). Επίσης, σε περίπτωση που ένας όρος περιέχει περισσότερες έννοιες και οι έννοιες αυτές αντιστοιχούν σε διαφορετικές χρήσεις στη φυσική γλώσσα, περιορίζει τον αριθμό των εννοιών. Στην παρούσα εργασία, στο επόμενο κεφάλαιο θα αναπτυχθεί το ελεγχόμενο λεξιλόγιο snomed.

2.6 Συστήματα οργάνωσης γνώσης

Τα συστήματα οργάνωσης γνώσης χρησιμοποιούνται για την οργάνωση των πληροφοριών ώστε να είναι δυνατή η ανάκτηση τους καθώς και η διαχείριση των συλλογών στις οποίες βρίσκονται αποθηκευμένες. Οι απλοί χρήστες μπορούν να κάνουν χρήση αυτών των συστημάτων ώστε να αναζητήσουν πληροφορίες των οποίων δεν γνωρίζουν την ύπαρξή και στην συνέχεια να τις ανακτήσουν. Ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να περιέχει περισσότερα του ενός συστημάτων οργάνωσης γνώσης τα οποία είναι επιφορτισμένα με διαφορετικές εργασίες π.χ. περιγραφή θέματος, καταγραφή συγγραφέων, αντιστοίχιση στους πόρους της συλλογής μοναδικούς κωδικούς κ.α. Τα συστήματα οργάνωσης γνώσης υπήρχαν πριν την ανακάλυψη των υπολογιστών και ήταν επιφορτισμένα με την οργάνωση των πληροφοριών που βρίσκονταν σε έντυπη μορφή (Καπιδάκης 2015). Με την έλευση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και σε συνάρτηση με το διαδίκτυο τα συστήματα οργάνωσης γνώσης εξελίχτηκαν και έγιναν αποδοτικότερα. Αυτό συνέβη εξαιτίας της αύξησης του όγκου των πληροφοριών που έπρεπε να διαχειριστούν. Σκοπός των συστημάτων είναι η καλύτερη δυνατή οργάνωση των πληροφοριών ώστε να καθίσταται ευκολότερη η αναζήτηση τους.

Κατά την ψηφιακή εποχή τα συστήματα οργάνωσης γνώσης έγιναν αποδοτικότερα, σε αυτό συνέβαλλαν τα εξής:

- Η υψηλή και φθηνή υπολογιστική ισχύς που παρέχουν τα υπολογιστικά συστήματα

- Τα ειδικευμένα και εξελιγμένα εργαλεία επεξεργασίας της πληροφορίας, όπως η ομαδοποίηση των εγγράφων, ο εντοπισμός των διπλοεγγραφών και η θεματική κατηγοριοποίηση των πληροφοριών.
- Η δημιουργία μοντέλων τα οποία είναι ικανά να αναπτύξουν πιο σύνθετα συστήματα οργάνωσης γνώσης, όπως οι οντολογίες, οι οποίες δημιουργούν πιο σύνθετες σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων, σε σχέση με προηγούμενα μοντέλα συστημάτων οργάνωσης γνώσης, όπως οι θησαυροί.
- Η πρόσβαση στα συστήματα και τα δεδομένα, η οποία είναι άμεση με τη χρήση του διαδικτύου, καθώς και οι ενημερώσεις των συστημάτων που γίνονται άμεσα διαθέσιμες.
- Οι συνεργατικές εφαρμογές που έχουν ως σκοπό την απομακρυσμένη και συλλογική διαχείριση των πόρων, οι οποίες δίνουν την δυνατότητα σε πιστοποιημένους χρήστες να ενημερώσουν τα συστήματα οργάνωσης γνώσης.
- Στη δυνατότητα εθελοντικής συνεισφοράς των χρηστών, όπως για παράδειγμα η δημιουργία των wiki, όπου οι χρήστες εθελοντικά συνέβαλλαν στην δημιουργία τους.

Υπάρχει ένα πλήθος συστημάτων οργάνωσης γνώσης από απλά συστήματα έως και πιο σύνθετα συστήματα. Απλά συστήματα όπως ο κατάλογος επιλογών, ο οποίος περιλαμβάνει μια λίστα τιμών και προσδίδει μία ή περισσότερες τιμές στις πληροφορίες, αναλόγως το πλήθος των τιμών που είναι κατάλληλες. Σύνθετα συστήματα όπως οι οντολογίες, των οποίων οι πληροφορίες απευθύνονται κατά κύριο λόγο σε υπολογιστές. Στην συνέχεια θα γίνει αναφορά τριών συστημάτων οργάνωσης γνώσης των ταξινομιών, των θησαυρών και των οντολογιών.

2.6.1 Ταξινομίες

Οι ταξινομίες είναι τεχνικές για την οργάνωση, την προώθηση και την διαχείριση της γνώσης. Σκοπός τους είναι η οργάνωση και η ευκολότερη αναζήτηση των πληροφοριών σε μεγάλες συλλογές. Ο Graef (2001) επεσήμανε την σπουδαιότητα των ταξινομιών λέγοντας *«ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός ευχαριστημένων ιδιοκτητών και διευθυντών επιχειρήσεων έχουν αρχίσει να συνειδητοποιούν την αξία των ταξινομιών στη βελτίωση της πρόσβασης στις πληροφορίες, στην αξιοποίηση του υπάρχοντος περιεχομένου για τη δημιουργία νέων προϊόντων και στη διευκόλυνση του ηλεκτρονικού εμπορίου»* (Bruno και Rchemond, 2003, σ. 1). Τα παραπάνω επιτυγχάνονται μέσω των ταξινομιών, χρησιμοποιώντας ελεγχόμενα λεξιλόγια και

οργανώνοντας τους όρους και τις έννοιες ενός τομέα γνώσης με έναν ιεραρχικό τρόπο ή με βάση έναν εννοιολογικό χάρτη. Η ιεραρχία που ακολουθείται συνήθως σε μια ταξινόμια είναι αυτή του «γονέα – παιδιού». Ορισμένες ταξινομίες επιτρέπουν πολλαπλές ιεραρχίες, αυτό εκφράζεται ως εξής «ένα παιδί μπορεί να έχει πολλούς γονείς», μια ιεραρχία μπορεί να αποτελείται και από τις σχέσεις κατηγορία – είδος, σύνολο - μέρος και τύπος – στιγμιότυπο (Σολωμού et al. 2016). Κατά το παρελθόν οι ταξινομίες οργάνωναν κυρίως υλικά αντικείμενα, όπως ζωντανούς οργανισμούς και βασικά στοιχεία της φύσης και εφαρμόζονταν στις φυσικές επιστήμες όπως την βιολογία και τη χημεία. Στις μέρες μας γίνεται χρήση των ταξινομιών όχι μόνο σε υλικά αντικείμενα αλλά και σε αφηρημένα - άυλα αντικείμενα, όπως στις έννοιες των λέξεων και των φράσεων. Η χρήση των ταξινομιών σε αφηρημένα αντικείμενα χαρακτηρίζεται από ένα μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας σε σχέση με τα υλικά αντικείμενα. Αυτό οφείλεται στο μεγάλο βαθμό ασάφειας, ο οποίος διακρίνει τις αφηρημένες έννοιες καθώς καθίσταται δύσκολο να εφαρμοστούν οι ιεραρχικές δομές και οι εννοιολογικοί χάρτες που εφαρμόζονται στα υλικά αντικείμενα. Οι ταξινομίες στις μέρες μας τείνουν να είναι εξαντλητικές.

2.6.2 Θησαυροί

Στην εποχή που διανύουμε υπάρχει πληθώρα πληροφοριών, σε αυτό έχει συντελέσει η ραγδαία εξάπλωση του διαδικτύου. Ο μεγάλος όγκος των πληροφοριών έχει καταστήσει δύσκολη την ανεύρεση των κατάλληλων πληροφοριών. Οι θησαυροί προσπαθούν να δώσουν μια λύση στο μείζον πρόβλημα της αναζήτησης και ανάκτησης των πληροφοριών.

Οι θησαυροί είναι ελεγχόμενα και δομημένα λεξιλόγια⁵, αποτελούνται από λέξεις ή φράσεις οι οποίες είναι οργανωμένες με ιεραρχικό τρόπο καθώς συνδέονται μεταξύ τους και με σημασιολογικές συσχετίσεις. Αντιστοιχούν τις έννοιες ενός πεδίου γνώσης σε κοινά αποδεκτούς όρους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την οργάνωση θεματικών ευρετηρίων με απώτερο σκοπό την αποδοτικότερη αναζήτηση και ανάκτηση των πληροφοριών καθώς δημιουργούν σημασιολογικές συσχετίσεις και ιεραρχικές σχέσεις μεταξύ των ευρετηριασμένων όρων (Jing και Croft 1994). Αρχικά οι θησαυροί συνδυάστηκαν με τα συστήματα ανάκτησης πληροφοριών και

⁵ Δομημένα λεξιλόγια είναι τα λεξιλόγια των οποίων οι λέξεις και οι φράσεις ακολουθούν μια οργανωμένη διάταξη. Χρησιμοποιούνται κατά την ευρετηρίαση και την ανάκτηση περιεχομένου ενός συγκεκριμένου τομέα γνώσης.

εφαρμόστηκαν στις βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων και εν συνεχεία στα συστήματα των βιβλιοθηκών καθώς και στο διαδίκτυο. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία *«Η κατασκευή του θησαυρού βασίζεται καταρχάς στην εννοιοκεντρική προσέγγιση για τη θεματική ανάλυση, τον προσδιορισμό και τη διαχείριση των εννοιών, που περιγράφουν το συγκεκριμένο θεματικό πεδίο, εφαρμόζει όμως ταυτόχρονα και γλωσσικούς κανόνες για τη διαχείριση των διαφόρων λεκτικών παραστάσεων των εννοιών, που προέρχονται από τη φυσική γλώσσα, δηλαδή των όρων.»* (Καπιδάκης et al. λοιποί 2015, σελ. 260).

Οι θησαυροί ανήκουν στα υστεροσυνδιασμένα συστήματα. Κατά τα υστεροσυνδιασμένα συστήματα η ευρετηρίαση πραγματοποιείται από τους χρήστες κατά τη διάρκεια της αναζήτησης των πληροφοριών. Στα υστεροσυνδιασμένα συστήματα οι ευρετηριασμένοι όροι είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους, και συνδυάζονται μεταξύ τους κατά την διαδικασία της αναζήτησης (Σκανδάλη 1990β). Ο συνδυασμός των όρων πραγματοποιείται μέσω των τελεστών Boolean (and, or, not). Τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν τους τελεστές Boolean δεν θεωρούνται αποτελεσματικά λόγω του ότι έχουν μικρότερη ακρίβεια. Ως ακρίβεια (precision) ορίζουμε το ποσοστό των σχετικών πληροφοριών από το σύνολο των πληροφοριών, οι οποίες προκύπτουν κατά τη διαδικασία της αναζήτησης (Παπαδόπουλος et al. 2015). Επίσης, δεν υπάρχει εγγενής ταξινόμηση εγγράφων, αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι χρήστες να μην μπορούν να δομήσουν αποτελεσματικά ερωτήματα.

Οι θησαυροί βασίζονται σε κανόνες, οι οποίοι ορίζονται με ISO πρότυπα. Τα πρώτα πρότυπα ISO τα οποία αναπτύχθηκαν ήταν το ISO 2788, το οποίο δημοσιεύτηκε το 1974 και ενημερώθηκε το 2008 και αφορά μονόγλωσσους θησαυρούς. Το ISO 5964 δημοσιεύθηκε το 1985 και αφορά πολύγλωσσους θησαυρούς. Στην συνέχεια τα πρότυπα ISO 2788 και ISO 5964 αντικαταστάθηκαν από το ISO 25964 το οποίο ισχύει μέχρι σήμερα. Το πρότυπο ISO 25964 αποτελείται από δύο μέρη (<https://www.niso.org/schemas/iso25964#part1> τελευταία προσπέλαση 18 Νοεμβρίου 2018).

- Το πρώτο μέρος του προτύπου με τίτλο «Θησαυροί για ανάκτηση πληροφοριών» δημοσιεύθηκε το 2011 και αναφέρεται στους μονόγλωσσους και πολύγλωσσους θησαυρούς. Έχει ως κύριο σκοπό να προάγει την διαλειτουργικότητα τους. Για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας περιλαμβάνει τρία XML σχήματα, το MARC (MACHine-Readable

Cataloging), το SKOS (Simple Knowledge Organization System) και το Zthes. Επίσης, περιέχει, ένα μοντέλο δεδομένων, μια προτεινόμενη μορφή για την εισαγωγή και εξαγωγή των θησαυρών καθώς και συστάσεις που προορίζονται για την ανάπτυξη και την συντήρηση εφαρμογών ανάκτησης πληροφοριών, οι οποίες ισχύουν για όλα τα πληροφοριακά συστήματα ανεξαρτήτως του τύπου των πληροφοριών (π.χ. εικόνα, βίντεο, κείμενο, για βάσεις γνώσεων, βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων, κείμενα, μουσεία ή συλλογές καθώς και για τα αντικείμενα που υπάρχουν σε αυτά) .

- Το δεύτερο μέρος του προτύπου με τίτλο «Διαλειτουργικότητα με άλλα λεξιλόγια» δημοσιεύθηκε το 2013. Έχει ως σκοπό να προωθήσει την ανάκτηση πληροφοριών από συστήματα πληροφόρησης, που έχουν ευρετηριαστεί με τη χρήση διαφορετικών λεξιλογίων. Αναφέρει πώς θα επιτευχθεί η αντιστοίχιση των εννοιών μεταξύ διαφορετικών λεξιλογίων, παρέχοντας συστάσεις για τη δημιουργία και συντήρηση των αντιστοιχίσεων μεταξύ θησαυρών ή μεταξύ θησαυρών και άλλων τύπων λεξιλογίων.

