

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



**Επισκόπηση μετρικών αξιολόγησης του επιστημονικού
έργου – Review of evaluation metrics for scientific work**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΝΤΕΛΙΤΣΑ ΜΙΧΑΗΛ
A.M. 254

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΠΟΖΑΝΗΣ
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΤΣΑΡΟΣ

Βόλος Οκτώβριος 2014

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**Επισκόπηση μετρικών αξιολόγησης του επιστημονικού
έργου – Review of evaluation metrics for scientific work**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΝΤΕΛΙΤΣΑ ΜΙΧΑΗΛ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΠΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΤΣΑΡΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Εγκρίθηκε από τη διμελή εξεταστική επιτροπή την

(Υπογραφή)

.....

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΠΟΖΑΝΗΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

(Υπογραφή)

.....

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΤΣΑΡΟΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

(Υπογραφή)

.....

ΠΑΝΤΕΛΙΤΣΑ ΜΙΧΑΗΛ

Διπλωματούχος Μηχανικός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Τηλεπικοινωνιών και
Δικτύων του Τμήματος

Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας

© 2014 – All rights reserved

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Ευχαριστίες.....	9
2. Περίληψη.....	10
3. Abstract.....	12
4. Εισαγωγή.....	14
5. Δείκτης h (ή αλλιώς δείκτης Hirsch).....	16
5.1. Ορισμοί, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη h.....	16
5.1.1. Μετρικές της GS: Ταξινόμηση των επιστημονικών περιοδικών εκδόσεων.....	23
5.1.2. Μελέτη περίπτωσης του εξαρτώμενου από το χρόνο δείκτη Hirsch...24	
5.1.3. Ο δείκτης h στην Ιατρική εν έτη 2013.....	26
5.1.3.1. Πιθανοί περιορισμοί (μειονεκτήματα ή πλεονεκτήματα) του δείκτη h στην Ιατρική.....	26
5.1.4. Ο δείκτης h και η εξάρτηση του από το πεδίο της γνώσης και της έρευνας.....	27
5.1.5. Ο δείκτης h στο YouTube.....	28
5.2. Πλεονεκτήματα του δείκτη h.....	30
5.3. Μειονεκτήματα και περιορισμοί του δείκτη h.....	31
6. Δείκτης g.....	36
6.1. Ορισμοί, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη g.....	36
6.2. Πλεονεκτήματα του δείκτη g.....	39
6.3. Μειονεκτήματα του δείκτη g.....	43
7. Δείκτης hg.....	44
7.1. Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη hg.....	44
7.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη hg.....	46
8. Δείκτης f.....	48
8.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, θετικά και αρνητικά του δείκτη f...48	
9. Δείκτης C.....	55
9.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη C.....	55
9.2. Εφαρμογή του ορισμού και μερικά θετικά στοιχεία του δείκτη C.....	55
10. Δείκτης h_T (ή αλλιώς Tapered δείκτης h).....	59
10.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη h_T	59
11. Δείκτης S.....	62
11.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, πλεονεκτήματα και περιορισμοί του δείκτη S.....	62
11.2. Γεωμετρικά ο δείκτης S.....	64
11.3. Σύγκριση των δεικτών S, h και h_T	65
12. Δείκτης j.....	68
12.1. Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη j.....	68
12.2. Διαγράμματα Hasse.....	69

12.3.	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη j	71
13.	Δείκτης L (ή δείκτης Lobby).....	75
13.1.	Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα με τα θετικά και τα αρνητικά του δείκτη L	75
14.	Δείκτης $h_{I,annual}$	80
14.1.	Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, του δείκτη $h_{I,annual}$	80
14.2.	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη $h_{I,annual}$	80
15.	Δείκτης Z	85
15.1.	Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη Z	85
15.2.	Εμπειρικά αποτελέσματα με τα θετικά και αρνητικά του δείκτη Z	86
15.3.	Έλεγχος στη σταθερότητα ταξινόμησης των δεικτών h , g και Z	89
16.	Συμπεράσματα – Επίλογος.....	92
17.	Αναφορές.....	95

1. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το τέλος της διπλωματικής μου εργασίας, ολοκληρώνονται οι προπτυχιακές μου σπουδές στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον πρώτο επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Μποζάνη για την αμέριστη συμπαράσταση και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου και το δεύτερο επιβλέποντα καθηγητή κ. Δημήτριο Κατσαρό για την κριτική και το ενδιαφέρον που έδειξε αναφορικά με τη βελτίωση της εργασίας μου.

Προχωρώντας, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια μου και το Μιχάλη για την υποστήριξη και κατανόηση που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια στην προσπάθεια ολοκλήρωσης των σπουδών μου.

Τέλος, επιθυμώ να ευχαριστήσω απο καρδιάς τη ψυχομάνα μου Ανδριανή που όλα αυτά τα χρόνια με στήριζε με την αγάπη της κι ας μην είναι πια μαζί μας.

2. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αξιολόγηση επιστημονικών αποτελεσμάτων των ερευνητών είναι πια ένα πολύ σημαντικό έργο. Ουσιαστικά, στις μέρες μας η αξιολόγηση σχεδόν κάθε ερευνητικής απόφασης (αποδοχή ερευνητικών μελετών, απονομή επιστημονικών βραβείων, παραχώρηση επιχορήγησης κτλ.), εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις επιστημονικές ικανότητες των εμπλεκόμενων ερευνητών. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν αρκετοί διαφορετικοί βιβλιομετρικοί δείκτες. [3]

Υπάρχουν δυο δημοφιλείς μέθοδοι αξιολόγησης του επιστημονικού έργου. Η πρώτη μέθοδος επιτρέπει τη διεξαγωγή ταξινόμησης και η δεύτερη βασίζεται στην ανάλυση ετεροαναφορών, με εξέταση ενός είτε επιστήμονα, είτε συνέδριου, είτε μιας περιοδικής έκδοσης. [27]

Η πρώτη μέθοδος ακολουθεί τη συγκεκριμένη προσέγγιση: συγκέντρωση απόψεων εμπειρών επιστημόνων από διάφορες ειδικότητες ενός επιστημονικού κλάδου. Αφ' ετέρου, η δεύτερη μέθοδος αξιολόγησης του επιστημονικού έργου καθορίζει μια αντικειμενική λειτουργία, η οποία υπολογίζει το βαθμό μερικών «αντικειμένων» υπό αξιολόγηση, λαμβάνοντας υπόψη τη δομή των ετεροαναφορών μεταξύ των δημοσιευμένων άρθρων. Ο καθορισμός μιας ποιοτικής και αντιπροσωπευτικής μετρικής δεν είναι εύκολος στόχος, δεδομένου ότι πρέπει να ληφθεί υπόψη η παραγωγικότητα ενός επιστήμονα και ο αντίκτυπος όλων των έργων του. Οι περισσότερες απ' τις υπάρχουσες μεθόδους βασίζονται σε κάποια από τις ακόλουθες μορφές: [27]

- το συνολικό αριθμό των άρθρων που έχουν συγγραφθεί,
- το μέσο αριθμό των άρθρων που έχουν συγγραφθεί ανά έτος,
- το συνολικό αριθμό ετεροαναφορών,
- το μέσο αριθμό ετεροαναφορών ανά έτος κτλ. [27]

Ένας απ' τους πιο πρόσφατους και πετυχημένους δείκτες, ο δείκτης *h*, προτάθηκε από το Φυσικό Jorge E.Hirsch (2005). Ακόμη κι αν είναι μια αρκετά πρόσφατη συμβολή, έτυχε μεγάλης προσοχής απ' την επιστημονική κοινότητα και μετά τη δημοσίευσή του, γράφτηκαν γι' αυτόν πάρα πολλά άρθρα. [3]

Ο δείκτης *h* ήταν μια σημαντική εξέλιξη στην ανάλυση των ετεροαναφορών. Παρόλο που είναι εμφανής οι διάφορες πτυχές της ανεπάρκειας του αρχικού δείκτη *h*, απαιτούνται σημαντικές προσπάθειες για να αποκαλυφθούν όλες οι δυνατότητες του. Πρώτον, ο αρχικός δείκτης *h* προσδίδει την ίδια σημασία σε όλες τις ετεροαναφορές, ασχέτως με το πόσο παλιές είναι, έτσι αποφεύγει να φανερώσει τους μοντέρνους επιστήμονες. Δεύτερον, ο δείκτης *h* προσδίδει την ίδια σημασία σε όλα τα άρθρα, με αποτέλεσμα οι νέοι ερευνητές να έχουν ένα σχετικά μικρό δείκτη *h*, λόγω του ότι δεν είχαν αρκετό χρόνο είτε για να δημοσιεύσουν πολλά καλά άρθρα, είτε για να συγκεντρώσουν μεγάλο αριθμό ετεροαναφορών για τα καλά τους άρθρα. Έτσι, ο δείκτης *h* δε μπορεί να φανερώσει τους λαμπρούς, αν και νέους επιστήμονες. [27]

Σ' αυτήν την εργασία, καταβάλλεται μια προσπάθεια ανάλυσης βασικών εννοιών του δείκτη *h*, της χρησιμότητάς του, των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του. Παρόλα τα θετικά στοιχεία του δείκτη *h*, δεν παύει να έχει και πολλά αρνητικά. Έτσι, όπως ήταν αναμενόμενο έγιναν προσπάθειες αντιμετώπισης διαφόρων μειονεκτημάτων του δείκτη *h*, από ποικίλους επιστήμονες. Αυτοί οι επιστήμονες

δημιούργησαν νέους δείκτες γι' αυτό το σκοπό. Ορισμένοι απ' αυτούς, αναλύονται μερικώς στην παρούσα εργασία, με αναφορές σε ορισμούς, βασικές έννοιες, χρησιμότητες, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Εκτός, απ' τον αρχικό δείκτη h που προτάθηκε απ' τον Hirsch, στην παρούσα εργασία αναφέρονται επίσης: ο δείκτης g ο οποίος δημιουργήθηκε απ' τον Egghe, σε μια προσπάθεια του να βελτιώσει κάποια αρνητικά στοιχεία του δείκτη h και μια εξέλιξη των δυο δεικτών h και g , ο δείκτης hg , ο οποίος έχει στοιχεία και απ' το δείκτη h και απ' το δείκτη g . Επιπρόσθετα, αναφέρονται ο tapered δείκτης h_T , ο δείκτης f , ο δείκτης C , ο δείκτης S , ο δείκτης j , ο Lobby δείκτης L , ο δείκτης $h_{I,annual}$ και ο δείκτης Z .