2.6.2.1 Τύποι θησαυρών

Με βάση τον τρόπο που δημιουργούνται, οι θησαυροί κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Στους χειρωνακτικούς (manual) θησαυρούς, οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί εξ ολοκλήρου από τον άνθρωπο. Υπάρχουν δύο τύποι χειρωνακτικών θησαυρών. Ο πρώτος τύπος ανήκει στους θησαυρούς γενικού σκοπού των οποίων τα λεξικά βασίζονται σε θησαυρούς όπως το Roget και το WordNet (Jarmasz, M. 2012). Περιέχουν έννοιες όπως αυτές των αντωνύμων και των συνωνύμων και συναντώνται σπάνια σε συστήματα ανάκτησης πληροφοριών. Ο δεύτερος τύπος απευθύνεται σε συστήματα ανάκτησης πληροφοριών και οι φράσεις βασίζονται σε θησαυρούς όπως το INSPEC, LCSH (Library of Congress Subject Headings), και MeSH (Medical Subject Headings). Περιέχουν συνήθως σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του θησαυρού, όπως ο ευρύς όρος ΠΟ (πλατύτερος όρος) ή BT (broader term), ΕΟ (ειδικότερος όρος) ή NT (narrower term), ΧΑ (χρησιμοποίησε αντί) ή UF (used for) και ΣΟ (σχετικός όρος) ή RT (related term), οι σχέσεις μπορούν να είναι γενικές ή ειδικές, αναλόγως με τις ανάγκες. Οι χειρωνακτικοί θησαυροί

χρησιμοποιούνται ευρέως σε εμπορικά συστήματα. Τα μειονεκτήματα είναι το αυξημένο κόστος κατασκευής τους, η συντήρηση και η ενημέρωσή τους.

2. Στους αυτόματους (automatic) θησαυρούς, οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί εξ ολοκλήρου από υπολογιστές. Οι αυτόματοι θησαυροί βασίζονται συνήθως στις πληροφορίες συν-εμφάνισης καθώς συχνά χρησιμοποιείται η συνάφεια για να εκτιμηθεί η πιθανότητα ότι οι όροι του θησαυρού είναι παρόμοιοι με τους όρους των ερωτημάτων ή με ένα συγκεκριμένο ερώτημα. Δεδομένου ότι ο προσδιορισμός των όρων ή των φράσεων είναι δύσκολο να επιτευχθεί με αυτόματο τρόπο, στους αυτόματους θησαυρούς αυτές οι σχέσεις απλουστεύονται σε ένα τύπο σχέσης σύνδεσης, με αποτέλεσμα οι αυτόματοι θησαυροί να μην είναι αποτελεσματικοί.
3. Στους ημιαυτόματους (semiautomatic) θησαυρούς, οι οποίοι βασίζονται και περιέχουν τεχνικές που εφαρμόζονται στους αυτόματους καθώς και τους χειρωνακτικούς τύπους θησαυρών. Αυτός ο τύπος προσπαθεί να αντιμετωπίσει τα μειονεκτήματα των δύο παραπάνω μεθόδων.

Επίσης, οι θησαυροί κατηγοριοποιούνται σε έννοιες όπως πράγματα και τα μέρη τους, γεγονότα – συμβάντα, υλικά, ονόματα τόπων κ.α.. Οι όροι που αποτελούν τους θησαυρούς διαχωρίζονται σε μονολεκτικούς (π.χ. σπίτι, βουνό) ή πολυλεκτικούς (μοριακή βιολογία, ηλεκτρικό αυτοκίνητο) και σε απλούς (όσφρηση, θάμνος) ή σύνθετους (πολυμηχάνημα, ηλεκτρογεννήτρια). Τέλος, οι έννοιες μπορεί να περιλαμβάνουν σημειώσεις, οι οποίες περιέχουν πληροφορίες για την συγκεκριμένη έννοια, οι σημειώσεις μπορεί να είναι διευκρινιστικές, ιστορικές ή και ορισμοί των εννοιών.

2.6.3 Οντολογίες

Ο όρος οντολογία προκύπτει από τις λέξεις ον και -λογία. Ως όρος πρωτοεμφανίστηκε κατά την αρχαιότητα και τον έχουν χρησιμοποιήσει αρχαίοι φιλόσοφοι, όπως ο Πλάτων και ο Αριστοτέλης. Προσεγγίζοντας φιλοσοφικά τον όρο οντολογία και σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι ο «κλάδος της μεταφυσικής, που ερευνά την ουσία των όντων γενικά και όχι τις σχέσεις ή την ποιότητα τους.» (Ινστιτούτο Νεοελληνικών Σπουδών [Ίδρυμα Μανόλη Τριανταφυλλίδη] 1998, σελ. 968), ο Μπαμπινιώτης διαχωρίζει τον όρο οντολογία στην κλασσική φιλοσοφία, κατά την οποία είναι η επιστήμη που εξετάζει το ον καθ' αυτό και στην σύγχρονη φιλοσοφία, κατά την οποία είναι η μελέτη της ύπαρξης γενικά, όπως τη

συλλαμβάνουν οι διάφορες παραλλαγές της υπαρξιακής σκέψης (Μπαμπινιώτης 2012).

Ο όρος οντολογία αρχικά υιοθετήθηκε από τους ερευνητές που ασχολούνται με τον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, όπου αναγνώρισαν την δυνατότητα εφαρμογής τους στη μαθηματική συλλογιστική και θεώρησαν ότι μπορούν να αναπτύξουν νέες οντολογίες ως υπολογιστικά μοντέλα, τα οποία θα είναι ικανά να πραγματοποιούν αυτόματους συλλογισμούς σε συγκεκριμένους τομείς. Έτσι ο όρος οντολογία υιοθετήθηκε από τον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης από την δεκαετία του 1980, ώστε να αναφερθεί σε ένα μοντελοποιημένο κόσμο καθώς και στα συστατικά των συστημάτων γνώσης (<http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm> τελευταία προσπέλαση στις 2 Δεκεμβρίου 2018).

Στις αρχές του 1990 ο όρος οντολογία υιοθετείται και από την επιστήμη της πληροφορικής, η οποία επιθυμεί μέσω των οντολογιών να αναπτύξει ένα πρότυπο διαλειτουργικότητας μεταξύ ετερογενών συστημάτων πληροφόρησης. Σκοπός των οντολογιών είναι να παράξει γνώση μέσω των πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες σε ετερογενή πληροφοριακά συστήματα. Σύμφωνα με τον Gruber (1993) «οντολογία είναι ένας ασαφής ορισμός μια εννοιολογικής αναπαράστασης» επίσης «Οντολογία είναι μια μοιραζόμενη και επαναχρησιμοποιήσιμη εννοιολογική αναπαράσταση γνώσης συχνά ενός συγκεκριμένου θεματικού χώρου.» (Καπιδάκης και λοιποί 2015, σελ. 321).

Σκοπός των οντολογιών είναι η οργάνωση των πληροφοριών και η μείωση της πολυπλοκότητας. Εφαρμόζονται σε τομείς όπως ο σημασιολογικός ιστός, στη μηχανική συστημάτων και λογισμικού στη βιβλιοθηκονομία, στην επιστήμη της πληροφορίας και στην βιοϊατρική πληροφόρηση (Καπιδάκης et al. 2015). Στον τομέα του σημασιολογικού ιστού οι οντολογίες έχουν ενσωματωθεί σε εφαρμογές όπως τα συστήματα οργάνωσης γνώσης, στους διαμεσολαβητές (agents) και στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Οι οντολογίες μπορούν να «παράγουν φυσική γλώσσα, να ενσωματώνουν ευφυείς πληροφορίες, να παρέχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο βάσει σημασιολογίας, και να εξάγουν πληροφορίες από διάφορα κείμενα παράλληλα με τη χρήση τους σε άλλες εφαρμογές προκειμένου να δηλώσουν ρητά τη γνώση που περικλείεται σε αυτές» (Πούλος 2015, σελ. 92).

2.6.3.1 Μετάβαση στις οντολογίες

Ο μεγάλος όγκος των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες μέσω του διαδικτύου επέβαλε την ανάπτυξη νέων συστημάτων οργάνωσης γνώσης των πληροφοριών ώστε να είναι αποδοτικότερη η αναζήτηση και ανάκτηση τους, για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκαν τα θεματικά ευρετήρια. Τα θεματικά ευρετήρια στην αρχική τους μορφή έκαναν χρήση των συστημάτων των ταξινομιών, οι οποίες χρησιμοποιούν ελεγχόμενο λεξιλόγιο και οργανώνουν ιεραρχικά έννοιες και όρους ανά τομέα γνώσης. Στην συνέχεια αναπτύχθηκαν βασιζόμενοι στις ταξινομίες οι θησαυροί, ώστε να συμβάλλουν στην καλύτερη οργάνωση των πληροφοριών με απώτερο σκοπό την αποτελεσματικότερη αναζήτηση τους. Οι θησαυροί θεωρούνται η εξέλιξη των ταξινομιών, λόγω του ότι έχουν υιοθετήσει τις τεχνικές τους και επιπροσθέτως συνδέουν σημασιολογικά τις έννοιες και τους όρους από τους οποίους αποτελούνται. Οι θησαυροί δεν δίνουν την δυνατότητα της ενδεδειγμένης αναζήτησης μιας πληροφορίας εφόσον αναπτύσσονται ανά τομέα γνώσης. Το πρόβλημα αυτό προσπαθεί να αντιμετωπιστεί με την ανάπτυξη των οντολογιών. Επίσης, οι οντολογίες αναπτύσσονται ανά επιστημονικά πεδία και τις διέπει η έννοια της διαλειτουργικότητας με αποτέλεσμα να μπορεί να γίνει μια εις βάθος αναζήτηση των πληροφοριών σε όλους τους τομείς γνώσης. Οι ταξινομίες και οι θησαυροί περιλαμβάνουν τεχνικές οργάνωσης, αποθήκευσης, αναζήτησης και ανάκτησης πληροφοριών, των οποίων η μορφή είναι κατανοητή μόνο από τον άνθρωπο, εν αντιθέσει με τις οντολογίες όπου οι πληροφορίες μπορούν να απευθύνονται και να γίνονται αντιληπτές από τους ανθρώπους καθώς και από τους υπολογιστές, εφόσον έχουν και μηχαναγνώσιμη μορφή (Τσάφου και Πολίτη 2008).

2.6.3.2 Κατηγορίες οντολογιών

Οι οντολογίες κατηγοριοποιούνται σε οντολογίες τομέα (domain ontology) και οντολογίες ανωτέρου επιπέδου (upper level ontology).

- Οι οντολογίες τομέα (domain ontology) περιγράφουν το πλήθος των σχετικών εννοιών ενός συγκεκριμένου τομέα ενδιαφέροντος, περιέχουν ένα πλαίσιο γνώσης το οποίο το έχουν αναπτύξει ειδικοί και βασίζεται σε ένα συγκεκριμένο τομέα γνώσης, περιέχουν μια αφηρημένη έννοια ενός τομέα η οποία προσδιορίζει σχετικές έννοιες του τομέα, μοντελοποιεί έναν τομέα ενδιαφέροντος ή ένα τμήμα του κόσμου καθώς είναι και μια συλλογή λεξιλογίων και κανόνων της εννοιολογικής αναπαράστασης ενός τομέα

ενδιαφέροντος (<https://www.igi-global.com/dictionary/ontology-based-multimodal-language-learning/8239> τελευταία προσπέλαση στις 4 Δεκεμβρίου 2018).

- Οι οντολογίες ανωτέρου επιπέδου (upper level ontology) περιέχουν γενικές κατηγορίες ώστε να διευκολυνθεί η σημασιολογική ενσωμάτωση οντολογιών τομέων και για να συμβάλουν στη δημιουργία νέων οντολογιών. Για τον λόγο αυτό περιλαμβάνουν γενικές κατηγορίες στις οποίες μπορεί να ενταχθεί μεγάλος αριθμός οντολογιών τομέων. Οι οντολογίες ανωτέρου επιπέδου περιέχουν πλήθος ορισμών και αξιωμάτων για τις κατηγορίες που ανήκουν. Οι οντολογίες ανωτέρου επιπέδου διακρίνονται με βάση τις οντότητες που περιλαμβάνουν, τις θεωρίες τους που αφορούν το χώρο και το χρόνο καθώς και μεμονωμένα τη σχέση με το χώρο και το χρόνο (<http://ontogenesis.knowledgeblog.org/740> τελευταία προσπέλαση στις 4 Δεκεμβρίου 2018).

Μια οντολογία αποτελείται από μια ιεραρχική δομή κλάσεων και υποκλάσεων τις οποίες τις διέπουν οι ιδιότητες της κληρονομικότητας. Κατά την κληρονομικότητα οι γονικές κλάσεις κληρονομούν τις ιδιότητες τους στις υποκλάσεις τους, οι υποκλάσεις μπορεί να έχουν επιπλέον ιδιότητες των κληρονομηθέντων. Οι ιδιότητες κληρονομούνται με τις σχέσεις is-a και ΑΚΟ (A Kind Of). Με τη σχέση is-a η υποκλάση κληρονομεί τις ιδιότητες της γονικής κλάσης και δεν υπάρχει η δυνατότητα να προστεθούν στην υποκλάση νέες ιδιότητες πέραν των ιδιοτήτων που έχουν κληρονομηθεί, παρά μόνο να αλλάξουν οι τιμές των ιδιοτήτων που έχουν κληρονομηθεί. Με την ΑΚΟ η υποκλάση κληρονομεί τις ιδιότητες της γονικής κλάσης και δίνεται η δυνατότητα να προστεθούν νέοι δεσμοί με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέες ιδιότητες (<http://www.cse.unsw.edu.au/~billw/aidict.html> τελευταία προσπέλαση στις 6 Δεκεμβρίου 2018).

Τα βασικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται μια οντολογία είναι τα εξής (Γεωργούλη 2015):

- Οι κλάσεις, οι οποίες είναι δομημένες ιεραρχικά. Περιέχουν έννοιες που αντιστοιχούν σε ένα πεδίο ενδιαφέροντος. Οι κλάσεις που βρίσκονται ψηλότερα στην ιεραρχία περιέχουν έννοιες που είναι κοινές σε περισσότερα

αντικείμενα, εν αντιθέσει με τις κλάσεις που βρίσκονται χαμηλότερα στην ιεραρχία.

- Οι σχέσεις, όπου είναι ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν μεταξύ τους οι κλάσεις και μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις σχέσεις is-a και ΑΚΟ.
- Οι συναρτήσεις, οι οποίες είναι ειδικές περιπτώσεις σχέσεων κατά τις οποίες το n στοιχείο μίας σχέσης προσδιορίζεται μοναδικά από τα $n-1$ προηγούμενα στοιχεία.
- Τα αξιώματα τα οποία αναπαριστούν προτάσεις που είναι πάντα αληθείς.
- Τα στιγμιότυπα, τα οποία αναπαριστούν συγκεκριμένα στοιχεία.

2.6.3.3 *Οντολογικές γλώσσες*

Στην τεχνητή νοημοσύνη και στην επιστήμη της πληροφορικής για την κατασκευή των οντολογιών χρησιμοποιούνται οι οντολογικές γλώσσες. Σκοπός τους είναι η κωδικοποίηση της γνώσης ενός τομέα και η χρήση συλλογιστικών κανόνων με τους οποίους επεξεργάζονται την κωδικοποιημένη γνώση (Maniraj και Sivakumar 2010). Οι οντολογικές γλώσσες μπορεί να βασίζονται στην γλώσσα σήμανσης XML ή στη γλώσσα RDF - RDF schema (Maniraj και Sivakumar 2010). Στην συνέχεια γίνεται μια σύντομη αναφορά στις οντολογικές γλώσσες.

- Η XOL (Ontology Exchange Language) βασίζεται στην γλώσσα σήμανσης XML. Αρχικά η XOL σχεδιάστηκε για ανταλλαγή ορισμών μεταξύ ετερογενών συνόλων συστημάτων λογισμικού στον τομέα της βιοπληροφορικής, στην συνέχεια επεκτάθηκε η χρήση της και σε άλλους τομείς (<http://www.ai.sri.com/pkarp/xol/> τελευταία προσπέλαση στις 7 Δεκεμβρίου 2018).
- Η SHOE (Simple HTML Ontology Expressions) είναι μια γλώσσα η οποία αρχικά αναπτύχθηκε ως ένα μικρό σύνολο της HTML και επέτρεπε στους δημιουργούς των εγγράφων να εισάγουν σημασιολογικές πληροφορίες ώστε να είναι αναγνωρίσιμες από τους υπολογιστές. Η σύνταξη της SHOE έχει προσαρμοστεί σε XML (<https://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/> τελευταία προσπέλαση στις 8 Δεκεμβρίου 2018).
- Η OML (Ontology Markup Language), η οποία βασίζεται στην SHOE. Αναπτύχθηκε από το πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον στα πλαίσια του project WAVE (Web Analysis and Visualization Environment). Η OML είναι μια

διάλεκτος της XML η οποία έχει υιοθετηθεί από τον οργανισμό W3C (Gómez-Pérez et al. Corcho (2002).

- Η OIL (Ontology Interchange Language) είναι μια γλώσσα η οποία προτείνει ένα πρότυπο για την ενσωμάτωση των ήδη υπαρχόντων οντολογιών καθώς και των οντολογιών που θα προκύψουν. Η OIL βασίζεται στα πρότυπα του οργανισμού W3C όπως το RDF/RDF Schema και XML και XML Schema (<http://xml.coverpages.org/oil.html> τελευταία προσπέλαση στις 8 Δεκεμβρίου 2018).
- Η DAML (DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) Agent Markup Language) είναι επέκταση της XML και του RDF. Σκοπός της είναι η αναπαράσταση του ιστού με τρόπο ώστε να είναι κατανοητός από τους υπολογιστές. Η τελευταία έκδοση της είναι η DAML – OIL, η οποία παρέχει ένα πλούσιο σύνολο εργαλείων για τη δημιουργία οντολογιών καθώς και σημασιολογικές πληροφορίες οι οποίες είναι μηχαναγνώσιμες (Gómez-Pérez et al. Corcho (2002).
- Και η OWL (Web Ontology Language) η οποία περιέχει χαρακτηριστικά προγενέστερων οντολογικών γλωσσών, αλλά κυρίως από την DAML – OIL, βασίζεται στη γλώσσα RDF και RDF Schema. Την OWL την χαρακτηρίζει η υψηλή εκφραστικότητα λόγω του πλούσιου λεξιλογίου που χρησιμοποιεί για την περιγραφή των κλάσεων, των πολύπλοκων σχέσεων και ιδιοτήτων. Το πρότυπο OWL δημοσιεύθηκε από το οργανισμό W3C το 2004. Το 2009 δημοσιεύθηκε η επόμενη έκδοση του προτύπου ως OWL 2 και το 2012 δημοσιεύθηκε η δεύτερη έκδοση του προτύπου OWL 2. Η OWL αποτελείται από τρεις υπογλώσσες την OWL Lite που είναι η λιγότερο εκφραστική, η OWL DL και η OWL Full που είναι η υπογλώσσα με την μεγαλύτερη εκφραστικότητα (Στεφανιδάκης et al. 2015).

2.6.3.4 Γλώσσα επρωτήσεων SPARQL

Η SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language) είναι μια γλώσσα και πρωτόκολλο επικοινωνίας για ανοικτά διασυνδεδεμένα δεδομένα (Linked Open Data) στον ιστό ή για σημασιολογικούς γράφους. Επιτρέπει την αναζήτηση πληροφοριών από βάσεις δεδομένων ή από οποιαδήποτε άλλη πηγή η οποία μπορεί να αντιστοιχηθεί σε RDF (<https://www.ontotext.com/knowledgehub/fundamentals/what-is-sparql/> τελευταία προσπέλαση στις 9 Δεκεμβρίου 2018). Το πρότυπο έχει

σχεδιαστεί και εγκριθεί από τον οργανισμό W3C και δημοσιεύθηκε τον Ιανουάριο του 2008. Η τελευταία έκδοση είναι η SPARQL 1.1 οπού δημοσιεύθηκε τον Μάρτιο του 2013 και αποτελείται από ένα σύνολο προδιαγραφών που αντιστοιχούν σε γλώσσες και πρωτόκολλα για τη δημιουργία ερωτημάτων και το χειρισμό των πληροφοριών που έχουν τη μορφή γράφων ή είναι αποθηκευμένα σε RDF μορφή. Το πρότυπο SPARQL σχετίζεται με τις εξής προδιαγραφές:

- Το SPARQL Protocol for RDF (SPROT) που καθορίζει το απομακρυσμένο πρωτόκολλο για την έκδοση ερωτημάτων SPARQL και τη λήψη των αποτελεσμάτων
- Το SPARQL Query Results XML Format [RESULTS] που καθορίζει την μορφή του XML εγγράφου για την αναπαραγωγή των αποτελεσμάτων των ερωτημάτων SPARQL SELECT και ASK

(<https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> τελευταία προσπέλαση στις 9 Δεκεμβρίου 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

3.1 Το πρότυπο CDA (Clinical Document Architecture)

Ο Health Level Seven (HL7) είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ιδρύθηκε στην Αμερική το 1987. Σκοπός του είναι η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων στον τομέα της υγείας. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού ανέπτυξε μια σειρά αξιόπιστων προτύπων ανταλλαγής, διαχείρισης και ολοκλήρωσης δεδομένων, που αφορούν την ιατρική φροντίδα του ασθενούς καθώς και τη διαχείριση, την οργάνωση και την αξιολόγηση των υπηρεσιών ιατρικής περίθαλψης (<http://www.hl7.org.gr/el> τελευταία προσπέλαση 27 Δεκεμβρίου 2018). Το Clinical Document Architecture Release 1 (CDA R1) είναι ένα πρότυπο σήμανσης που βασίζεται στην γλώσσα σήμανσης XML, κυκλοφόρησε το Νοέμβριο του 2000 και είναι το πρώτο πρότυπο που ανέπτυξε ο HL7. Το 2015 ο οργανισμός HL7 κυκλοφόρησε το CDA R2. Ένα έγγραφο CDA καθορίζει τη δομή και τη σημασιολογία των κλινικών εγγράφων, με σκοπό την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των παρόχων υγείας και των ασθενών. Περιέχει ένα πλήρες και καθορισμένο πληροφοριακό αντικείμενο, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει κείμενο, εικόνα, ήχο και άλλου είδους πολυμεσικό περιεχόμενο. Το CDA περιέχει το δικό του ελεγχόμενο λεξιλόγιο, επίσης ενσωματώνει ελεγχόμενα λεξιλόγια και από άλλα συστήματα κωδικοποίησης, όπως το Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT) και το Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC) (Dolin et al. 2006). Στην συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου αναλύεται το ελεγχόμενο λεξιλόγιο SNOMED CT.

3.2 Ελεγχόμενο λεξιλόγιο SNOMED CT

Το Snomed CT (Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms) είναι ένα ολοκληρωμένο πολύγλωσσο ελεγχόμενο λεξιλόγιο το οποίο υποστηρίζει την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου κλινικού περιεχομένου υψηλής ποιότητας ιατρικών αρχείων. Το SNOMED CT υποστηρίζει ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας (Electronic Health Records), στους οποίους αποθηκεύονται πληροφορίες σχετικές με την κατάσταση των ασθενών. Χαρτογραφείται σε άλλα διεθνή πρότυπα και χρησιμοποιείται σε περισσότερες από πενήντα χώρες. Η χρήση του επιτρέπει την γρήγορη και σε πραγματικό χρόνο ανάκτηση των απαραίτητων πληροφοριών για την λήψη αποφάσεων. Επίσης, έχει τη δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης των κλινικών πληροφοριών με αποτέλεσμα την επεξεργασία των δεδομένων και την

προβολή τους με τρόπο ώστε να εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς, για παράδειγμα την περίθαλψη των ασθενών και την έρευνα. Το SNOMED CT μπορεί να χρησιμοποιηθεί από λογισμικά για την αναπαράσταση κλινικών πληροφοριών με συνέπεια, αξιοπιστία και συνοχή, ως αναπόσπαστο μέρος της παραγωγής ηλεκτρονικών πληροφοριών υγείας. Τέλος, το περιεχόμενο του SNOMED CT είναι προσπελάσιμο μέσω ενός φυλλομετρητή, ο οποίος είναι διαθέσιμος στην ιστοσελίδα www.snomed.org/browser.

3.2.1 Ο ITHSDO (International Health Terminology Standards Development Organization)

Ο ITHSDO είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός, που δημιουργήθηκε από μια ομάδα εννέα ιδρυτικών χωρών (Αυστραλία, Καναδάς, Δανία, Λιθουανία, Κάτω Χώρες, Νέα Ζηλανδία, Σουηδία, Ηνωμένες Πολιτείες και Ηνωμένο Βασίλειο) και είναι κάτοχος και διαχειριστής του SNOMED CT. Επίσης, κατέχει τα δικαιώματα του SNOMED CT και των σχετικών προτύπων λειτουργίας του. Ο ITHSDO είναι ένας οργανισμός που διοικείται από την γενική συνέλευση, η οποία περιλαμβάνει έναν εκπρόσωπο από κάθε χώρα μέλος. Σκοπό έχει την ανάπτυξη, την διατήρηση, την προώθηση και τη διευκόλυνση στη διάθεση και στη σωστή χρήση των προϊόντων που περιέχουν ιατρική ορολογία σε συστήματα υγείας, σε υπηρεσίες και σε προϊόντα σε όλο τον κόσμο. Τέλος, ο ITHSDO αριθμεί περισσότερα από 30 χώρες μέλη.

3.2.2 Η εξέλιξη του SNOMED

Το SNOMED είναι η εξέλιξη του SNOP (Systematized Nomenclature of Pathology) που αναπτύχθηκε το 1965. Η πρώτη έκδοση του SNOMED κυκλοφόρησε το 1974, η ορολογία του περιελάμβανε έννοιες, οι οποίες αφορούσαν τις αιτίες των ασθενειών και την προέλευση τους, εν αντιθέσει με το SNOP το οποίο περιελάμβανε έννοιες σχετικές με την ανατομία και την μορφολογία. Στην συνέχεια, κυκλοφόρησαν τρεις εκδόσεις του SNOMED, η έκδοση SNOMED II το 1979, η έκδοση SNOMED v. 3.0 το 1993 και η έκδοση SNOMED v.3.5 το 1998. Το 1997 ενσωματώθηκε στο SNOMED το LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes). Το LOINC είναι μια βάση δεδομένων και ένα παγκόσμιο πρότυπο για την ταυτοποίηση εργαστηριακών ιατρικών παρατηρήσεων. Το 2000 κυκλοφόρησε η έκδοση του SNOMED RT (Reference Terminology) στο οποίο ενσωματώθηκαν ορισμοί που βασίζονται στην λογική και αφορούν στις έννοιες του SNOMED καθώς και στην αυτόματη συλλογιστική (auto-computed), η οποία είναι ανεξάρτητη των κωδικών που

ανήκουν σε κατώτερη ιεραρχική δομή. Το SNOMED CT είναι η τέταρτη μεγαλύτερη έκδοση του SNOMED και προέκυψε από την συγχώνευση του SNOMED RT και του NHS (National Health Service) Clinical Terms, το οποίο περιέχει ορολογία βασισμένη σε υπολογιστές καθώς και ταξινόμηση ιατρικής ορολογίας της Εθνικής Υπηρεσίας Υγείας του Ηνωμένου Βασιλείου.