3. ABSTRACT

The assessment of researcher's scientific output, is a very important task for the scientific community. In fact, nowadays, almost every research assessment decision (accepting research projects, awarding scientific prizes, concede a grant etc.) depends on a great extent, upon the scientific merits of the involved researchers. To do so, several different bibliometric indicators have been used. [3]

There are two popular methods for evaluating scientific work. The first method allows to perform ranking and the second is based on citation analysis, which involves examining one of the following, either a scientist or a conference or a journal. [27]

The first method adopts an approach, which collects the opinion of different expert scientists in a domain. On the other hand, the second way of evaluating the scientific work, defines an objective function that calculates some "score" for the "objects" under evaluation, taking into account the structure created by the citations among the published articles. Defining a quality and representative metric is not an easy task, since it should account for the productivity of a scientist and the impact of all of his work. Most of the existing methods, are based on some form of: [27]

- the total number of authored papers,
- the average number of authored papers per year,
- the total number of citations,
- the average number of citations per paper,
- the average number of citations per year, etc. [27]

One of the most recent and successful indicators, the *h-index*, was proposed by the Physicist Jorge E.Hirsch (2005). Even being a quite recent contribution, it has received a lot of attention from the scientific community and since its publication, many articles were published. [3]

The *h-index* was a major breakthrough in citation analysis. Though several aspects of the inefficiency of the original *h-index* are apparent, significant efforts are needed, to unfold the full potential of *h-index*. Firstly, the original *h-index* assigns the same importance to all citations, no matter how old they are, thus refraining from revealing the trendsetters scientists. Secondly, the *h-index* assigns the same importance to all articles, thus making the young researchers to have a relatively small *h-index*, because they did not have enough time either to publish a lot of good articles, or time to accumulate large number of citation for their good articles. [27]

In this project we analyze basic meanings of *h-index*, its usefulness, advantages and disadvantages. Despite *h-index*'s many positive elements, it also has many drawbacks. Thus it was expected, different scientists tried to remove *h-index*'s various limitations. These scientists proposed new indices for this purpose. Some of these indices, were partial analyzed in the present project, with references to definitions, basic meanings, uses, advantages and disadvantages.

Beyond the original purpose of Hirsch index, this project also refers to an index proposed by Egghe, during his effort to improve some drawbacks of *h-index*, the *g-index*, and also refers to an evolution of both *h-* and *g-*indices, the *hg-index*, with elements from the two afore-mentioned indices. In addition, the project refers to

tapered h_T -index, f -index, C -index, S -index, j -index, Lobby index L , $h_{I,annual}$ -index and to Z -index.

4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη για υπευθυνότητα στην Ανώτερη Εκπαίδευση οδήγησε τις ερευνητικές αρχές και τις διοικήσεις Πανεπιστημίων, σε μια προσπάθεια αξιολόγησης της ερευνητικής απόδοσης με τη χρήση ενιαίων βιβλιομετρικών δεικτών, οι οποίοι με τη σειρά τους επιτρέπουν συγκρίσεις και ταξινομήσεις. Χαρακτηριστικά, η βρετανική κυβέρνηση αποφάσισε το 2008 να αντικαταστήσει, την τρέχουσα μέθοδο για τον προσδιορισμό της ποιότητας στην Ανώτερη Εκπαίδευση. Οι μετρικές αξιολόγησης, αποτελούν το κεντρικό σημείο του νέου συστήματος και της απόδοσης της ποιότητάς του. [32]

Μέχρι το 2005, οι παραδοσιακοί βιβλιομετρικοί δείκτες, βασίζονταν σε απλές στατιστικές συναρτήσεις. Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα των συνηθέστερων βιβλιομετρικών δεικτών, είναι ότι δεν απεικονίζουν τον πλήρη αντίκτυπο της επιστημονικής έρευνας, ή ότι επηρεάζονται δυσανάλογα από μία μοναδικά σημαντική επιρροή. [32]

Η αξιολόγηση του επιστημονικού έργου ενός επιστήμονα, αλλά και της ποιότητας μιας περιοδικής έκδοσης ή ενός συνέδριου, έχει προσελκύσει σημαντικό ενδιαφέρον. Παρόλο που φαίνεται απλός ο καθορισμός της ποιότητας μιας μετρικής αξιολόγησης, ωστόσο δεν είναι εύκολος στόχος. Προκειμένου να ξεπεραστούν τα μειονεκτήματα των μετρικών, που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση επιστημόνων και περιοδικών εκδόσεων, ο Hirsch πρότεινε μια πρωτοποριακή μετρική, το δείκτη h . Οι νέοι δείκτες, είναι ικανοί να αποτελέσουν σημείο αναφοράς στην επιστημονική έρευνα, καθώς επίσης και να γνωστοποιήσουν ερευνητές, που διαμορφώνουν συνεχώς τον τομέα τους με την επιρροή που ασκεί το έργο τους, όσο μεγάλοι κι αν είναι ηλικιακά. [27]

Με την πάροδο του χρόνου, αναπτύχθηκαν πολλοί διαφορετικοί δείκτες προκειμένου να αντιμετωπίσουν επιτυχώς, τα μειονεκτήματα του αρχικού δείκτη Hirsch. Στην πορεία της εργασίας, παρουσιάζονται ορισμένοι δείκτες με τα κύρια χαρακτηριστικά τους, τα θετικά και αρνητικά τους στοιχεία, καθώς επίσης καταβάλλεται και μια προσπάθεια σύγκρισής τους. Πλειοψηφία αυτών των δεικτών αναπτύχθηκε με σκοπό να συνεκτιμήσει: 1α) την παραγωγικότητα των ερευνητών, αλλά και β) τον αριθμό δημοσιευμένων άρθρων σ'ένα χρονικό διάστημα, καθώς επίσης 2α) τον αντίκτυπο αυτών των δημοσιεύσεων και β) μερικοί δείκτες βασίστηκαν στον αντίκτυπο των περιοδικών εκδόσεων, ως ενδιάμεσο παράγοντα επιπτώσεων των άρθρων που δημοσιεύτηκαν, σχετικά ποσοστά ετεροαναφορών κτλ. [3]

Επιπρόσθετα, καθώς δημιουργούνται νέες επιστημονικές και παραγωγικές βάσεις δεδομένων, βελτιώνονται για να ενσωματώνουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την παραγωγικότητα των ερευνητών και τις ετεροαναφορές ανά άρθρο (μερικές από τις πιο σημαντικές online πηγές είναι οι: ISI Web of Science, Scopus και Google Scholar). Έτσι, είναι πλέον εφικτή η δημιουργία νέων και πιο ισχυρών δεικτών, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη διάφορα χαρακτηριστικά της παραγωγικότητας των επιστημόνων. [3]

Ο δείκτης h έχει υποστεί αλλαγές από διάφορους επιστήμονες, οι οποίοι πρότειναν νέες εναλλακτικές εκδοχές του, αλλά και νέους δείκτες, σε μια προσπάθεια να

αντιμετωπίστων επιτυχώς τα μειονεκτήματα της αρχικής πρότασης του Hirsch όπως για παράδειγμα οι δείκτες g , hg , j και h_T . Μεταξύ των νέων δεικτών, μπορούμε να αναφέρουμε τους δείκτες C , f , L , S , Z , κτλ. **[3]**

5. ΔΕΙΚΤΗΣ h (ή αλλιώς δείκτης Hirsch)

5.1. Ορισμοί, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη h

Ο δείκτης h (ή αλλιώς δείκτης Hirsch ή αριθμός Hirsch) δημιουργήθηκε από τον Αργεντινό Φυσικό Jorge E.Hirsch, με απώτερο σκοπό να μελετηθούν δυο αντικείμενα: 1) η πραγματική παραγωγικότητα και 2) ο αντίκτυπος ενός επιστήμονα [32]. Ο δείκτης βασίζεται σε άρθρα επιστημόνων με τις συχνότερες αναφορές και στον αριθμό ληφθέντων ετεροαναφορών από δημοσιεύσεις άλλων επιστημόνων. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί στην παραγωγικότητα και στον αντίκτυπο μιας ομάδας επιστημόνων, όπως ένα τμήμα μιας εταιρείας, ένα πανεπιστήμιο ή μια χώρα [32]. Επιπρόσθετα, προτάθηκε σαν εργαλείο για τον προσδιορισμό της ποιοτικής έρευνας από φυσικούς.

Ο Jorge E.Hirsch, υποστηρίζει την άποψη ότι ο δείκτης h έχει μεγάλη προγνωστική σημασία ως προς το κατά πόσον ένας επιστήμονας έχει κατορθώσει να πετύχει μεγάλα επιτεύγματα, όπως το να γίνει μέλος της National Academy Membership ή να έχει κερδίσει το βραβείο Nobel. Υπολόγισε τον δείκτη h δέκα ερευνητών, με τις περισσότερες αναφορές στον τομέα των βιοϊατρικών επιστημών και διαπίστωσε ότι όλοι αυτοί οι ερευνητές έχουν μεγάλους αριθμούς h δεικτών. Μεγάλες διαφορές εμφανίζονται ανάμεσα σε διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους όσον αφορά τα μεγέθη του δείκτη h [32]. Τον Αύγουστο του 2005, ο Αργεντινός φυσικός έδωσε στον δείκτη h τον εξής ορισμό:

«Ένας επιστήμονας έχει δείκτη h, εάν h από τα N_p άρθρα του/της έχουν τουλάχιστον h ετεροαναφορές το καθένα, και τα υπόλοιπα ($N_p - h$) άρθρα δεν έχουν περισσότερες από h ετεροαναφορές το καθένα.» [32]

π.χ. Ένας επιστήμονας με δείκτη h = 23, έχει δημοσιεύσει 23 άρθρα με τουλάχιστον 20 ετεροαναφορές το καθένα. Ένας δείκτης h = 0, χαρακτηρίζει συγγραφείς οι οποίοι δημοσίευσαν άρθρα χωρίς επιρροή [32]. Τα άρθρα που συνεισφέρουν στον υπολογισμό του δείκτη h, αναφέρονται ως άρθρα h-core.