Το NHS Clinical Terms αποτελείται από το Read Codes, το οποίο αγόρασε η Εθνική Υπηρεσία Υγείας του Ηνωμένου Βασιλείου το 1990. Η πρώτη έκδοση του Read Codes δημοσιεύθηκε το 1984 και περιείχε περίπου 10.000 όρους. Το 1988 το College of General Practitioners (Βασιλικό Κολέγιο Γενικών Ιατρών) και η British Medical Association (Βρετανική Ιατρική Εταιρία) προτείνουν το Read Codes ως τη βασική ορολογία. Στην συνέχεια η Εθνική Υπηρεσία Υγείας δημοσίευσε την έκδοση 3 του Read Codes (CTV3), η οποία ήταν ένα ελεγχόμενο λεξιλόγιο και στην δημιουργία της συμμετείχαν περισσότεροι από 2.000 επαγγελματίες υγείας από όλες τις ειδικότητες του Ηνωμένου Βασιλείου.

Το SNOMED CT είναι ελεύθερα διαθέσιμο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής από το 2003. Το 2007 το SMONED CT μεταβιβάστηκε από το American Collage of Pathologist (Αμερικάνικο Κολέγιο Παθολόγων) και το SNOMED International στο International Health Terminology Standards Development Organization (ITHSDO) (James 2007).

Πίνακας 3.1: Το ιστορικό της εξέλιξης του SNOMED CT

Έτος	Ορολογία	Παρατηρήσεις
1965	SNOP	Εστιάζει στη μορφολογία / ανατομία και περιέχει 10.990 έννοιες
1974	SNOMED	Εστιάζει στην μορφολογία / ανατομία, τις αιτίες των ασθενειών και την προέλευση τους
1979	SNOMED II	Περιέχει 30.547 έννοιες
1984	Read Codes v1.0	Κωδικοποίηση εξαρτώμενη από τον άνθρωπο και περιέχει 10.000 όρους
1988	Read Codes v2.0	Προτείνεται ως βασική ορολογία και περιέχει 30.000 όρους
1990		O National Health Service of the United Kingdom

		εξαγοράζει το Read Codes
1992	Read Codes v3.0	Το NHS Clinical Terms v3.0 αποτελείται από 150.000 όρους
1993	SNOMED v3.0	Εστιάζει στις διαταραχές, τη μορφολογία, τους ζωντανούς οργανισμούς καθώς και στο κοινωνικό πλαίσιο. Επίσης, ενσωματώνεται εκ νέου περιεχόμενο με κτηνιατρικούς όρους. Αποτελείται από 96.042 έννοιες
1997		Ενσωματώνονται στο SNOMED κωδικοί LOINC
1998	SNOMED v3.5	
1999	Clinical Terms v3	Επέκταση των NHS Clinical Terms v.3.0, πλέον αποτελούνται από 250.000 όρους
2000	SNOMED RT	Η λογική του βασίζεται στο SNOMED. Οι άξονες μετατράπηκαν σε ιεραρχίες, υπάρχει μια πολυϊεραρχική προσέγγιση στην ταξινόμηση και αποτελείται από 128.030 έννοιες.
2002	SNOMED CT	Προέκυψε από την συγχώνευση του SNOMED RT και του NHS Clinical Terms v.3.0 και αποτελείται από 325.857 έννοιες. Τον Απρίλιο του 2002 εκδόθηκε και η Ισπανική έκδοση
2003		Το SNOMED CT είναι δωρεάν διαθέσιμο στις ΗΠΑ Τον Απρίλιο του 2003 εκδόθηκε η Γερμανική έκδοση
2007		Μεταβιβάζεται το SNOMED CT στο International Health Terminology Standards Development Organization (IHTSDO)

Πηγή: James 2007

3.2.3 Τα δομικά στοιχεία του SNOMED CT

Το λογικό μοντέλο του SNOMED CT ορίζει τον τρόπο με το οποίο κάθε δομικό στοιχείο και παράγωγο του σχετίζεται και αναπαριστάται. Τα δομικά του στοιχεία είναι: οι έννοιες (Concepts), οι περιγραφές (Descriptions) και οι σχέσεις (Relationships)

3.2.3.1 Έννοιες (Concepts)

Μία έννοια στο SNOMED CT αντιπροσωπεύει μία μοναδική κλινική σημασία και προσδιορίζεται από ένα μοναδικό αριθμητικό αναγνωριστικό (SCDIT), το οποίο είναι μηχαναγνώσιμο. Οι έννοιες οργανώνονται ιεραρχικά από γενικές σε ειδικές, επιτρέποντας την λεπτομερή καταγραφή των κλινικών δεδομένων και εν συνεχεία την δυνατότητα καταγραφής τους ή την συγκέντρωσή τους σε μία γενικότερη έννοια.

Οι έννοιες στο σύνολό τους χαρακτηρίζονται ως:

- Πλήρως καθορισμένες (Fully defined), των οποίων τα γνωρίσματα που τις ορίζουν θεωρούνται επαρκή ώστε να διακρίνεται το νόημα τους σε σχέση με άλλες έννοιες που περιέχουν παρόμοιο νόημα.
- Πρωτογενείς (primitive), των οποίων τα γνωρίσματα που τις ορίζουν δεν είναι επαρκή ώστε να διακρίνεται με μοναδικό τρόπο το νόημα τους σε σχέση με άλλες έννοιες που περιέχουν παρόμοιο νόημα.

3.2.3.2 Περιγραφές (Descriptions)

Περιγραφές ονομάζονται τα σύνολα κειμένων που περιγράφουν κάθε έννοια και είναι αναγνωρίσιμες και κατανοητές από τον άνθρωπο. Κάθε έννοια αποτελείται από δύο περιγραφές. Η μία περιέχει το Πλήρες Προσδιορισμένο Όνομα (Fully Specified Name) και η άλλη το συνώνυμο.

Το Πλήρες Προσδιορισμένο Όνομα αναπαριστά μια μοναδική και αναμφισβήτητη περιγραφή του νοήματος μίας έννοιας. Δεν προορίζεται για χρήση σε κλινικά αρχεία, αλλά για την αποσαφήνιση του νοήματος των εννοιών. Σε κάθε γλώσσα ή διάλεκτο αντιστοιχεί ένα Πλήρες Προσδιορισμένο Όνομα για κάθε έννοια.

Ένα συνώνυμο αντιστοιχεί σε έναν όρο και χρησιμοποιείται για την προβολή ή την επιλογή μίας έννοιας. Κάθε έννοια μπορεί να περιέχει περισσότερα του ενός συνωνύμου. Επίσης, κάθε έννοια περιέχει ένα συνώνυμο που χαρακτηρίζεται ως προτιμώμενος όρος (preferred term). Ως προτιμώμενος όρος χαρακτηρίζεται μια λέξη ή φράση που χρησιμοποιεί το προσωπικό ιατρικής περίθαλψης για να αναφερθεί σε μία έννοια. Σε κάθε γλώσσα, διάλεκτο ή πλαίσιο χρήσης (context of use) αντιστοιχεί ένας προτιμώμενος όρος.

3.2.3.3 Σχέσεις (Relationships)

Οι σχέσεις χρησιμοποιούνται για να συνδέουν δύο έννοιες μεταξύ τους ή για το προσδιορισμό των γνωρισμάτων, μία νέα έννοια συνδέεται με μία έννοια που είναι υπερτύπος της με την σχέση «is a». Κάθε σχέση ταυτοποιείται από ένα μοναδικό αριθμητικό αναγνωριστικό, το οποίο κατανέμεται σε μια σειρά του πίνακα σχέσεων (Relationship Table). Μια σχέση περιέχει τρία αναγνωριστικά, τα δύο εκ των τριών αντιστοιχούν σε δύο λογικές έννοιες, οι οποίες συσχετίζονται μεταξύ τους και το τρίτο αναγνωριστικό αντιστοιχεί σε μία σχέση που υποδεικνύει τον τύπο σχέσης των δύο εννοιών μεταξύ τους. Για παράδειγμα, μία σχέση μας υποδεικνύει ότι η «σκωληκοειδίτιδα» (η πρώτη σχετική έννοια) «βρίσκεται» (τύπος σχέσης) «σκωληκοειδής απόφυση » (δεύτερη σχετική έννοια) βλέπε Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2 : Παράδειγμα σχέσης

sourceId	typeId	destinationId
74400008 appendicitis	363698007 finding site	66754008 appendix structure

Πηγή:

<https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCGLOSS/SNOMED+CT+relationship>,
τελευταία προσπέλαση 27 Δεκεμβρίου 2018

3.2.3.3.1 Δευτερεύουσες σχέσεις (Subtype Relationships)

Οι δευτερεύουσες σχέσεις είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος σχέσης SNOMED CT και χρησιμοποιεί τον τύπο σχέσης «is a». Το σύνολο των ενεργών εννοιών του SNOMED CT περιέχουν μία σχέση τύπου «is a» εκτός της έννοιας ρίζας «root concept». Ο τύπος σχέσης «is a», δηλώνει ότι η αρχική έννοια είναι υποτύπος (subtype) της έννοιας του προορισμού. Η σχέση «is a » ερμηνεύεται αντίστροφα, δηλαδή η έννοια προορισμού είναι υπερτύπος (supertype) της αρχικής έννοιας. Επίσης, οι σχέσεις «is a» είναι γνωστές και ως ιεραρχικές σχέσεις.

3.2.3.3.2 Σχέσεις Γνωρισμάτων (Attribute Relationships)

Μία σχέση γνωρίσματος συμβάλλει στον ορισμό μιας αρχικής έννοιας συνδυάζοντας την με την τιμή ενός προσδιορισμένου στοιχείου. Το SNOMED CT χρησιμοποιεί περισσότερα από πενήντα γνωρίσματα για τον καθορισμό της σημασίας των εννοιών. Κάθε γνώρισμα μπορεί να εφαρμόζεται σε έννοιες που αντιστοιχούν σε έναν ή περισσότερους κλάδους της ιεραρχίας. Τα γνωρίσματα καθορίζονται από τους

τύπους των σχέσεων και οι τιμές τους από τις έννοιες που υποδεικνύουν οι σχέσεις. Το σύνολο των εννοιών στις οποίες μπορεί να εφαρμοστεί ένα γνώρισμα ονομάζεται τομέας (domain) ⁶ του γνωρίσματος. Το επιτρεπόμενο σύνολο τιμών που μπορεί να πάρει ένα γνώρισμα ονομάζεται εύρος (range) ⁷ γνωρίσματος.

3.2.4 Σύνολα αναφοράς (References Sets)

Τα σύνολα αναφοράς περιέχουν δομικά στοιχεία (έννοιες, περιγραφές, σχέσεις) του SNOMED CT και είναι μια ευέλικτη προσέγγιση που χρησιμοποιείται από το SNOMED CT, για την υποστήριξη ενός πλήθους αναγκών που αφορούν την προσαρμογή και τη βελτίωση του. Αυτές περιλαμβάνουν την αναπαράσταση των υποσυνόλων, τις προτιμήσεις της γλώσσας όσον αφορά στην χρήση συγκεκριμένων όρων καθώς και την χαρτογράφηση (mapping) από και προς άλλα συστήματα κωδικοποίησης. Κάθε σύνολο αναφοράς περιέχει και ένα μοναδικό αριθμητικό αναγνωριστικό.

3.2.5 Μοναδικά αριθμητικά αναγνωριστικά SCTID

Το SNOMED CT περιέχει SCTID (SNOMED Clinical Terms Identifier) μοναδικά αριθμητικά αναγνωριστικά, που προσδιορίζουν τις έννοιες, τις περιγραφές και τις σχέσεις από τις οποίες αποτελείται το SNOMED CT. Ένα αναγνωριστικό SCTID δεν περιέχει πληροφορίες για τα στοιχεία τα οποία προσδιορίζει, δηλαδή δεν υπάρχει δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων για το νόημα μια έννοιας. Το νόημα μιας έννοιας μπορεί να προσδιοριστεί από τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών και από τις περιγραφές τους, οι οποίες περιέχουν ορισμούς κατανοητούς από τον άνθρωπο. Ένα SCTID αντιστοιχεί σε ένα 64 bit θετικό αριθμό, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός ψηφίων από τα οποία μπορεί να αποτελείται είναι 18 και ο ελάχιστος αριθμός είναι 9. Τέλος, δεν περιέχει στην αρχή της συμβολοσειράς του μηδενικά ψηφία.