Ο δείκτης h ενός επιστήμονα δε μειώνεται ποτέ, μπορεί όμως να αυξηθεί με τη δημοσίευση νέων άρθρων και με την προσθήκη νέων ετεροαναφορών στα άρθρα των επιστημόνων. Εάν το h = 0, αυτό σημαίνει ότι ανενεργοί συγγραφείς έχουν δημοσιεύσει άρθρα τα οποία δεν έχουν κάποια επίδραση. [11]

Ο Glanzel το 2006, διαπίστωσε ότι ο αρχικός ορισμός του Hirsch για το δείκτη h δεν ήταν αρκετά σαφής [42]. Αυτό μπορεί να διαπιστωθεί από τον ακόλουθο πίνακα 1, με τα φανταστικά στοιχεία που δόθηκαν για τον προσδιορισμό του δείκτη h:

Πίνακας 1: Στοιχεία προσδιορισμού του δείκτη h [42]

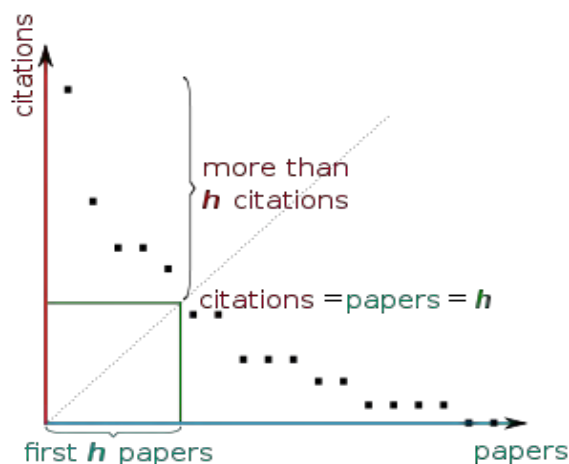
Πληθυσμός	Αριθμός ετεροαναφορών
A	5
B	3
C	3
D	3
E	1

Μπορεί να παρατηρηθεί ότι απ' τον αρχικό ορισμό του Hirsch για τον δείκτη h , η τιμή του h απ' τον πιο πάνω πίνακα 1, δεν ισούται με 4 γιατί δεν υπάρχουν 4 άρθρα για τουλάχιστον 4 ετεροαναφορές. Το $h \neq 3$, γιατί δεν υπάρχουν 3 άρθρα για τουλάχιστον 3 ετεροαναφορές και οι υπόλοιπες τιμές έχουν λιγότερες από 3 ετεροαναφορές. Έτσι, ένας πιο σωστός ορισμός του δείκτη h έχει ως εξής: «Έστω ότι έχουμε μια λίστα δημοσιεύσεων που συνέγραψε ο επιστήμονας S και η οποία ταξινομήθηκε σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών που έλαβε. Οι δημοσιεύσεις με τον ίδιο αριθμό ετεροαναφορών, έχουν διαφορετική σειρά ταξινόμησης. Τότε ο δείκτης Hirsch S είναι h , εάν οι πρώτες h δημοσιεύσεις έλαβαν τουλάχιστον h ετεροαναφορές η καθεμία, ενώ οι δημοσιεύσεις που ταξινομήθηκαν $h+1$, έλαβαν αυστηρά λιγότερες από $h+1$ ετεροαναφορές» [42]. Αλλιώς: «Ο δείκτης Hirsch S είναι h , εάν h είναι η υψηλότερη ταξινόμηση (ο μεγαλύτερος φυσικός αριθμός), έτσι ώστε οι πρώτες h δημοσιεύσεις έλαβαν τουλάχιστον h ετεροαναφορές η καθεμία» [42]. Απ' αυτόν τον ορισμό, ο πίνακας 2 δίνει στο δείκτη h την τιμή 3.

Πίνακας 2: Νέα στοιχεία προσδιορισμού του δείκτη h [42]

Πληθυσμός (χρονολογία)	Ταξινόμηση	Αριθμός ετεροαναφορών
A (2001)	1	5
B (2005)	2	3
C (2004)	3	3
D (2000)	4	3
E (2006)	5	1

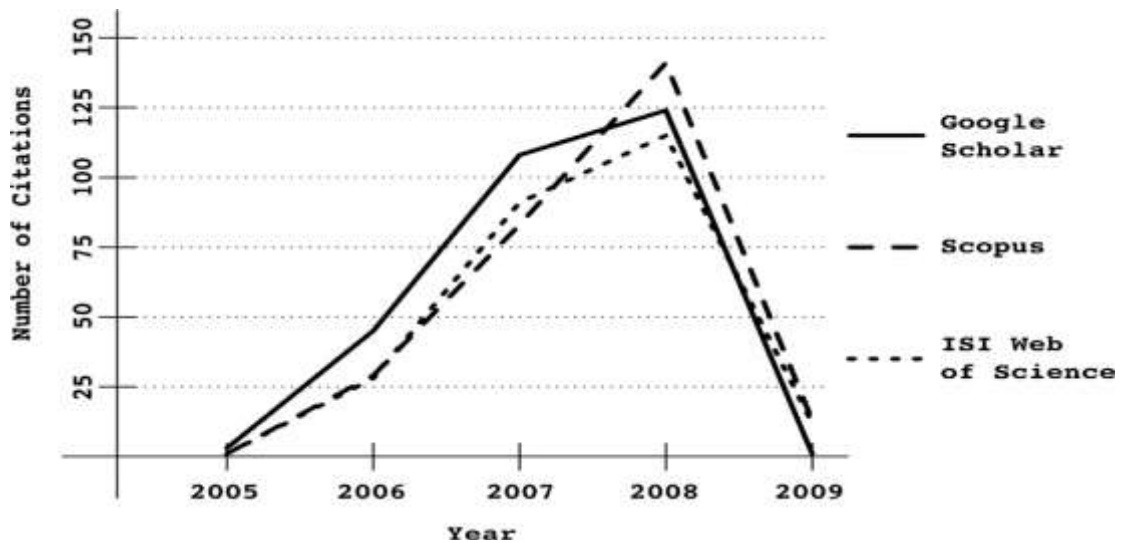
Γραφική Παράσταση 1: Απεικόνιση του δείκτη h με ετεροαναφορές που ελαττώνονται ως προς ένα αριθμό άρθρων (papers) [44]



Πίνακας 3: Αριθμός των ληφθέντων ετεροαναφορών από το αρχικό άρθρο του Hirsch για το δείκτη h , σύμφωνα με ετεροαναφορές από τρεις διαφορετικές βάσεις δεδομένων (ετεροαναφορές μέχρι τις 16 Φεβρουαρίου 2009) [3]

Ετεροαναφορές βάσης δεδομένων	Αριθμός αναφορών					
	2005	2006	2007	2008	2009	Σύνολο
Google Scholar	3	45	108	124	1	281(414)*
Scopus	1	29	83	141	13	267
ISI Web of Science	1	28	91	115	12	247

Γραφική Παράσταση 2: Αριθμός ετεροαναφορών που λήφθηκαν απ' το άρθρο του αρχικού δείκτη h (Hirsch, 2005), σύμφωνα με ετεροαναφορές από τρεις διαφορετικές βάσεις δεδομένων (ετεροαναφορές μέχρι τις 16 Φεβρουαρίου 2009) [3]



Ένας μαθηματικός ορισμός για το δείκτη h είναι ο εξής: Έστω ότι ένας συγγραφέας δημοσιεύσε n άρθρα, απ' τα οποία το i -οστό άρθρο ($i=1,2,\dots,n$) έχει X_i ετεροαναφορές [32]. Ταξινομώντας των αριθμό ετεροαναφορών των n άρθρων σε φθίνουσα σειρά, τότε θα έχουμε:

$$X_1^* \geq X_2^* \geq \dots \geq X_n^*,$$

όπου το X_1^* υποδηλώνει τον αριθμό ληφθέντων ετεροαναφορών από άρθρα με τις περισσότερες αναφορές και το X_n^* υποδηλώνει τον αριθμό ληφθέντων ετεροαναφορών από άρθρα με τις λιγότερες αναφορές [32]. Έτσι, τώρα θα έχουμε:

$$h = \max \{j: X_j^* \geq j\}.$$

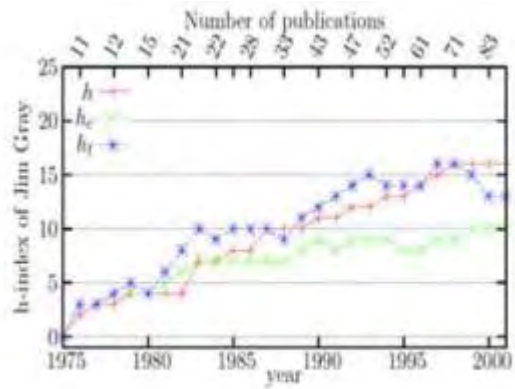
Άρα, ο δείκτης h είναι το αποτέλεσμα της ισορροπίας μεταξύ του αριθμού δημοσιεύσεων και του αριθμού ετεροαναφορών ανά δημοσίευση. Ο δείκτης h δημιουργήθηκε για να βελτιώνει τα απλούστερα μεγέθη, όπως ο συνολικός αριθμός ετεροαναφορών ή δημοσιεύσεων, έτσι ώστε να αναγνωρίζει τους πραγματικά σημαντικούς επιστήμονες, από εκείνους που απλά δημοσιεύουν πολλά άρθρα [32]. Ο δείκτης δουλεύει σωστά μόνο για τη σύγκριση επιστημόνων που εργάζονται στον ίδιο κλάδο.

Στις γραφικές παραστάσεις που ακολουθούν, απεικονίζεται η εξέλιξη του δείκτη h για επιστήμονες που παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ετεροαναφορές του δείκτη h και που έχουν ταχεία ανοδική κλίση στις καμπύλες της γραφικής απεικόνισης. [27]

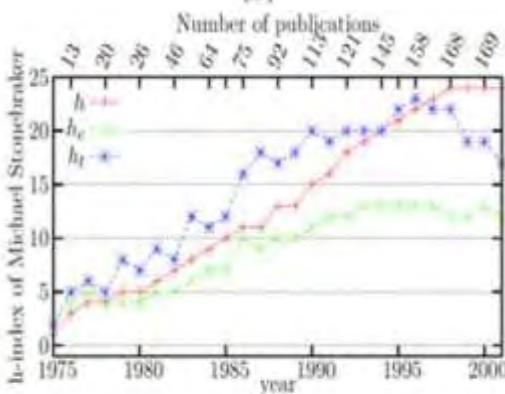
Γραφικές Παραστάσεις 3: Ο δείκτης h επιστημόνων που εργάζονται στο πεδίο των βάσεων δεδομένων [27]



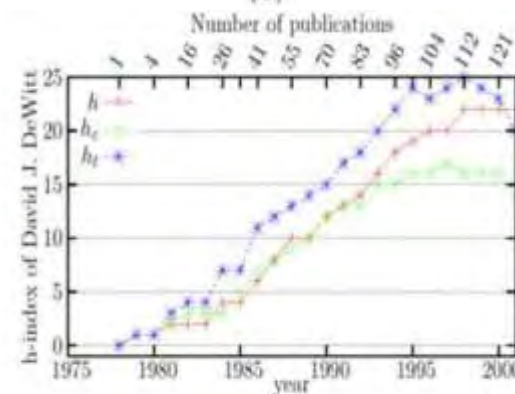
(a)



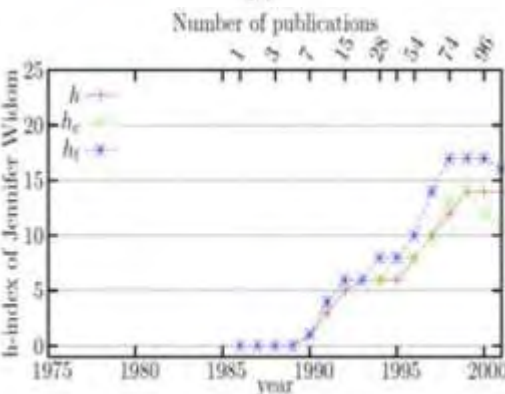
(b)