Ένα αναγνωριστικό SCTID διαθέτει μια δομημένη μορφή, η οποία περιέχει χρήσιμες πληροφορίες, που σχετίζονται με τη φύση, την προέλευση καθώς και με την εγκυρότητα του στοιχείου το οποίο προσδιορίζει. Η δομή ενός SCTID αναγνωριστικού περιλαμβάνει τα εξής:

⁶ είναι η ιεραρχία που μπορεί να εφαρμοσθεί ένα συγκεκριμένο γνώρισμα

⁷ είναι ένα σύνολο εννοιών οι οποίες δίνονται ως η τιμή ενός συγκεκριμένου γνωρίσματος

- Ψηφία αναγνώρισης στοιχείου (item identifier). Τα ψηφία αναγνώρισης στοιχείου προσδιορίζουν με μοναδικό τρόπο ένα στοιχείο ενός συγκεκριμένου τύπου στοιχείου (διαμερίσματος) ή χώρου ονομάτων (namespace). Τα ίδια ψηφία αναγνώρισης στοιχείου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικού τύπου στοιχεία (διαμερίσματος) ή χώρο ονόματος, εφόσον το SCTID, όπως παρουσιάζεται εν συνεχεία, αποδίδει μοναδικά αναγνωριστικά διαμερίσματος και χώρου ονομάτων. Όσον αφορά στα ψηφία αναγνώρισης στοιχείων που εκδίδει ο SNOMED International, αυτά προκύπτουν με τυχαίο τρόπο, καθώς μπορεί να τα διέπει και ασυνέχεια.
- Ψηφία αναγνώρισης χώρου ονομάτων (namespace identifier). Τα ψηφία αναγνώρισης χώρου ονομάτων χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό των αναγνωριστικών, που προέρχονται από διαφορετικούς οργανισμούς. Οι οργανισμοί έχουν την δυνατότητα έκδοσης αναγνωριστικών SCTID, τα οποία αντιστοιχούν σε συγκεκριμένους χώρους ονομάτων πιθανών αναγνωριστικών τιμών. Αυτό αποτρέπει τους οργανισμούς να χρησιμοποιούν ταυτόσημες αναγνωριστικές τιμές, ώστε να μην δημιουργούνται σφάλματα και αμφισημία, κατά την κοινή χρήση δεδομένων. Υπάρχουν δύο μορφές ψηφίων αναγνώρισης που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των χώρων ονομάτων.
 - Η σύντομη μορφή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1, κατά την οποία δεν απαιτείται συγκεκριμένο αναγνωριστικό χώρου ονομάτων λόγω του ότι εφαρμόζεται μόνο σε στοιχεία που προέρχονται και συντηρούνται από τον SNOMED International.
 - Η εκτεταμένη μορφή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.2, κατά την οποία περιέχεται μία ακολουθία ψηφίων χώρου ονομάτων, στην οποία απαιτείται ένα ξεχωριστός αναγνωριστικός χώρος ονομάτων, για να διακρίνει τα στοιχεία που προέρχονται από έναν εξουσιοδοτημένο οργανισμό.
- Ψηφία αναγνώρισης διαμερίσματος (partition identifier). Ένα SCTID περιλαμβάνει δύο ψηφία που αναγνωρίζουν τον τύπο των στοιχείων, ώστε το ίδιο αναγνωριστικό να μην χρησιμοποιηθεί σε μία άλλη έννοια, σχέση ή περιγραφή. Με αυτό τον τρόπο όταν ένα SCTID αναγνωστεί από μια εγγραφή ή έναν άλλον πόρο είναι δυνατόν να καθοριστεί εάν αντιπροσωπεύει μία

έννοια, μία σχέση ή μία περιγραφή, πριν προβεί στην αναζήτηση του στοιχείου. Επίσης, υποδεικνύει εάν ένα SCTID περιέχει αναγνωριστικό χώρου ονομάτων. Στον πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι δυνατές τιμές ενός αναγνωριστικού διαμερίσματος σύντομης μορφής SCTID, ενώ στον πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι δυνατές τιμές ενός αναγνωριστικού διαμερίσματος εκτεταμένης μορφής SCTID.

- Ψηφίο ελέγχου (check digit). Το ψηφίο ελέγχου αντιστοιχεί στο τελευταίο ψηφίο του αναγνωριστικού SCTID. Μέσω αυτού μπορεί να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα που πιθανόν να προκύψουν κατά τη διαδικασία της αντιγραφής του.

Πίνακας 3.3 Τιμές Αναγνωριστικού Διαμερισμάτων σύντομης μορφής SCTID

Αναγνωριστικό διαμερίσματος	Περιγραφή
10	Έννοια (Concept)
11	Περιγραφή (Description)
12	Σχέση (Relationship)

Πηγή:

<https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCRELFMT/6.5+Partition+Identifier>

τελευταία ανάκτηση 30 Ιανουαρίου 2018

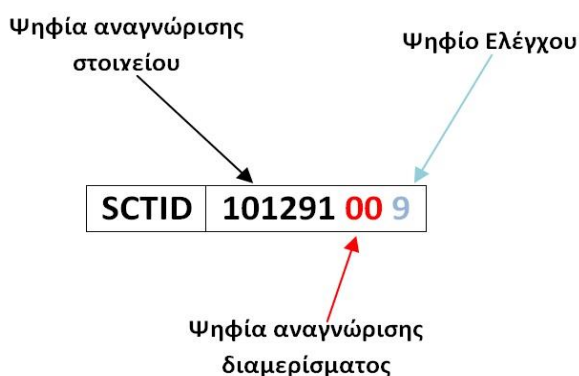
Πίνακας 3.4 Τιμές Αναγνωριστικού Διαμερισμάτων εκτεταμένης μορφής SCTID

Αναγνωριστικό διαμερίσματος	Περιγραφή
00	Έννοια (Concept)
01	Περιγραφή (Description)
02	Σχέση (Relationship)

Πηγή:

<https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCRELFMT/6.5+Partition+Identifier>

τελευταία ανάκτηση 30 Ιανουαρίου 2018

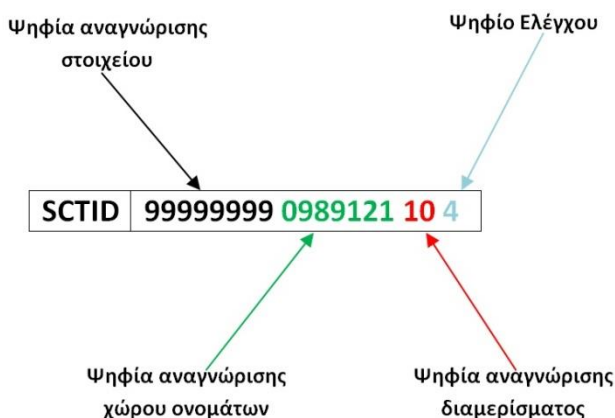


Σχήμα 3.1: Σύντομη μορφή ενός μοναδικού αριθμητικού αναγνωριστικού SCTID

Πηγή :

<https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCRELFMT/6.2+SCTID+Representation>

τελευταία προσπέλαση 15 Δεκεμβρίου 2018



Σχήμα 3.2: Εκτεταμένη μορφή ενός μοναδικού αριθμητικού αναγνωριστικού SCTID

Πηγή :

<https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCRELFMT/6.2+SCTID+Representation>

τελευταία προσπέλαση 15 Δεκεμβρίου 2018

3.2.6 Τύποι εκφράσεων

Οι εκφράσεις του SNOMED CT είναι ένας δομημένος συνδυασμός ενός ή περισσότερων αναγνωριστικών εννοιών που χρησιμοποιούνται για να αντιπροσωπεύσουν μια κλινική άποψη με έναν λογικό τρόπο, ο οποίος είναι αυτόματα επεξεργάσιμος. Οι εκφράσεις αποτελούνται από δύο τύπους.

- Τις προσυνδιασμένες εκφράσεις (precoordinate expressions), οι οποίες αντιπροσωπεύουν το νόημα μίας έννοιας και περιέχουν ένα αναγνωριστικό. Οι προσυνδιασμένες εκφράσεις είναι προκαθορισμένες στο SNOMED CT.
- Τις υστεροσυνδιασμένες εκφράσεις (postcoordinate expressions), οι οποίες αντιπροσωπεύουν το νόημα περισσοτέρων της μίας έννοιας και περιέχουν τα αντίστοιχα αναγνωριστικά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διευρύνεται το επίπεδο λεπτομέρειας του νοήματος μια μεμονωμένης έννοιας. Σχηματίζονται κατά το χρόνο εκτέλεσης, επιλέγοντας μεμονωμένα γνωρίσματα μιας έννοιας. Επίσης, ορισμένες εφαρμογές επιτρέπουν τη δημιουργία υστεροσυνδιασμένων εκφράσεων επεξεργάζοντας τη φυσική γλώσσα.

3.2.7 Το εννοιολογικό μοντέλο του SNOMED CT

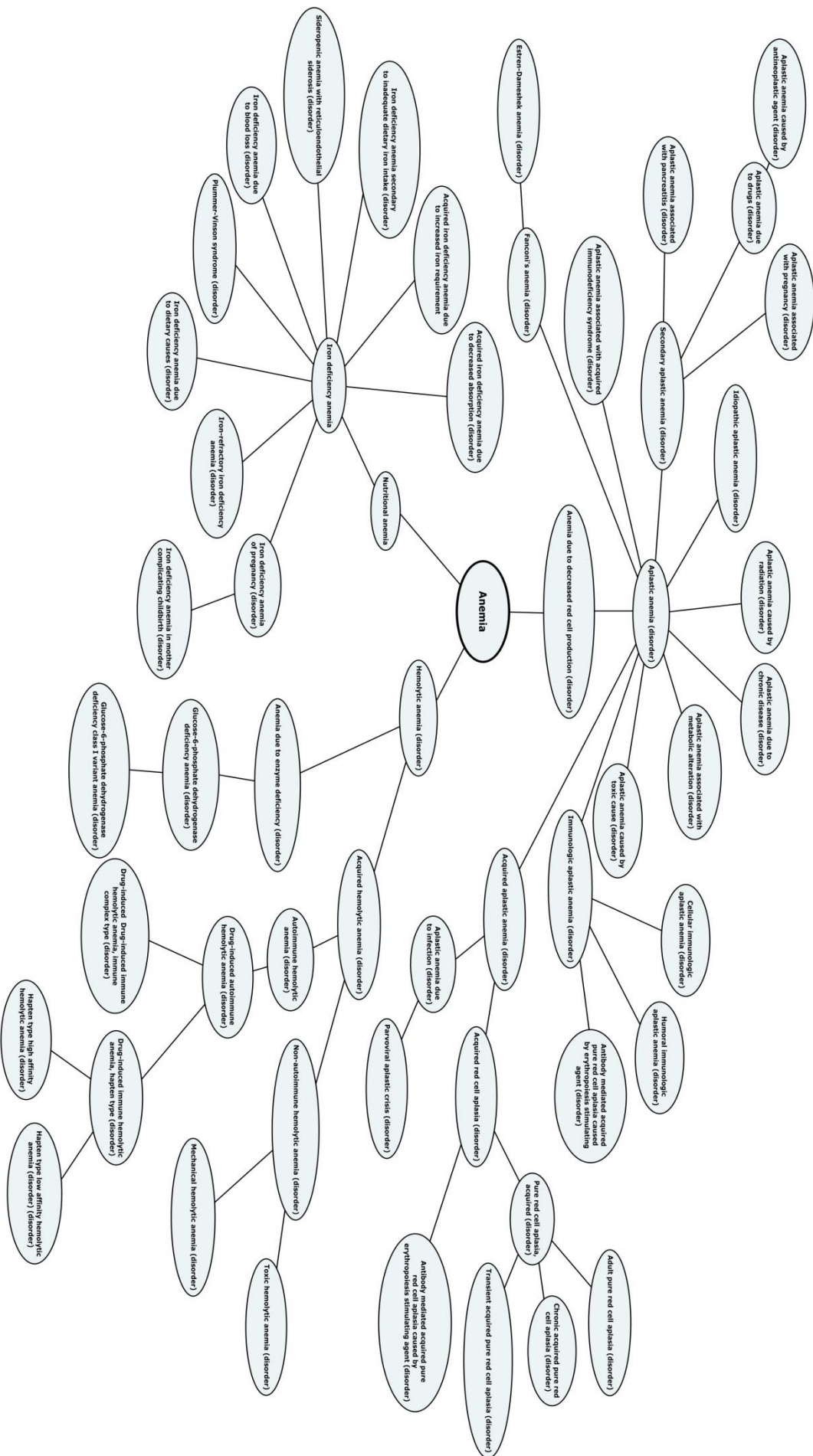
Το εννοιολογικό μοντέλο προσδιορίζει τον τρόπο με τον οποίο ορίζονται οι έννοιες, συνδυάζοντας την τυπική λογική (formal logic) και τους συντακτικούς κανόνες (editorial rules). Οι εννοιολογικοί κανόνες προσδιορίζουν το σύνολο των εννοιών κορυφής της ιεραρχίας (Top level concepts) βάσει των οποίων καθορίζονται οι υπόλοιπες έννοιες της ιεραρχίας, καθώς και ο τύπος των σχέσεων που επιτρέπεται μεταξύ εννοιών συγκεκριμένων κλάδων της ιεραρχίας.

Στη κορυφή της ιεραρχίας βρίσκεται η έννοια ρίζας (root concept). Οι έννοιες που προέρχονται άμεσα από την έννοια ρίζας συνδέονται τουλάχιστον με μία έννοια, η οποία είναι τύπου «is a». Λόγω της σχέσης «is a» η έννοια ρίζας χαρακτηρίζεται ως υπερτύπος (supertype) των υπόλοιπων εννοιών καθώς και οι υπόλοιπες έννοιες ως υποτύποι της έννοιας ρίζας (subtype). Οι έννοιες που συνδέονται άμεσα με την έννοια ρίζας χαρακτηρίζονται ως έννοιες κορυφής (top level concepts). Οι έννοιες κορυφής προσδιορίζουν τους κύριους κλάδους της ιεραρχίας, σε συνδυασμό με τους υποτύπους τους σχηματίζουν τους κλάδους του SNOMED CT, όπου κάθε υποκλάδος περιέχει παρόμοιους τύπους εννοιών. Οι έννοιες που αντιστοιχούν στα κατώτερα επίπεδα της ιεραρχίας περιέχουν περισσότερες λεπτομέρειες.

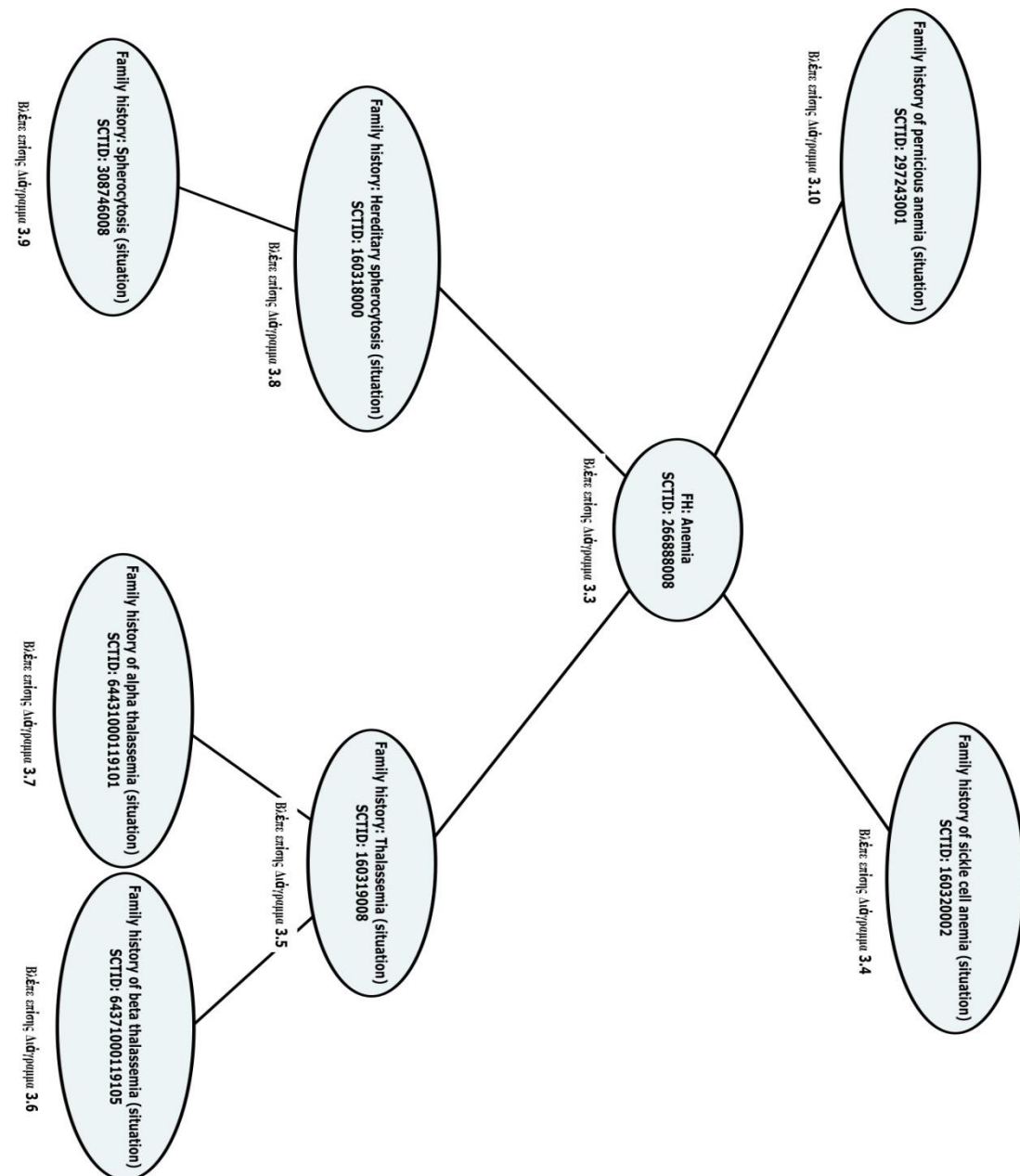
3.3 Αντιστοίχιση των τύπων των αναιμιών στο SNOMED CT

Στο πρώτο κεφάλαιο αναπτύχθηκε η έννοια της αναιμίας και αναλύθηκαν οι βασικότεροι τύποι αναιμιών, οι οποίοι είναι η σιδηροπενική, η κακοήθης, η απλαστική και η αιμολυτική αναιμία. Στο παρόν κεφάλαιο θα αντιστοιχηθούν οι

βασικοί τύποι των αναιμιών στο ελεγχόμενο λεξιλόγιο του SNOMED CT καθώς και οι κληρονομικοί τύποι των αναιμιών με την μορφή διαγραμμάτων. Επίσης, έχουν επιλεγεί οι πέντε τύποι της κληρονομικής αιμολυτικής αναιμίας (κακοήθης αναιμία, δρεπανοκυτταρική αναιμία, σφαιροκυττάρωση, άλφα θαλασσαιμία και βήτα θαλασσαιμία), των οποίων αναπαριστώνται οι σχέσεις γνωρισμάτων σε αντίστοιχα διαγράμματα.

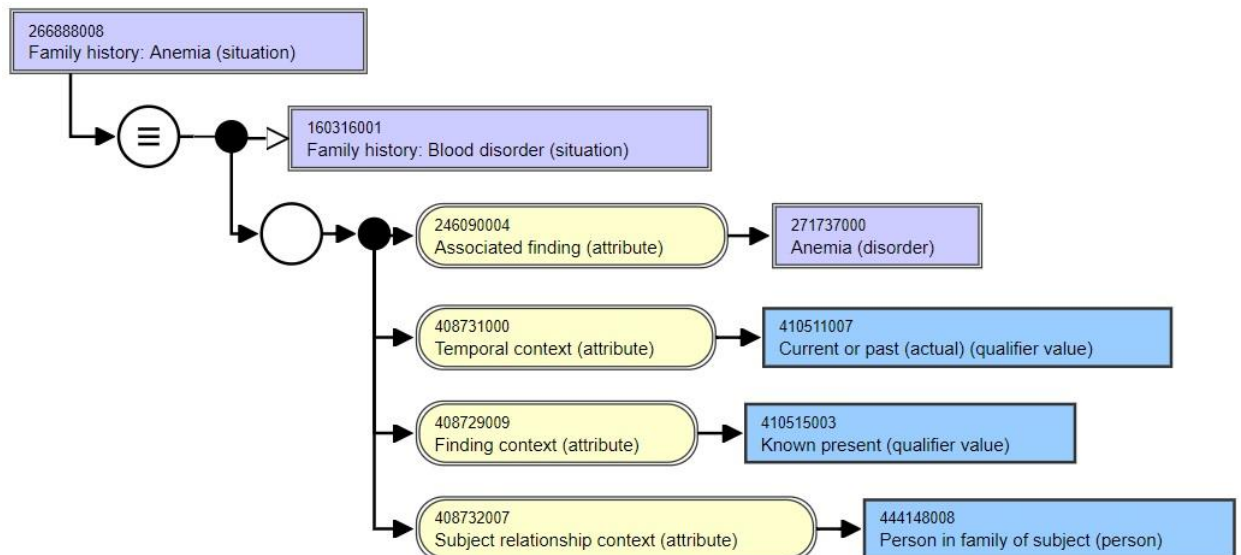


Διάγραμμα 3.1: Αντιστοίχιση των βασικών τύπων των αναμιμών στο SNOMED CT



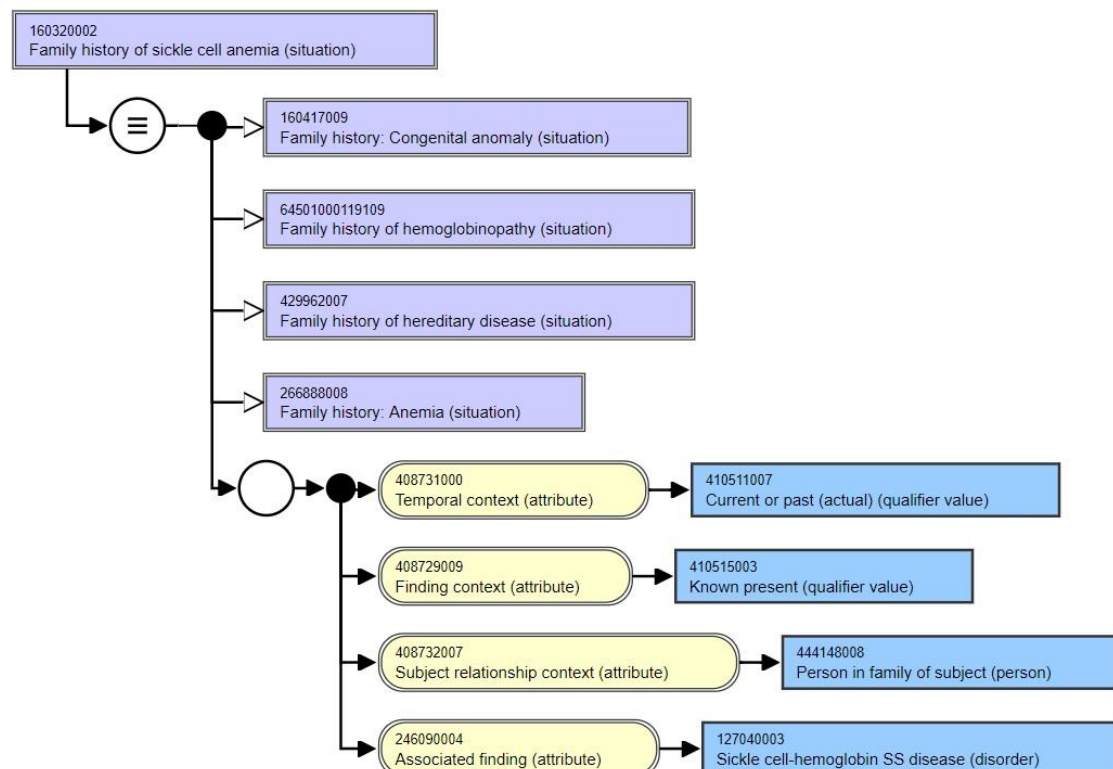
Διάγραμμα 3.2: Αντιστοίχιση των τύπων της κληρονομικής αιμολυτικής αναιμίας στο SNOMED CT, με εμφάνιση των μοναδικών αριθμητικών αναγνωριστικών (SCTID)

Στην συνέχεια εμφανίζονται οι σχέσεις των γνωρισμάτων που αντιστοιχούν στις έννοιες των τύπων της κληρονομικής αιμολυτικής αναιμίας, όπως αυτές εμφανίζονται στο διάγραμμα 3.2.



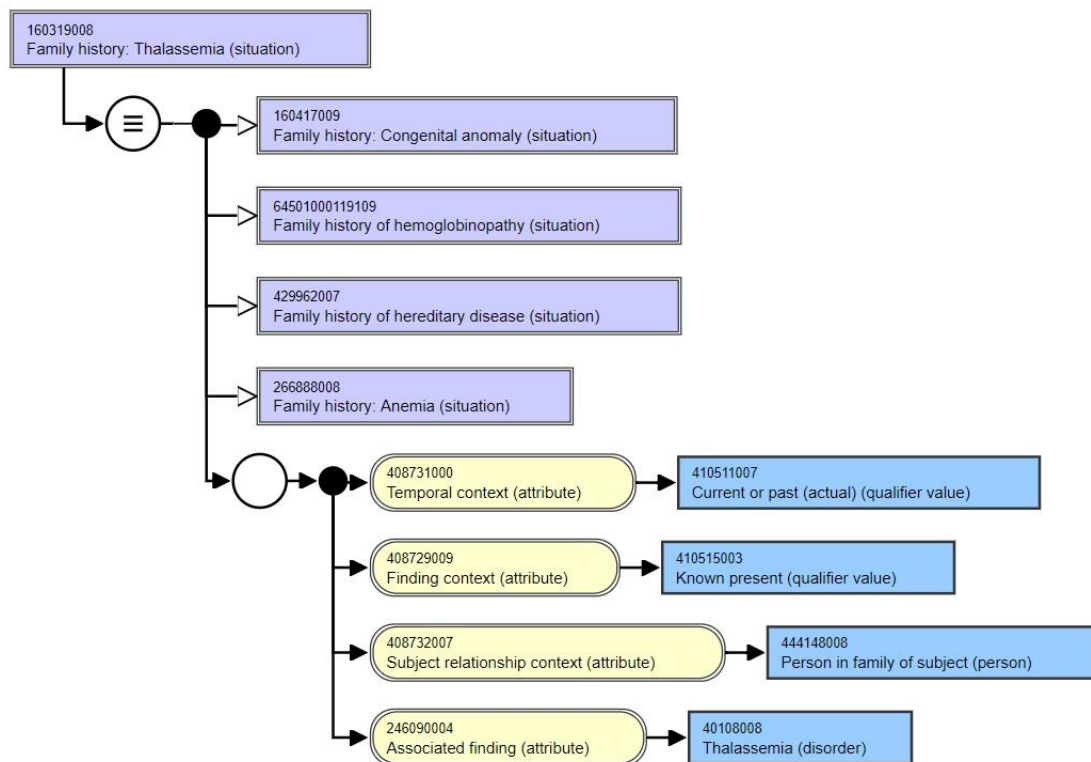
Διάγραμμα 3.3: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History: Anemia του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>



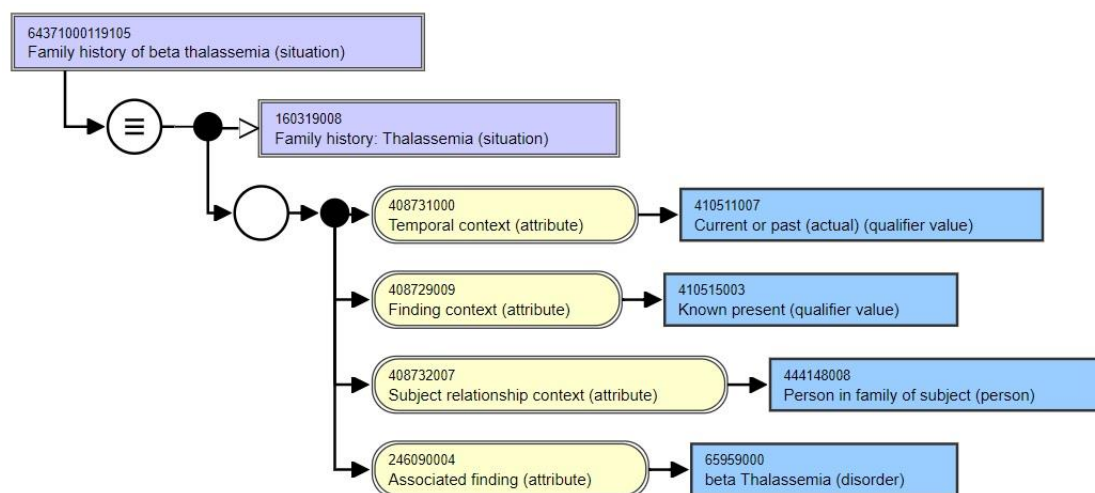
Διάγραμμα 3.4: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History of sickle cell anemia του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>