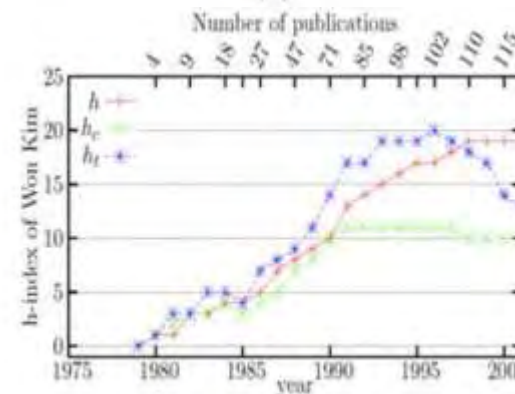
(c)



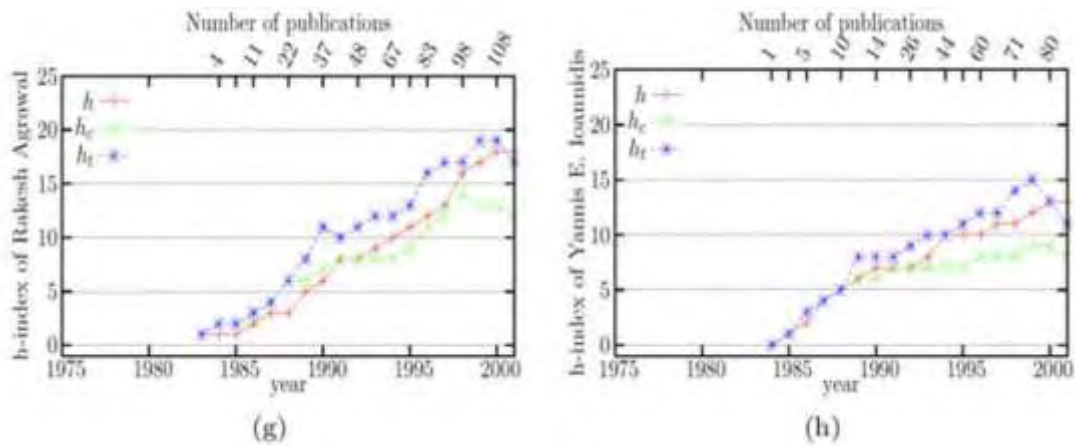
(d)



(e)



(f)



Στον πίνακα 4 που ακολουθεί, παρουσιάζονται 10 κορυφαία συνέδρια με τη χρήση του δείκτη h για την ταξινόμηση. Η ποιότητα αυτών των συνεδρίων είναι σχετικά σταθερή. [27]

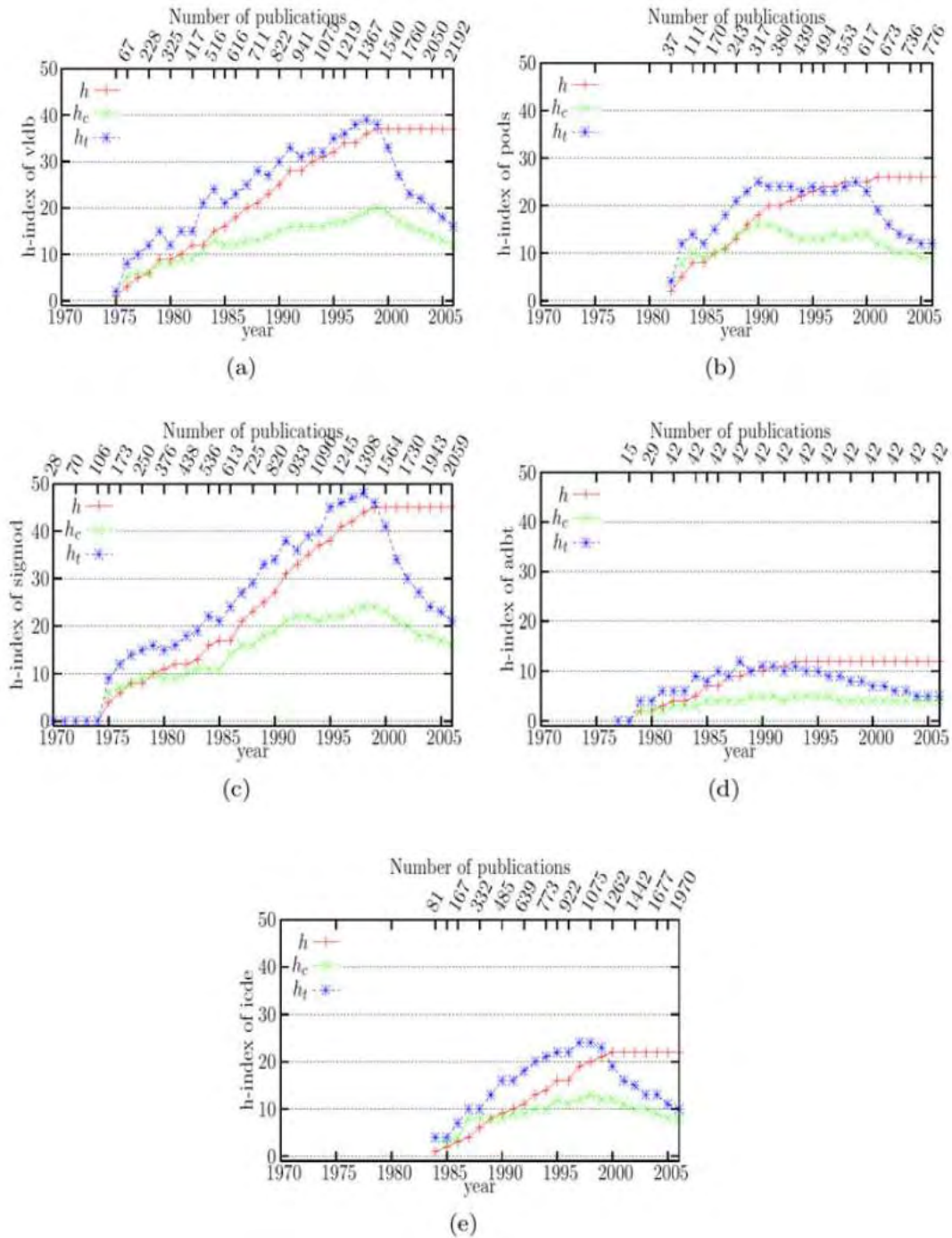
Πίνακας 4: Ταξινόμηση συνεδρίων με χρήση του δείκτη h [27]

	Όνομα	H	A	$N_{c, tot}$	N_p
1.	Sigmod	45	6,05	12261	2059
2.	Vldb	37	7,10	9729	2192
3.	Pods	26	5,74	3883	776
4.	Icde	22	6,83	3307	1970
5.	Er	16	5,80	1486	1338
6.	Edbt	13	3,89	658	434
7.	Eds	12	3,65	527	101
8.	Adbt	12	2,86	412	42
9.	Icdt	11	4,79	580	313
10.	Oodbs	11	3,96	480	122

Στις γραφικές παραστάσεις 4 που ακολουθούν, απεικονίζεται η εξέλιξη επιλεγμένων συνεδρίων. Ο δείκτης h παρουσιάζεται ετησίως στις γραφικές παραστάσεις, γεγονός που σημαίνει ότι υπολογίζεται κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου έτους. Π.χ. ο δείκτης h που υπολογίζεται για το VLDB κατά το έτος 1995, είναι ο δείκτης h που υπολογίζεται αν εξαιρεθούν τα πάντα από τη βάση δεδομένων μετά το 1995. Προφανώς, αυτό διαφέρει από τη βαθμολογία επίδοσης για το VLDB του 1995, το οποίο ορίζεται νωρίτερα ως h_{1995} . [27]

Γραφικές Παραστάσεις 4: Ο δείκτης h για επιλεγμένα συνέδρια της βάσης δεδομένων

[27]



Μια απ' τις πρώτες μελέτες για τη χρήση του δείκτη h , θέλει τους συγγραφείς να χρησιμοποιούν τη βάση *Web of Science* (WoS), προκειμένου να βρουν την τιμή του δείκτη h και αναφέρονται μόνο σε ένα έτος, το 2001. Αξιολόγησαν μια κορυφαία περιοδική έκδοση χρησιμοποιώντας το δείκτη h . Η ταξινόμηση βασιζόταν στον παράγοντα επιπτώσεων (IF) και υπολόγισαν ότι ο δείκτης h έδειχνε «πολλά υποσχόμενος». Οι συγγραφείς, ανέλυσαν 20 περιοδικές εκδόσεις οργανικής χημείας της βάσης WoS κι έναν αριθμό δεικτών συμπεριλαμβανομένου του IF, του h και αρκετών εναλλακτικών εκδοχών του, για το χρονικό διάστημα δυο ετών,

συμπεραίνοντας ότι υπήρχε ένας ψηλός βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στις διάφορες εκδοχές. Ένα άρθρο του 2010, ανέλυσε 20 κορυφαίες περιοδικές εκδόσεις στον τομέα της επιστήμης και της εφαρμοσμένης μηχανικής, χρησιμοποιώντας δεδομένα από την WoS. Συνδύασαν το δείκτη h, με άλλες πρόσφατες μετρικές – τον παράγοντα Eigen – για να παρέχουν γραφικές παραστάσεις σχετικών θέσεων των περιοδικών εκδόσεων, καθώς κρίθηκε ότι έχουν ελαφρώς διαφορετικά χαρακτηριστικά. [31]

Εν έτη 2010, οι Moussa και Touzani ανέλυσαν περιοδικές εκδόσεις στον τομέα της διαχείρισης, χρησιμοποιώντας μια εναλλακτική εκδοχή του δείκτη h, το δείκτη hg, που είναι ο γεωμετρικός μέσος των δεικτών h και g. Χρησιμοποίησαν τη βάση *Google Scholar* (GS), επειδή ο τομέας της διαχείρισης αντιπροσωπεύεται φτωχικά στη βάση WoS. Οι Soutar και Murphy την ίδια χρονιά, διεξήγαγαν μια παρόμοια μελέτη περιοδικών εκδόσεων και κατέληξαν σε πολύ παρόμοια αποτελέσματα. Τελικώς, οι Harzing και Van der Wal ανέλαβαν μια έρευνα σε 800 επιχειρήσεις και περιοδικές εκδόσεις, συγκρίνοντας τον δείκτη h που παράχθηκε απ' τα δεδομένα ετεροαναφορών της *Google Scholar* (GS), με τους παράγοντες επιπτώσεων που παράχθηκαν από την WoS. Διαπίστωσαν ότι ο δείκτης h της GS έδωσε ακριβέστερη και αναλυτικότερη μέτρηση του παράγοντα επιπτώσεων. [31]

Στον πίνακα 5 που ακολουθεί, παρουσιάζονται 10 κορυφαίες περιοδικές εκδόσεις, σύμφωνα με το δείκτη h.

Πίνακας 5: Ταξινόμηση περιοδικών εκδόσεων με χρήση του δείκτη h [27]

	Όνομα	h	A	N _{c, tot}	N _p
1.	Tods	49	3,88	9329	598
2.	Tkde	18	4,69	1520	1388
3.	Is	16	4,71	1208	934
4.	Sigmod	15	5,07	1142	1349
5.	Tois	13	4,37	740	378
6.	Debu	11	7,13	863	877
7.	Vldb	9	5,03	408	281
8.	lpl	8	6,06	388	4939
9.	Dke	6	8,77	316	773
10.	Dpd	6	5,25	189	238

Πίνακας 6: Σχέσεις μεταξύ διαφόρων δεικτών (n=455 εκτός απ' το «5 year IF=428»)

[31]

Μετρικές	Δείκτης h (GS)	Δείκτης h (WoS)	IF	5 year IF	Άρθρα (GS)	Άρθρα (WoS)	Cpp (GS)	Cpp (WoS)
Δείκτης h (GS)	1	.786	.548	.597	.544	.328	.820	.650
Δείκτης h (WoS)		1	.807	.767	.454	.422	.637	.838
IF			1	.936	.162	.109	.575	.801
5 year IF				1	.139	.063*	.639	.870
Άρθρα (GS)					1	-	.106*	-
Άρθρα (WoS)						1	-	.009*
Cpp (GS)							1	-
Cpp (WoS)								1

όπου GS = η βάση δεδομένων *Google Scholar*, WoS = η βάση δεδομένων *Web of Science*, IF = ο παράγοντας επιπτώσεων (Impact Factor), crrp = αναφορές ανά άρθρο (cites per paper), το * σημαίνει ότι όλες οι συσχετίσεις είναι σημαντικές στο επίπεδο 0.01, εκτός από αυτές που έχουν τον αστερίσκο. [31]

Στον πίνακα 6, το πρώτο μπλοκ συσχετίσεων συγκρίνει το δείκτη h με τον IF του. Παρατηρούμε ότι οι δείκτες h των δυο πηγών, συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό (0.786), και ο h της WoS, συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τον IF του, τα οποία βασίζονται στα δεδομένα της WoS (.807 και .767). Ο δείκτης h της GS, επίσης συσχετίζεται σε χαμηλότερο επίπεδο με τον IF του (.548, .597), διότι τα πηγαία δεδομένα διαφέρουν και οι δυο μετρικές υπολογίζουν διαφορετικά πράγματα. [31]

Μια κύρια διαφορά ανάμεσα στο δείκτη h και το crrp ή IF, είναι ότι ο δείκτης h ανταμοίβει γενικά την παραγωγικότητα, υπό την έννοια ότι όσα περισσότερα άρθρα δημοσιευθούν, τόσες περισσότερες θα είναι και οι ευκαιρίες να αυξηθούν οι ετεροαναφορές. Αυτό δυσκολεύει τις περιοδικές εκδόσεις που δημοσιεύουν πολλά άρθρα, προκειμένου να αποκτήσουν ένα ψηλό IF ή crrp. Εναλλακτικά, αυτές οι μετρικές, ανταμοίβουν περιοδικές εκδόσεις που δημοσιεύουν μόνο ένα λίγα άρθρα. Αυτό φαίνεται στις συσχετίσεις του πίνακα 4, όπου οι δείκτες h συσχετίζονται απόλυτα με τον αριθμό των άρθρων, αλλά ο IF και οι crrp συσχετίζονται ελάχιστα, ή καθόλου. [31]

Στην Αγγλία, το Association of Business Schools (ABS) δημιούργησε μια λίστα περιοδικών εκδόσεων που έγινε πρότυπο *de facto*, τουλάχιστον για τους ακαδημαϊκούς της Αγγλίας. Υπάρχουν βέβαια πολλές άλλες λίστες, μερικές από τις οποίες είναι διαθέσιμες από την αντίστοιχη ιστοσελίδα του ABS. [31]

Η λίστα αυτή ταξινομεί τις περιοδικές εκδόσεις σε πέντε ποιοτικές κατηγορίες, 1-4 και 4*, με 22 διαφορετικά πεδία. Για να γίνει η σύγκριση, ταξινομήσαν τις περιοδικές εκδόσεις σε 4 ομάδες (όπου 4* είναι το 4), βασιζόμενες στο δικό τους δείκτη h. Τα ακριβή όρια της ταξινόμησης είναι κάπως αυθαίρετα, γι' αυτό επιλέχθησαν ούτως ώστε το ίδιο ποσοστό των περιοδικών εκδόσεων, να εμπίπτει σε κάθε κατηγορία. [31]
Δείτε τον πίνακα 7 που ακολουθεί:

Πίνακας 7: Όρια στην ταξινόμηση περιοδικών εκδόσεων βασιζόμενα στο δείκτη h
[31]

	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	Κατηγορία 4
Δείκτης h (GS)	0-11	12-28	29-50	51-
# περιοδικών εκδόσεων	17	160	189	89
Δείκτης h (WoS)	0-6	7-13	14-24	25-
# περιοδικών εκδόσεων	23	159	185	88

5.1.1 Μετρικές της GS: Ταξινόμηση των επιστημονικών περιοδικών εκδόσεων

Τον Απρίλιο του 2012, η Google παρουσίασε ένα προϊόν με ελεύθερη και ανοικτή πρόσβαση, την GS Metrics (GSM), που προσφέρει επιστημονικές περιοδικές εκδόσεις και άλλες πηγές άρθρων. Η GS Metrics χρησιμοποιεί το δείκτη h σαν κριτήριο ταξινόμησης. [14]

Η GSM παρέχεται με δυο τρόπους: 1) με *πρόσβαση* στις ταξινομήσεις 100 περιοδικών εκδόσεων με το ψηλότερο δείκτη h , σύμφωνα με τη γλώσσα στην οποία έχουν δημοσιευθεί. Είναι διαθέσιμες 10 γλώσσες: Αγγλικά, Κινέζικα, Γερμανικά, Πορτογαλικά, Ισπανικά, Γαλλικά, Κορεάτικα, Ιαπωνικά, Ολλανδικά και Ιταλικά. Η GSM, δε διαφοροποιεί δίγλωσσες περιοδικές εκδόσεις. Απ'το Νοέμβριο του 2012 που έγινε η τελευταία αναβάθμιση της GSM, παρουσιάστηκαν οι πρώτες 20 δημοσιεύσεις στα Αγγλικά - σύμφωνα με τον δείκτη h - με 8 τομείς γνώσεων και αντιστοιχούν σε 313 επιστημονικούς κλάδους. 2) με *χρήση* του παράθυρου αναζήτησης, κατευθύνει με εγγραφή των λέξεων, από τίτλους περιοδικών εκδόσεων. Σ' αυτή τη περίπτωση, η αναζήτηση γίνεται σε όλες τις πηγές που υποδεικνύονται απ' την GSM κι επιστρέφει το πολύ 20 αποτελέσματα, ταξινομημένα σύμφωνα με το δείκτη h που κατέχει το καθένα. Οι πηγές που υποδεικνύονται από την GSM, έχουν δημοσιευθεί σε τουλάχιστον 100 άρθρα κατά τη χρονική περίοδο 2007-2011 κι έλαβαν μερικές ετεροαναφορές (εξαιρούνται όσες κατέχουν δείκτη $h = 0$). Ο δείκτης h καλύπτει έργα που δημοσιεύθηκαν κατά τη χρονική περίοδο 2007-2011, καθώς επίσης κι ετεροαναφορές που λήφθησαν μέχρι της 15 Νοεμβρίου 2012. Ωστόσο, αποτελεί ένα σύστημα στατιστικών πληροφοριών με συνηθισμένες προσθήκες νεότερων πληροφοριακών στοιχείων. [14]

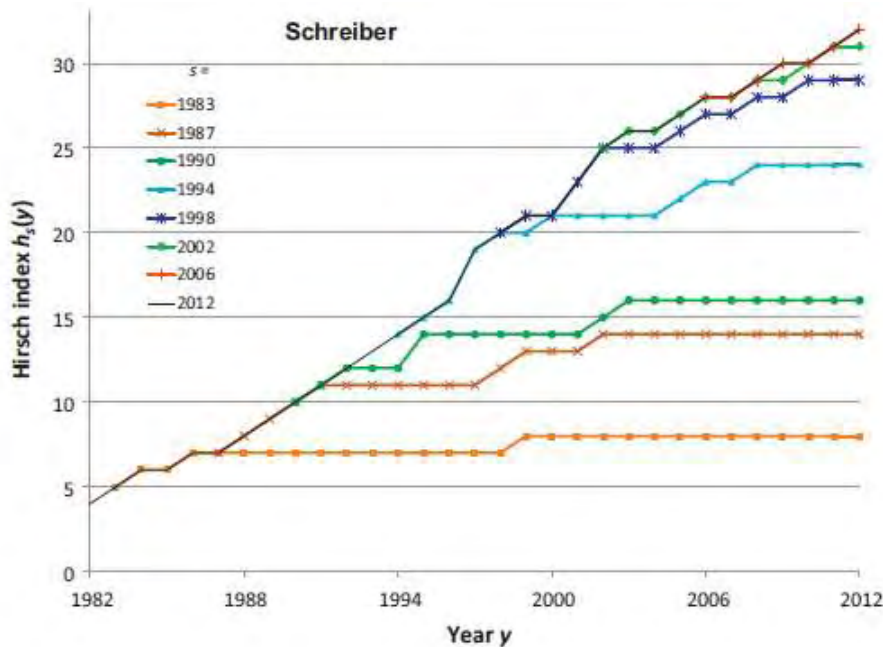
Για καθεμία απ' τις περιοδικές εκδόσεις, γίνεται προσπέλαση των πληροφοριών των περιοδικών εκδόσεων που συνεισφέρουν στο δείκτη h . Έτσι, για μια περιοδική έκδοση με δείκτη $h = 14$, η GSM μας παρουσιάζει τα 14 άρθρα που έλαβαν 14 ετεροαναφορές ή περισσότερες. Κάνοντας κλικ πάνω στις περιοδικές εκδόσεις, έχουμε πρόσβαση σ' αυτά τα άρθρα. Ως εκ τούτου, είναι εύκολη η ανάλυση των πηγών που συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στο δείκτη h μιας δεδομένης περιοδικής έκδοσης. [14]

5.1.2. Μελέτη περίπτωσης του εξαρτώμενου από το χρόνο δείκτη Hirsch

Οι ετεροαναφορές ορίστηκαν από τη βάση δεδομένων ISI WoS, τον Ιούλιο και τον Οκτώβριο του 2012. Ο δείκτης h καθορίζεται εύκολα για το έτος y , λαμβάνοντας υπόψην μόνο τις δημοσιεύσεις μέχρι ένα έτος $s \leq y$. Ο δείκτης που λαμβάνεται είναι ο $h_s(y)$, δηλ. ο δείκτης h για το έτος y , εάν ο ερευνητής σταμάτησε να δημοσιεύει άρθρα για το έτος s . Προφανώς, για $s = y$ λαμβάνετε ο δείκτης $h = h_s(y)$. Οι τιμές $s > y$, δεν έχουν κάποιο νόημα. [36]