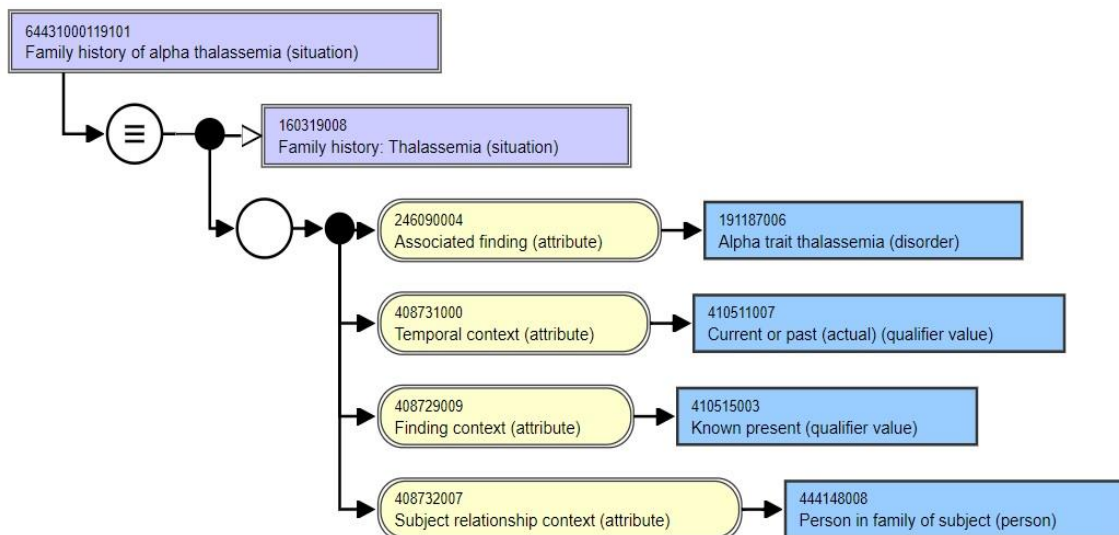
Διάγραμμα 3.5: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History: Thalassemia του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>



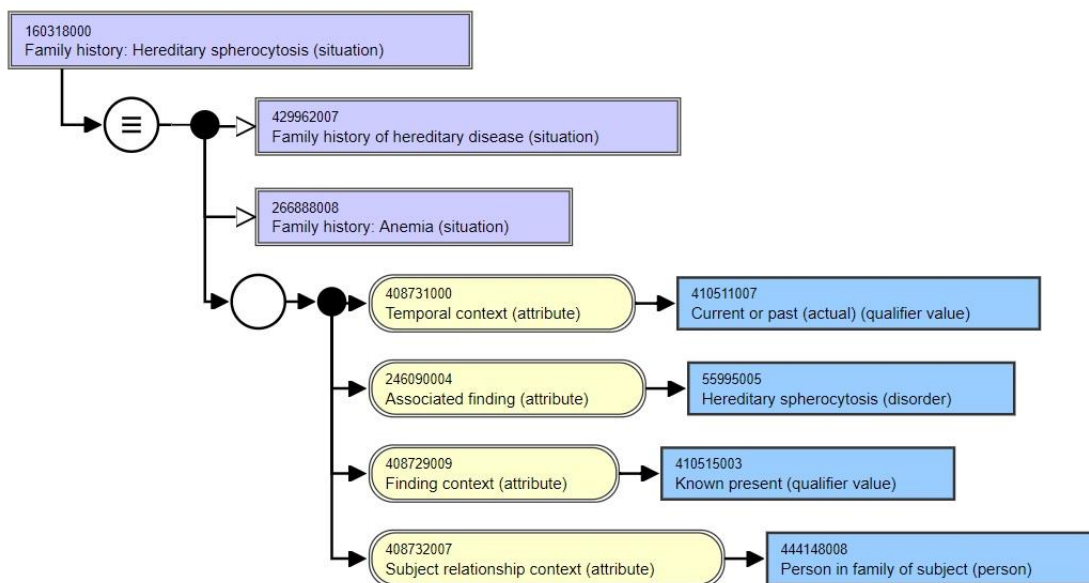
Διάγραμμα 3.6: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History of beta thalassemia του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>



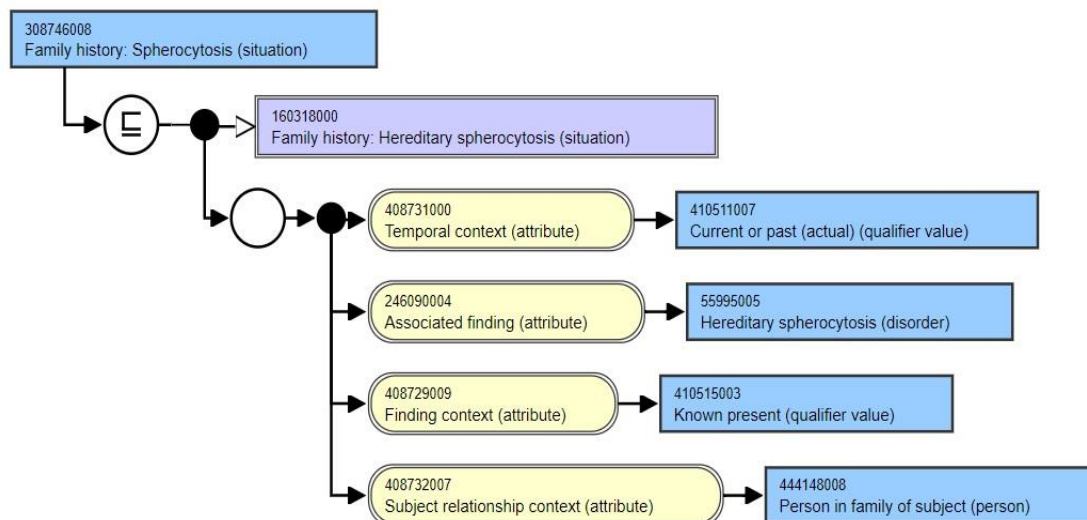
Διάγραμμα 3.7: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History of alpha thalassemia του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>



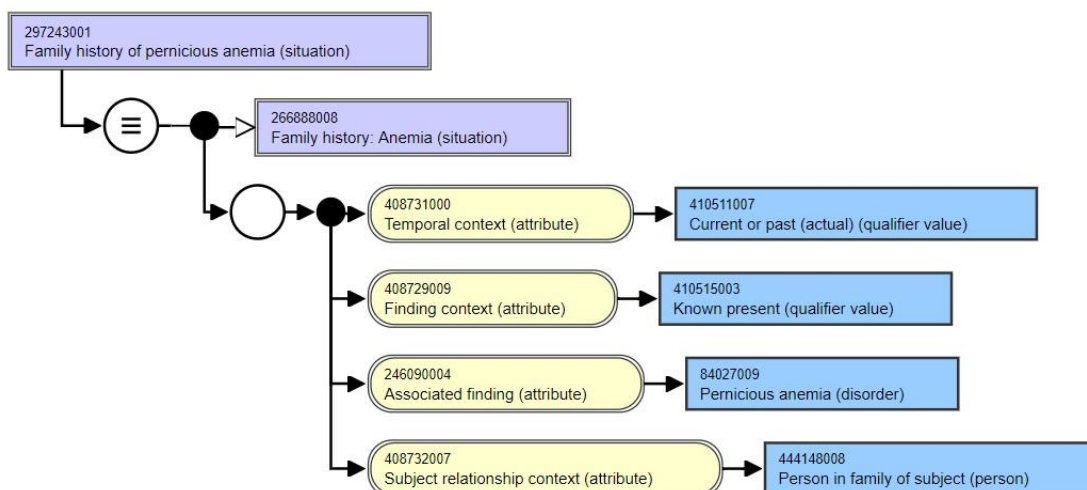
Διάγραμμα 3.8: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History: Hereditary sperocytosis του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>



Διάγραμμα 3.9: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History: Spherocytosis του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>



Διάγραμμα 3.10: Απεικόνιση των σχέσεων γνωρισμάτων της κλάσης Family History of pernicious anemia του SNOMED CT

Πηγή: <https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1>

3.3.1 Διαγράμματα αναπαράστασης

Τα διαγράμματα στο SNOMED CT περιγράφουν τρεις τύπους πληροφοριών, οι οποίοι είναι οι εξής :

- Εκφράσεις (expressions)
- Ορισμοί εννοιών (concept definitions)

- Σχέσεις εκφράσεων (expressions relations)

Τα διαγράμματα εκφράσεων περιγράφουν εκφράσεις του SNOMED CT και είναι τα πιο κοινά διαγράμματα. Μπορεί ένα διάγραμμα να περιγράφει μία έννοια που είναι η πιο απλή μορφή διαγράμματος ή να αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου διαγράμματος.

Τα διαγράμματα ορισμών των εννοιών, όπου οι ορισμοί των εννοιών εμφανίζονται πάνω αριστερά και συνδέονται με έναν ή περισσότερους σχεσιακούς τελεστές (relational operators) σε μια έκφραση.

Τα διαγράμματα σχέσης εκφράσεων, τα οποία αποτελούνται από δύο διαγράμματα έκφρασης, το ένα πάνω από το άλλο και χωρίζονται από ένα σχεσιακό τελεστή. Τα διαγράμματα σχέσης εκφράσεων διαβάζονται από πάνω προς τα κάτω.

Τα διαγράμματα στο SNOMED CT χρησιμοποιούν τα παρακάτω σύμβολα για την αναπαράσταση των πληροφοριών

- Ορθογώνια. Τα ορθογώνια αναπαριστούν έννοιες, τα οποία περιέχουν τα ονόματα των εννοιών ή συνώνυμά τους. Επίσης, μπορούν να αναπαρασταθούν και ορισμοί των εννοιών. Σε αυτή την περίπτωση τα ορθογώνια είναι σχεδιασμένα με διπλή γραμμή.
- Στρογγυλεμένα ορθογώνια. Τα Στρογγυλεμένα ορθογώνια αναπαριστούν σχέσεις και γνωρίσματα και είναι σχεδιασμένα με διπλή γραμμή. Επίσης, υπάρχουν στρογγυλεμένα ορθογώνια με μονή γραμμή τα οποία περιλαμβάνουν ανεπίσημο περιεχόμενο.
- Βέλη “is a”. Τα βέλη “is a” αναπαριστούν τις σχέσεις “is a” που κληρονομούν τις ιδιότητες της κλάσης σε έναν υποτύπο. Τα βέλη έχουν κατεύθυνση από τον υπερτύπο προς τον υποτύπο.
- Κύκλοι. Οι κύκλοι αναπαριστούν γνωρίσματα που ανήκουν στην ίδια ομάδα.
- Μαύρες κουκίδες. Οι μαύρες κουκίδες αναπαριστούν σε ένα διάγραμμα δύο ή περισσότερα γνωρίσματα τα οποία συνδέονται.
- Βέλη. Τα βέλη αναπαριστούν σχέσεις μεταξύ σχετικών στοιχείων, οι οποίες δεν είναι αμφίδρομες.
- Γραμμές. Οι γραμμές αναπαριστούν σχέσεις μεταξύ σχετικών στοιχείων, οι οποίες είναι αμφίδρομες.

- Σχεσιακοί τελεστές. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεταξύ των εκφράσεων.
Παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.5

Πίνακας 3.5: Σύμβολα σχεσιακών τελεστών

Έννοια	Ισοδύναμο (Equivalent)	Υπάγεται (subsumed)	Υπόφραση (subsumes)
Σύμβολο			

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια μελέτης της αναιμίας και των κυριότερων τύπων της. Στην συνέχεια περιγράφηκαν τα συστήματα οργάνωσης γνώσης, όπου δόθηκε έμφαση στις οντολογίες. Παρουσιάστηκαν και περιγράφηκαν οι κατηγορίες τους και οι κυριότερες οντολογικές γλώσσες και έγινε αναφορά στη γλώσσα επερωτήσεων SPARQL. Επίσης, περιγράφηκε το ελεγχόμενο ιατρικό λεξιλόγιο SNOMED, τα δομικά του συστατικά και αντιστοιχηθήκαν σε αυτό οι βασικότεροι τύποι αναιμιών.

Οι οντολογίες είναι ο θεμέλιος λίθος του σημασιολογικού ιστού, μέσω των οποίων θα είναι δυνατή η καλύτερη οργάνωση των πληροφοριών, η μοντελοποίηση ενός πεδίου ενδιαφέροντος και η σύνδεση ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων γνώσης. Οι οντολογίες καθιστούν αναγνωρίσιμες τις πληροφορίες όχι μόνο από τους ανθρώπους αλλά και από τις μηχανές, εφόσον αποκτούν πλέον και μηχαναγνώσιμο χαρακτήρα, αυτό αυτομάτως επιτρέπει στους υπολογιστές την παραγωγή γνώσης.