Ο Michael Schreiber εν έτη 2013, προσδιόρισε τη χρονική εξέλιξη του δείκτη h , όπως φαίνεται στη γραφική παράσταση 5 που ακολουθεί, η οποία δείχνει πώς αυξάνεται ο δείκτης h , με μια κλίση από 1 ως 30 χρόνια. Στα προηγούμενα έτη, μετά την πρώτη δημοσίευση του Schreiber, το 1976 η αύξηση του δείκτη h ήταν βραδύτερη. [36]

Γραφική Παράσταση 5: Η χρονική εξέλιξη του δείκτη h για δημοσιεύσεις του συγγραφέα Schreiber. Επιπρόσθετα, φαίνεται η εξάρτηση του $h_s(y)$ από επιλεγμένα έτη, αρχίζοντας με το έτος s , από το οποίο ο συγγραφέας σταμάτησε να δημοσιεύει άρθρα [36]

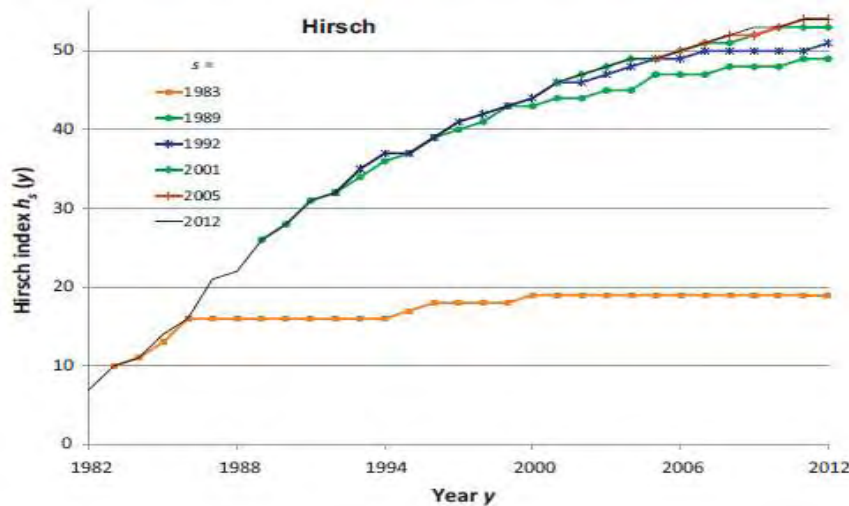


Όπως φαίνεται στην παραπάνω γραφική, ο δείκτης $h_{1983}(y)$ ήταν ο ίδιος με τον $h_y(y)$ για τα υπόλοιπα 4 χρόνια y και είχε μια απόκλιση μετά από 6 χρόνια, μόνο σε δυο σημεία. Συνεπώς, για όλα τα χρόνια s , θα έπρεπε να περάσουν αρκετά χρόνια μέχρι να διαπιστωθεί μέσω του h , ότι ο συγγραφέας μας σταμάτησε εντελώς να δημοσιεύει άρθρα. Έτσι, μέσω του h για μεγάλο χρονικό διάστημα, δε διακρίνεται κατά πόσον στο έτος s ο συγγραφέας έζησε με προσδοκίες ή κατά πόσο σταμάτησε να εργάζεται. Ο δείκτης h αυξήθηκε μετά το έτος s , εξαιτίας προηγούμενων επιτευγμάτων τα οποία είχαν συχνές αναφορές. [36]

Ο Schreiber, έκανε σύγκριση της δικής του περίπτωσης με αυτής του Hirsch κι έτσι ανέλυσε τις ετεροαναφορές του Hirsch στη γραφική παράσταση 6 που ακολουθεί. Ο Hirsch αρχισε να δημοσιεύει άρθρα το 1976. Οι τιμές του δείκτη του, είναι κατά δυο ψηλότερες απ' του Schreiber και η αδράνεια του δείκτη είναι ακόμη πιο δυνατή. Αυτό σχετίζεται με το γεγονός ότι είναι ακόμη πιο δύσκολο για επιπρόσθετες δημοσιεύσεις να συνεισφέρουν στο δείκτη h , εαν ο δείκτης είναι ήδη αρκετά αυξημένος. Η γραφική παράσταση δείχνει αρχικά ότι η αύξηση του δείκτη θα έμενε ίδια μετά από 3 χρόνια, εάν ο Hirsch σταματούσε να δημοσιεύει άρθρα εν έτη 1983, αλλά ήδη 1 χρόνο αργότερα εντοπίζεται μια απόκλιση κατά 5 σημεία. Ωστόσο, υποθέτοντας ότι ο Hirsch δε δημοσίευσε άλλα άρθρα μετά το 1989, τότε ακόμη και 10 χρόνια αργότερα δε θα άλλαζε η αύξηση του δείκτη, δηλ. $h_{1989}(1989) = h_{1999}(1999)$, ακόμη και 16 χρόνια αργότερα $h_{1989}(2005) = h_{2005}(2005) - 2$. Εάν ο Hirsch σταματούσε να εργάζεται το 2001, ο δείκτης του θα παρέμενε ίδιος το 2010, ενώ το 2012 θα υπήρχε απόκλιση μόνο σε ένα σημείο. Από το 2005 και μετά, δε θα υπήρχε καμία αλλαγή εκτός από μια απόκλιση σε ένα σημείο το 2009. [36]

Γραφική Παράσταση 6: Η χρονική εξέλιξη του δείκτη h για δημοσιεύσεις του συγγραφέα Hirsch. Επιπρόσθετα, φαίνεται η εξάρτηση του $h_s(y)$ από επιλεγμένα έτη, αρχίζοντας με το έτος s από το οποίο ο συγγραφέας σταμάτησε να δημοσιεύει άρθρα

[36]



5.1.3. Ο δείκτης h στην Ιατρική εν έτη 2013

Στην Αμερική, οι Benway et al. αξιολόγησαν 20 κορυφαία προγράμματα ουρολογίας και βρήκαν μια συσχέτιση ανάμεσα στο δείκτη h και στην ακαδημαϊκή τους ταξινόμηση. Οι Choi et al. και Fuller et al. εξέτασαν το ίδιο έτος, 826 Ακτινολογικούς Ογκολόγους των Ιδρυμάτων Εκπαίδευσης Ειδικευομένων της Αμερικής και κατέληξαν σε παρόμοια συμπεράσματα, υποδεικνύοντας ότι ο δείκτης h θα μπορούσε να χρησιμοποιείται στη λήψη αποφάσεων για την εξέλιξη της σταδιοδρομίας. Ανάμεσα σε όλες τις ακαδημαϊκές ειδικότητες, οι συγγραφείς ανακάλυψαν μια σημαντική αύξηση στις τιμές του h, κατά τις προαγωγές μέσα από τις ακαδημαϊκές ταξινομήσεις: από λέκτορα σε επίκουρο καθηγητή, από αναπληρωτή καθηγητή σε καθηγητή και τελικώς σε πρόεδρο. [7]

5.1.3.1. Πιθανοί περιορισμοί (μειονεκτήματα ή πλεονεκτήματα) του δείκτη h στην Ιατρική

Παρόλο που ο δείκτης h είναι μια αξιόπιστη μετρική της απόδοσης ανάμεσα σε επιστήμονες του ίδιου κλάδου, ωστόσο η μεταβλητότητα της τιμής του, εμποδίζει τη σύγκριση δυο επιστημόνων που ανήκουν σε διαφορετικούς κλάδους, ή ακόμη και σε διαφορετικές υποειδικότητες [7]. Πιθανές αιτίες αυτού του φαινομένου είναι:

- Ο αριθμός ιατρικών ειδικοτήτων με ενδιαφέρον σε ένα συγκεκριμένο τομέα,
- Ο αριθμός επιστημόνων μιας ειδικότητας,
- Εάν μια ειδικότητα αποτελεί γενική τάση ή όχι και
- Ο μέσος αριθμός δημοσιεύσεων ανά επιστήμονα.

Καθένας απ'αυτούς τους παράγοντες, μπορεί να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά την τιμή του δείκτη h. [7]

Ακόμη και σε μελέτες ειδικών κλάδων, παρατηρείται μια επικάλυψη στα όρια των δεικτών h μεταξύ συνεχόμενων επιπέδων στην ακαδημαϊκή ταξινόμηση. Όλο αυτό συμβαίνει γιατί η πανεπιστημιακή σταδιοδρομία είναι μια αργή διαδικασία, που υστερεί σε σχέση με τα πραγματικά ακαδημαϊκά επιτεύγματα. [7]

Ο δείκτης h δε μπορεί από μόνος του να υπολογίσει το σύνολο των επιτευγμάτων ενός ιατρού σε ένα μόνο μέγεθος. Ο αριθμός και ο αντίκτυπος των δημοσιεύσεων, σπάνια αντικατοπτρίζουν τη κλινική και χειρουργική ικανότητα, τον χαρακτήρα, την ακεραιότητα, τις διδακτικές δεξιότητες και άλλες βασικές αξίες. Συνάμα, η ισχυρή αίσθηση ηθικής ενός ιατρού και η σφαιρική επιρροή του όταν φροντίζει ασθενείς, είναι εξίσου σημαντικά για τα νευροχειρουργικά τμήματα, όσο ο αριθμός δημοσιεύσεων και ο δείκτης h του. [7]

Ένας ακόμα περιοριστικός όρος στη γενικευμένη χρήση του δείκτη h, αποτελεί το γεγονός ότι μερικά άρθρα, αναφέρονται σαν παράδειγμα για το τι πρέπει να αποφεύγεται σε μια δημοσίευση. Το έργο της αναφοράς που έχει δυσφημιστεί, μπορεί να υπερεκτιμήσει τη συνεισφορά ενός συγγραφέα στην πανεπιστημιακή βιβλιογραφία και σίγουρα να επηρεάσει την κατέχουσα τιμή του δείκτη h. [7]

Η καλύτερη πιθανότητα απόκτησης του δείκτη h, είναι ο έλεγχος με το χέρι για ετεροαναφορές σε βάσεις δεδομένων. Επιπλέον, πρέπει να γίνεται τοποθέτηση των σφαλμάτων σε λίστα όταν επιχειρείται υπολογισμός του h ενός ατόμου, καθώς και όταν συγκρίνεται και υπολογίζεται ο μέσος όρος μεγεθών που παρέχονται απ' τις Scopus, GS και WoS. [7]

5.1.4. Ο δείκτης h και η εξάρτηση του από το πεδίο της γνώσης και της έρευνας

Μετά από έρευνα που έκανε ο Hirsch εν έτη 2014 διαπίστωσε τα εξής:

Στις Φυσικές Επιστήμες, οι δείκτες h ερευνητών της Βιολογίας, της Φυσικής και της Χημείας, είναι ψηλότεροι. Μερικοί Βιολόγοι, καθοδηγούν μεγάλες ερευνητικές ομάδες και αποκτούν ψηλούς δείκτες h, διότι είναι συνδημιουργοί όλων των άρθρων που παράγονται απ' την ομάδα τους. Οι δείκτες h είναι πολύ χαμηλοί στις Κοινωνικές και Φιλολογικές Επιστήμες και στις Τέχνες, απ' ότι στις Φυσικές Επιστήμες. Αυτό καθορίζεται από πολλούς παράγοντες. Λόγου χάρη, στις Κοινωνικές και Φιλολογικές Επιστήμες, πολύ συχνά οι συγγραφείς δημοσιεύουν βιβλία με αποτελέσματα των ερευνών τους, παρά άρθρα. Οι ετεροαναφορές των βιβλίων, δε συμβάλλουν στο δείκτη h. Οι καλλιτέχνες παράγουν βιβλία της τέχνης, τα οποία επίσης δε συμβάλλουν στο δικό τους δείκτη h. Στις Κοινωνικές και Φιλολογικές Επιστήμες, ο αριθμός δημοσιεύσεων ανά συγγραφέα είναι γενικώς χαμηλός και τα άρθρα τείνουν να είναι μεγαλύτερα απ' ότι στις Φυσικές Επιστήμες. Επιπλέον, ο δείκτης h είναι ψηλότερος σε επιστημονικούς κλάδους, όπου τα άρθρα περιλαμβάνουν μεγαλύτερο αριθμό αναφορών. Επιπρόσθετα, οι δείκτες h εξαρτώνται από τον αριθμό ερευνητών και τη βιωσιμότητα του κλάδου. Παρόλ' αυτά, σε ορισμένους κλάδους ο δείκτης h αυξάνεται ραγδαία. [13]

Η πείρα του Hirsch στις Επιστήμες της Υγείας, είναι πολύ περιορισμένη. Ωστόσο, οι δείκτες h δε ξεχωρίζουν σε κλάδους που έχουν πολύ χαμηλές τιμές. Αυτό συμβαίνει διότι είναι ο h είναι αντικείμενο διακυμάνσεων. Σ' αυτούς τους κλάδους, υπάρχουν διαφορές ανάμεσα σε δείκτες h κυρίως λόγω αυτών των τυχαίων διακυμάνσεων, οι οποίες δεν προσφέρουν αληθινές πληροφορίες για την ποιότητα του ερευνητή. Ως εκ τούτου, δε συστήνεται η χρήση τους. Είναι απόλυτα φυσικό, να

αναμένετε από ερευνητές οι οποίοι αφιέρωσαν πραγματικό χρόνο και προσπάθεια σε έργο και διδασκαλία, να έχουν χαμηλότερους τιμές h . Παρόλ' αυτά, ερευνητές μερικών κλάδων των Επιστημών της Υγείας, έχουν πολύ ψηλούς δείκτες h (> 50).

[13]

Ο δείκτης h δεν έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όταν εφαρμόζεται σε οικονομολόγους. Οι οικονομολόγοι γράφουν λιγότερα άρθρα απ' τους φυσικούς και τα μεμονωμένα άρθρα έχουν περισσότερες ετεροαναφορές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο δείκτης h να μην προσφέρει καμία άνεση, όπως η καταμέτρηση των δημοσιεύσεων. [20]

Ενδεικτικό παράδειγμα: Ο δείκτης h του Οικονομολόγου Roger Myerson έχει τιμή 44, νούμερο το οποίο έχει ξεπεραστεί απ' τον αριθμό των οικονομολόγων του PhDs απ' το 1990. Ο δείκτης h , δε συμβαδίζει με την επαγγελματική άποψη του Myerson, διότι ένας επαγγελματίας ενδιαφέρεται πολύ περισσότερο για τα σημαντικά άρθρα που έγραψε ο Myerson, παρά για το κατά πόσον το 44^ο άρθρο με τις περισσότερες αναφορές, έχει τόσες ετεροαναφορές όσες το 44^ο άρθρο κάποιου άλλου συγγραφέα με τις περισσότερες αναφορές. [20]

5.1.5. Ο δείκτης h στο YouTube

Στην εφαρμογή του δείκτη h στο *YouTube*, οι επισκέψεις που έχει το κάθε βίντεο, προσδιορίζουν επίσης το δείκτη h . Ένας ψηλός δείκτης h , προϋποθέτει παραγωγικότητα (μεγάλο αριθμό βίντεο) και ψηλό αντίκτυπο (βίντεο με πολλές επισκέψεις). Ο δείκτης h των δημοσιεύσεων της ακαδημαϊκής κοινότητας, είναι μια μονότονα αυξανόμενη συνάρτηση. Εξαιρούνται οι σπάνιες περιπτώσεις, όπου τα άρθρα έχουν καταργηθεί και απομακρυνθεί απ' τις βάσεις δεδομένων. Ωστόσο, η μετακίνηση περιεχομένων, είναι συχνότερη σε πηγές που βασίζονται στο διαδίκτυο, όπως τα βίντεο του *YouTube* και ο δείκτης h ενός χρήστη θα μπορούσε να μειωθεί εάν ένα αρκετά γνωστό βίντεο απομακρυνθεί. Ο δείκτης h για τα μέσα ενημέρωσης του διαδικτύου, είναι: «ο αριθμός N των βίντεο, τα οποία έχουν $N \times 100000$ επισκέψεις ή περισσότερες». [26]

Ο Hirsch το 2005, πρότεινε την ομαλοποίηση του δείκτη h απ' την πρώτη δημοσίευση, με την πάροδο του χρόνου. Αυτό εφαρμόζεται στα κανάλια του *YouTube*, διαιρώντας το δείκτη h του *YouTube* με τον αριθμό ενεργών ετών του καναλιού (δηλ. του παλαιότερου δημοσιευμένου βίντεο). Παρατηρώντας τον πίνακα 8 που ακολουθεί, παρατηρούμε ότι ανάμεσα στα κορυφαία κανάλια του *YouTube*, τα 5 κορυφαία που βασίζονται στον ομαλοποιημένο δείκτη h , έχουν την εξής κατάταξη: *ultrarecords* 22.20, *raywilliamjohnson* 20.92, *muyap* 16.87, *JennaMarbles* 16.39 και *collegethumor* 15.47. Ένας ομαλοποιημένος δείκτης h , μπορεί να παράξει μια μετρική για μοντέρνα κανάλια περιορισμένης διάρκειας, η οποία να ευνοεί το περιεχόμενό τους για μεγάλο χρονικό διάστημα. [26]

Πίνακας 8: Βιβλιομετρικές ταξινομήσεις των κορυφαίων καναλιών του *YouTube* [26]

Total views (εκατομμύρια)	Δείκτης h	Subscribers (χιλιάδες)
3,280 JustinBieber VEVO	79 smosh	6,141 raywilliamjohnson
3,175 Rihanna VEVO	77 RayWilliamJohnson	6,024 nigahiga
2,210 Atlantic Videos	70 nigahiga	5,844 smosh
2,184 smosh	69 realannoyingorange	5,123 machinima
2,177 Eminem VEVO	64 UltraRecords	4,706 jennamarbles
2,141 RayWilliamJohnson	61 nqtv	3,763 freddiew

2,131 LadyGaga VEVO	61 JennaMarbles	3,222 rihann
1,991 UltraRecords	59 MondoMedia	3,123 collegehumor
1,834 shakira VEVO	58 AtlanticVideos	2,982 shanedawsonstv
1,726 FueledByRamen	58 Fred	2,920 fpsrussia
1,668 beyonce VEVO	57 huluDotCom	2,861 epicmealtime
1,608 officialpsy	56 barelypolitical	2,715 pewdiepie
1,553 barelypolitical	55 muyap	2,690 bluxephos
1,498 hollywoodrecords	55 freddiew	2,573 realannoyingorange
1,487 realannoyingorange	54 kontor	2,515 thelonelyisland
1,445 BlackEyedPeas VEVO	54 BritainsGotTalent09	2,499 tobuscus
1,439 ChrisBrown VEVO	54 boyceavenue	2,500 kevjumba
1,429 muyap	50 machinima	2,460 werevertumorrow
1,423 machinima	48 FuedByRamen	2,417 riotgamesinc
1,421 JenniferLopez VEVO	48 TheXFactorUK	2,360 michellephan
1,411 kontor	47 beyonce VEVO	2,333 roosterteeth
1,384 Pittbull VEVO	47 ShaneDawson TV	2,325 onedirectionvevo
1,376 KatyPerry VEVO	46 collegehumor	2,292 justinbiebervevo
1,354 MondoMedia	46 warnerbrosrecords	2,253 sxephil
1,336 nigahiga	44 SpinninRec	2,143 barelypolitical

Σημείωση για τον πίνακα 8: Οι ταξινομήσεις 25 κορυφαίων καναλιών του *YouTube*, βασίζονται όπως βλέπουμε σε 3 μετρικές: «Total views», «Δείκτης h» και «Subscribers». Οι ταξινομήσεις μετακινούνται ανάμεσα στις μετρικές αυτές. Ο «Δείκτης h» είναι γνωστός στην ακαδημαϊκή κοινότητα, λόγω της ικανότητάς του να προσδιορίζει την ποσότητα των επιπτώσεων και της παραγωγικότητας. Τα «Total views» επηρεάζονται συχνά από λίγα γνωστά βίντεο. Ο «Δείκτης h» υπολογίζεται σχετικά εύκολα και συσχετίζεται αρκετά καλά με τους «Subscribers». Τα δεδομένα του πίνακα λήφθηκαν από δημοσιευμένα βίντεο στις 3 Ιανουαρίου 2013. [26]

Ο πίνακας 9 που ακολουθεί, μας δείχνει τις ταξινομήσεις τεσσάρων καναλιών διαφορετικού τύπου του *YouTube*. Τα κορυφαία κανάλια «Reporters», έχουν λιγότερες επισκέψεις και δείκτες h, απ' τα «Comedians» και «Musicians». Αυτό υποδηλώνει ότι είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται οι δείκτες h για τη σύγκριση καναλιών στο *YouTube*, σ' ένα συναφή τομέα. Επιπλέον, παρέχει διορατικότητα στις διαφορές ανάμεσα στα περιεχόμενα των ειδών στο *YouTube*. Επίσης, αναμένονται πολιτιστικές, γεωγραφικές και γλωσσικές διαφορές, οι οποίες επηρεάζουν την απόδοση των καναλιών του *YouTube*. [26]

Πίνακας 9: Κορυφαίες διαφορές για ποικίλα είδη καναλιών του *YouTube* [26]