Στο πεδίο της ιατρικής, οι οντολογίες είναι απαραίτητες καθώς είναι ένας ιδιαίτερα ευαίσθητος τομέας και απαιτεί ακρίβεια και σχετικότητα όσον αφορά στις πληροφορίες και εξαιτίας της ανάγκης διασύνδεσης των διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων. Από την στιγμή που θα ολοκληρωθεί μια οντολογία είναι σημαντική η συνεχής ενημέρωση και αναθεώρησή της. Αυτό συμβαίνει γιατί η οντολογία αναπτύχθηκε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σχεδιάστηκε με βάση τις ανάγκες που ίσχυαν τη δεδομένη χρονική στιγμή σε έναν δεδομένο τομέα γνώσης. Ειδικότερα στον τομέα της ιατρικής στον οποίο πραγματοποιούνται συνεχώς έρευνες με αποτέλεσμα την αύξηση και τη μεταβολή των πληροφοριών.

Ενδεικτική της αναγκαιότητας της ενημέρωσης και της αναθεώρησης των οντολογιών στην ιατρική είναι η αύξηση των εννοιών από τις οποίες αποτελείται ένα ελεγχόμενο ιατρικό λεξιλόγιο. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η έκδοση SNOMED CT, του SNOMED, που κυκλοφόρησε το 2002 περιείχε 325,857 έννοιες (James 2007) και η έκδοση του SNOMED CT που κυκλοφόρησε τον Ιούλιο του 2018 περιείχε 340,659 ενεργές έννοιες (<https://www.snomed.org/snomed-ct/five-step-briefing> τελευταία προσπέλαση 9 Φεβρουαρίου 2019). Επιπλέον, το SNOMED περιέχει μοναδικά αριθμητικά αναγνωριστικά που αντιστοιχούν στο σύνολο των εννοιών, των περιγραφών και των σχέσεων, τα οποία αποτελούνται από ένα 64 bit

θετικό αριθμό, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής μοναδικών αριθμητικών αναγνωριστικών για τις έννοιες, τις περιγραφές και τις σχέσεις που θα προκύψουν μελλοντικά. Επίσης, θα πρέπει κάθε χώρα να συστήσει μία ομάδα ειδικών σε θέματα πληροφορικής και ιατρικών θεμάτων ώστε να παραμετροποιεί τα ελεγχόμενα ιατρικά λεξιλόγια, σύμφωνα με τις εθνικές τους απαιτήσεις.

Η παρούσα εργασία θα μπορούσε να επεκταθεί και σε άλλες παθήσεις που μπορούν να εκδηλωθούν λόγω κληρονομικών ή επίκτητων παραγόντων, όπως για παράδειγμα ο διαβήτης τύπου I και τύπου II. Επίσης, θα μπορούσε να επεκταθεί στον τομέα της φαρμακολογίας, όπου οι τύποι των αναιμιών θα συσχετίζονταν με τις δραστικές ουσίες που περιέχουν τα σκευάσματα και θα χρησιμοποιούνταν για την θεραπεία τους ή την αντιμετώπισή τους. Ακόμη ένας τομέας στον οποίο θα μπορούσε να επεκταθεί η παρούσα μελέτη είναι η διατροφολογία. Οι παθήσεις θα σχετίζονται με ομάδες τροφών ή θρεπτικά στοιχεία των τροφών που ενδείκνυνται ή αντενδείκνυνται ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε ασθενούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία /άρθρα

Αθανασίου-Μεταξά, Μ., Κουκουργιάννη, Φ., & Γομπάκης, Ν. Λέξεις-κλειδιά: Αιμολυτικές αναιμίες, Οξείες, Χρόνιες, Ενδαγγειακή, Εξωαγγειακή αιμόλυση, Εργαστηριακά ευρήματα ΠΑΙΔΙΑΤΡΙΚΗ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ, 15 (4), 361-367, 2003-Πρακτικό θέμα.

Γάλαρης, Δ. 2015. Ελεύθερες ρίζες και οξειδωτικό στρες. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5113>

Γεωργούλη, Α., 2015. Τεχνητή νοημοσύνη. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3381>

Ινστιτούτο Νεοελληνικών Σπουδών [Ίδρυμα Μανόλη Τριανταφυλλίδη], Λεξικό της Κοινής Νεοελληνικής, Θεσσαλονίκη 1998 (ανατ. 2002).

Καπιδάκης, Σ., Λαζαρίνης, Φ., Τοράκη, Κ., 2015. Θέματα βιβλιοθηκονομίας και επιστήμης των πληροφοριών. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1674>

Κοντογιάννη, Μ., Γιαννακούλια, Μ., Καρατζή, Κ., Φάππα, Ε. 2015. Εγχειρίδιο Κλινικής Διατροφής. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1940>

Λουκόπουλος, Δ., Μαριάννα, Π., 2015. Μαθήματα αιματολογίας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3081>

Μπαμπινιώτης, Γ., 1982. Εισαγωγή στη σημασιολογία. Αθήνα: Εκδότης Ελληνικά Γράμματα

- Μπαμπινιώτης, Γεώργιος, 1939-. Μικρό λεξικό της νέας ελληνικής γλώσσας : Ερμηνευτικό, συνωνύμων - αντωνύμων, κύριων ονομάτων, με κλιτικούς πίνακες / Γ. Μπαμπινιώτης. - 4η έκδ. - Αθήνα : Κέντρο Λεξικολογίας, 2018. - 1440σ. • 19x13εκ.
- Μπαμπινιώτης Γ., 2012. Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας, Κέντρο Λεξικολογίας, Αθήνα.
- Παπαδόπουλος, Α., Μανωλόπουλος, Ι., Τσίγλας, Κ., 2015. Ανάκτηση πληροφορίας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4191>
- Σκανδάλη, Α. (1990α). Θεματική ευρετηρίαση: Προσυνδυασμένα συστήματα. Αθήνα: Εκδότης Βασιλείου
- Σκανδάλη, Α. (1990β). Θεματική ευρετηρίαση: Υστεροσυνδυασμένα συστήματα. Αθήνα: Εκδότης Βασιλείου.
- Σολωμού, Γ., Κουνέλη, Α., & Καμέας, Α. (2016). Αξιοποίηση Οντολογιών για τη Μοντελοποίηση Γνωστικών Πεδίων στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, 6(1Α).
- Στεφανιδάκης, Μ., Ανδρόνικος, Θ., Παπαδάκης, Ι., 2015. Ανοικτά συνδεδεμένα δεδομένα και εφαρμογές. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1338>
- Τσάφου, Σ., Πολίτη, Μ., Tsafou, S., & Politi, M. (2008). Η χρήση των θησαυρών στις οντολογίες.
- Χατζηευθυμιάδης, Ε., Μαρτάκος, Δ. (1996). UNIVERSAL RESOURCE IDENTIFIERS (URI)
- Andrès, E., Loukili, N. H., Noel, E., Kaltenbach, G., Abdelgheni, M. B., Perrin, A. E., ... & Blicklé, J. F. (2004). Vitamin B12 (cobalamin) deficiency in elderly patients. *Cmaj*, 171(3), 251-259.
- Bassiliades, N. (2005). Semantic web: Vision and technologies. Microsoft Academic Research. <http://academic.research.microsoft.com/Publication/5051009>

- Berners-Lee, T., Fielding, R., & Masinter, L. (2004). *Uniform resource identifier (URI): Generic syntax* (No. RFC 3986).
- Bos, L. (2006). *Medical and care compunetics 3*. Amsterdam: IOS Press.
- Bruno, D., & Richmond, H. (2003). The truth about taxonomies. *Information Management*, 37(2), 44.
- Dolin, R. H., Alschuler, L., Boyer, S., Beebe, C., Behlen, F. M., Biron, P. V., & Shabo, A. (2006). HL7 clinical document architecture, release 2. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13(1), 30-39.
- Dhaliwai, G., Cornett, P. A., & Tierney, L. M. (2004). Hemolytic anemia. *American family physician*, 69, 2599-2608.
- Feneis, H., & Dauber, W. (2000). *Pocket Atlas of Human Anatomy*. Thieme.
- Gómez-Pérez, A., & Corcho, O. (2002). Ontology languages for the semantic web. *IEEE Intelligent systems*, 17(1), 54-60.
- Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?. *International journal of human-computer studies*, 43(5-6), 907-928
- Hoffbrand, A. V., & Moss, P. A. (2015). *Hoffbrand's essential haematology* (Vol. 38). John Wiley & Sons.
- Hooper, M., Hudson, P., Porter, F., & McCaddon, A. (2014). Patient journeys: diagnosis and treatment of pernicious anaemia. *British Journal of Nursing*, 23(7), 376-381.
- Jarmasz, M. (2012). Roget's thesaurus as a lexical resource for natural language processing. arXiv preprint arXiv:1204.0140.
- James, A. G. (2007). *SNOMED CTÂ® as the clinical terminology for representation of the clinical care of the newborn infant*.
- Jing, Y., & Croft, W. B. (1994, October). An association thesaurus for information retrieval. In *Intelligent Multimedia Information Retrieval Systems and Management-*

Volume 1 (pp. 146-160). LE CENTRE DE HAUTES ETUDES
INTERNATIONALES D'INFORMATIQUE DOCUMENTAIRE.

Klein, G. O., & Chen, R. (2009). Translation and Localization of SNOMED CT–
Strategies and description of a pilot project. In Nursing Informatics.

Lyons, J. (1992). Εισαγωγή στη γλωσσολογία. Επιμ. Γ. Καρανάσιος. Αθήνα:
Πατάκης

Maniraj, V., & Sivakumar, R. (2010). Ontology languages-A review. International
Journal of Computer Theory and Engineering, 2(6), 887.

MDS Foundation. (2012). What Does My Bone Marrow Do?. Published by The
Myelodysplastic Syndromes Foundation, Inc

Middleton, E. A., Weyrich, A. S., & Zimmerman, G. A (2016). Platelets in pulmonary
immune responses and inflammatory lung diseases. Physiological reviews, 96(4),
1211-1259.

Mutschler, M., Paffrath, T., Wöfl, C., Probst, C., Nienaber, U., Schipper, I. B., ... &
Maegle, M. (2014). The ATLS® classification of hypovolaemic shock: A well
established teaching tool on the edge?. Injury, 45, S35-S38.

Nandini, D. (2014). Semantic Web And Ontology-eBooks and textbooks from
bookboon. com

Pandey, G. (2012). The semantic web: an introduction and issues. International
Journal of Engineering Research and Applications, 2(1), 780-786. (Άρθρο για Web
stack)

US Department of Health and Human Services. (2011). *Your guide to anemia*.
Technical Report NIH 11-7629, National Institutes of Health, National Heart, Lung
and Blood Institute, Bethesda, MD.

Parmar, N. M., Patel, M. D., Negi, S. S., Savani, C. M., Desai, L. M., & Patel, A. P.
(2015). Spontaneous hemoperitoneum. Gujarat Med Jr, 70(2), 19-26.

Singhal, A. (2001). Modern information retrieval: A brief overview. IEEE Data Eng.
Bull., 24(4), 35-43.

Snyder, G. K., & Sheafor, B. A. (1999). Red blood cells: centerpiece in the evolution of the vertebrate circulatory system. *American zoologist*, 39(2), 189-198.

SNOMED, C. (2017). *SNOMED CT Starter Guide*. IHTSDO. July.

SNOMED, C. (2018). *SNOMED CT editorial Guide*. IHTSDO. July.

World Health Organization. (2001). The clinical use of blood in medicine, obstetrics, paediatrics, surgery and anaesthesia, trauma and burns.

Ιστοσελίδες

<https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentID=35&ContentTypeID=160> (τελευταία προσπέλαση 5 Σεπτεμβρίου 2018 λευκά αιμοσφαίρια)

<http://www.labtestsonline.gr/tests/bonemarrowaspiration.html?tab=3> τελευταία προσπέλαση 10/10/2018 (εξέταση μυελού των οστών)

<https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Vitaminb12-Consumer.pdf> (τελευταία προσπέλαση 29 Οκτωβρίου 2018)

<http://hospital.blood.co.uk/media/28572/160915-27611-anaemia-blc7181p-final.pdf> (τελευταία προσπέλαση 22 Οκτώβριου 2018)

http://ecourse.uoi.gr/pluginfile.php/85638/mod_resource/content/2/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%20%CE%99%CE%99.pdf (τελευταία προσπέλαση 14 Οκτωβρίου 2018)

<https://tools.ietf.org/html/rfc3986#section-3> (τελευταία προσπέλαση στις 29 Νοεμβρίου 2018)

<http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm> (τελευταία προσπέλαση στις 2 Δεκεμβρίου 2018)

<http://ontogenesis.knowledgeblog.org/740> (τελευταία προσπέλαση στις 4 Δεκεμβρίου 2018)

<https://www.igi-global.com/dictionary/ontology-based-multimodal-language-learning/8239> (τελευταία προσπέλαση στις 4 Δεκεμβρίου 2018)

<http://www.cse.unsw.edu.au/~billw/aidict.html> (τελευταία προσπέλαση στις 6 Δεκεμβρίου 2018)

<http://www.ai.sri.com/pkarp/xol/> (τελευταία προσπέλαση στις 7 Δεκεμβρίου 2018)

<https://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/> (τελευταία προσπέλαση στις 8 Δεκεμβρίου 2018)

<http://xml.coverpages.org/oil.html> (τελευταία προσπέλαση στις 8 Δεκεμβρίου 2018)

<https://www.w3.org/2001/sw/wiki/OWL> (τελευταία προσπέλαση 7 Δεκεμβρίου 2018)

<https://www.ontotext.com/knowledgehub/fundamentals/what-is-sparql/> (τελευταία προσπέλαση στις 9 Δεκεμβρίου 2018)

<https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (τελευταία προσπέλαση 9 Δεκεμβρίου 2018)

[http://www.hl7.org.gr/el/poioi-eimaste-0](http://www.hl7.org/gr/el/poioi-eimaste-0) (τελευταία προσπέλαση 27 Δεκεμβρίου 2018)

<https://www.snomed.org/snomed-ct/five-step-briefing> (τελευταία προσπέλαση 9 Φεβρουαρίου 2019)