Channel name	Δείκτης h	Total views	Channel name	Δείκτης h	Total views
Comedians			Musicians		
mmosh	79	2,153	UltraRecords	64	1,990
RayWilliamJohnson	77	2,140	AtlanticVideos	58	2,209
nigahiga	70	1,304	Boyceavenue	54	808
realannoyingorange	69	1,486	Knotor	54	1,410
nqtv	61	1,021	FueledByRamen	48	1,725
Fred	58	949	beyonce VEVO	47	1,667
collegehumor	46	1,136	UKFDubstep	42	920
AdamThomasMoran	44	385	Rihanna VEVO	41	3,172
TheEllenShow	41	1,052	shakira VEVO	39	1,833
werevertumorro	40	732	Linkinparktv	37	1,096
Gurus			Reporters		

FPSRussia	40	490	AssociatedPress	31	609
MishelePhan	38	626	Matroix	19	262
kipkay	33	378	ABCNews	18	290
Howcast	25	524	www16barsde	16	145
expertvillage	24	517	JuliensBlog	15	116
bubzbeauty	21	256	TMZ	14	127
HouseholdHacker	20	201	IshatOnU	14	110
CaptainSparklez	19	591	CTFxC	12	186
TobyGames	19	423	FUNKER530	12	105
dope2111	18	143	Scoutthedoggie	12	109

5.2. Πλεονεκτήματα του δείκτη h

Ένα απ' τα πολλά πλεονεκτήματα του δείκτη h είναι η απλότητά του. Δηλ. το γεγονός ότι ενθαρρύνει τους ερευνητές να παράγουν έργο υψηλής ποιότητας, που να συνδυάζει την απήχηση των ετεροαναφορών με τη δραστηριότητα των δημοσιεύσεων, καθώς επίσης και το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται από απλά άρθρα που έχουν πολλές ετεροαναφορές. [5],[7],[11],[12],[14],[30],[32],[39]

Μια ενδιαφέρουσα ιδιότητα του δείκτη h είναι ότι δεν επηρεάζεται από δημοσιεύσεις ή άρθρα με ασήμαντες αναφορές. Δηλ. απλώς μια αύξηση του αριθμού δημοσιεύσεων δε βελτιώνει το δείκτη h. Ωστόσο, παρά αυτή τη δυνατότητα του, πρέπει να γίνει περισσότερη δουλειά στη θεωρητική πτυχή και στις εφαρμογές του δείκτη. [7],[11],[12],[30],[32]

Ο δείκτης h δεν επηρεάζεται από «χαμένα» άρθρα με πολλές αναφορές, ειδικότερα όταν συγκρίνεται με «χαμένες» δημοσιεύσεις. Υπολογίζεται με εύκολο τρόπο και λαμβάνει υπόψη τη ποσότητα και τις επιπτώσεις δημοσιεύσεων των ερευνητών. [5],[11],[12],[14],[31]

Είναι αντικειμενικός δείκτης, γιατί επιτρέπει σ' αυτόν που το χρησιμοποιεί να χαρακτηρίζει την επιστημονική απόδοση ενός ερευνητή. Άρα, παίζει σημαντικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων για προαγωγές, δημόσιες επιχορηγήσεις, χρηματοδοτικά κεφάλαια και απονομή βραβείων. [3],[7],[10],[39]

Αποδίδει καλύτερα από άλλους δείκτες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση επιστημονικών έργων ενός ερευνητή (παράγοντας επιπτώσεων, συνολικός αριθμός άρθρων κτλ.). [3],[10],[39]

Ο δείκτης h έχει την ικανότητα να εξελίσσεται, με την έννοια ότι δεν επηρεάζεται από άρθρα με λίγες αναφορές (η δυσκολία αύξησης του δείκτη h αυξάνεται εκθετικά, καθώς ολά τα άρθρα ενός ερευνητή με τις περισσότερες αναφορές, έλαβαν νέες αναφορές για να αποκτήσουν ακόμα ψηλότερο δείκτη h). Έτσι, αξιολογείται με ευκολία η πορεία ενός συγγραφέα, πέρα από ευρέως αναγνωρισμένες δημοσιεύσεις με πολλές αναφορές. Αυτό προστατεύει το δείκτη από πιθανά ετεροαναφορικά ή βιβλιογραφικά σφάλματα αναζήτησης, που βρίσκονται συνηθώς σε εμπορεύσιμες βάσεις δεδομένων. Ένας επιστήμονας με πολύ λίγα άρθρα πολλών αναφορών, ή εναλλακτικά με πολλά άρθρα λίγων αναφορών θα έχει χαμηλό δείκτη h. [3],[7],[14]

Ο δείκτης h μπορεί να αποκτηθεί με σχετική ευκολία, από οποιονδήποτε έχει πρόσβαση στη βάση δεδομένων Thomson ISI Web of Science και επιπρόσθετα, είναι εύκολος στην κατανόηση. Ευνοεί συγγραφείς που δημοσιεύουν συνεχώς άρθρα του

ιδίου επιπέδου, με διαρκή αντίκτυπο μεγαλύτερο του μέσου όρου. [7],[10],[11],[31],[39]

Ο δείκτης *h* συνδυάζει τον αριθμό δημοσιεύσεων και τις μετρήσεις ετεροαναφορών με ένα «ισορροπημένο τρόπο», χωρίς να επηρεάζεται από άρθρα με λίγες αναφορές ή από μερικά με πολλές αναφορές. Αυτό σημαίνει ότι ο δείκτης *h* ευνοεί συγγραφείς που παράγουν μια άρθρα με επιρροή, παρά συγγραφείς που παράγουν είτε πολλά άρθρα τα οποία σύντομα ξεχνιούνται, είτε λίγα με μη αντιπροσωπευτική επιρροή. [12]

Ο δείκτης *h* περιοδικών εκδόσεων, αξιολογεί τον επιστημονικό αντίκτυπο των περιοδικών εκδόσεων, σαν ένας ισχυρός εναλλακτικός δείκτης. Είναι ένα πολύ υποσχόμενο μέτρο ποιότητας του επιστημονικού έργου, όπως έχει κριθεί από διεθνώς αναγνωρισμένους επιστήμονες στον τομέα των βιοϊατρικών επιστημών. Η δύναμη αυτού του δείκτη, εναπόκειται στην ενδεχόμενη εφαρμογή του, για την αξιολόγηση λίγων άρθρων, τη στιγμή που άλλοι παραδοσιακοί βιβλιομετρικοί δείκτες, συχνά αποτυγχάνουν να πετύχουν ή η εφαρμογή τους αποδεικνύεται προβληματική. [11],[12],[31]

Ο δείκτης *h* μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όχι μόνο για να καθορίσει την παρελθοντική παραγωγικότητα ενός επιστήμονα, αλλά και για να προβλέπει τη μελλοντική παραγωγικότητα ενός επιστήμονα, καθώς μπορεί να το κάνει πολύ καλύτερα από άλλους βιβλιομετρικούς δείκτες. Για το λόγο αυτό, ο Hirsch τον βρίσκει χρήσιμο για την αξιολόγηση της επιστημονικής ποιότητας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά στις διαδικασίες ακαδημαϊκού διορισμού. Ο Hirsch απέδειξε τη προγνωστική δύναμη του δείκτη *h*, δείχνοντάς με παραδείγματα ότι «ένας ερευνητής με ψηλό δείκτη *h*, μετά από 12 ή ακόμη και 24 χρόνια, είναι πολύ πιθανό να έχει πάλι ψηλό δείκτη *h*.» [7],[12],[36]

Ο δείκτης *h* προσαρμόζεται εύκολα στην επιρροή των αυτο-ετεροαναφορών, ειδικότερα στη περίπτωση των συγγραφέων με πολύ ψηλό δείκτη *h*. Είναι ο ιδανικότερος δείκτης για τη μελλοντική ακαδημαϊκή παραγωγικότητα, προσδιορισμένος απ' τον αριθμό των άρθρων που θα δημοσιευθούν από το συγγραφέα, κατά τη διάρκεια των επόμενων χρόνων, παρά απ' τον τρέχων αριθμό δημοσιεύσεων του συγγραφέα. [7]

5.3. Μειονεκτήματα και περιορισμοί του δείκτη *h*

Όσον αφορά το δείκτη *h*, η απλότητά του είναι και ένας από τους λόγους που αποτυγχάνει η ληψη πολύπλοκων ετεροαναφορών από ερευνητές. Έτσι, χάνει βασικές πληροφορίες που αφορούν στην αξιολόγηση έρευνας ενός επιστήμονα. [5],[14],[32]

Υπάρχει επίσης και η έλλειψη μαθηματικής/στατιστικής ανάλυσης, στις ιδιότητες και στη συμπεριφορά του δείκτη *h*. Αυτό είναι σε αντίθεση με το σημείο πολλών άρθρων που καταδεικνύει συσχετίσεις του δείκτη *h*, με άλλες δημοσιεύσεις/μετρικές ετεροαναφορές. Ένα αποτέλεσμα που σύμφωνα με συγγραφείς είναι αυτονόητο, από τη στιγμή που όλες αυτές οι μεταβλητές είναι ουσιαστικά δημοσιεύσεις. [7],[32]

Ο δείκτης *h* περιορίζεται στο συνολικό αριθμό δημοσιεύσεων. Αυτό σημαίνει ότι οι επιστήμονες με μικρή σταδιοδρομία (ή που βρίσκονται στην αρχή της σταδιοδρομίας τους), κατέχουν μειονεκτικότερη θέση, άσχετα με τις ανακαλύψεις τους. Δηλ. τοποθετεί τους νέους επιστήμονες σε μειονεκτική θέση, από τη στιγμή που και οι

δημοσιεύσεις και το ποσοστό ετεροαναφορών θα είναι σχετικά χαμηλά γι'αυτούς. Ουσιαστικά ο δείκτης *h* εξαρτάται από τη διάρκεια σταδιοδρομίας κάθε επιστήμονα, διότι το σύνολο δημοσιεύσεων και ετεροαναφορών, αυξάνεται με τη πάροδο του χρόνου. [3],[5],[7],[10],[11],[14],[24],[30],[32],[39]

Δεν λαμβάνει υπόψη τις διαφορές στα καθήκοντα των συγγραφέων και τις συνεισφορές τους στις δημοσιεύσεις. Αυτό είναι πολύ σημαντικό στη Βιοϊατρική, όπου η έρευνα αποτελεί ομαδική προσπάθεια. Ο δείκτης *h* δε μελετά τη θέση των συγγραφέων, η οποία χρησιμοποιείται για αξιολόγηση συνεισφορών διαφορετικών συγγραφέων σε ένα δεδομένο άρθρο. Δε μπορεί να διακρίνει τη διαφορά μεταξύ ενεργών και ανενεργών (ή συνταξιοδοτηθέντων) επιστημόνων, ούτε λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ετέρων συγγραφέων κάθε δημοσίευσης. [5],[7],[11],[14]

Μερικοί συγγραφείς λένε ότι ο δείκτης *h* επηρεάζεται από αυτο-ετεροαναφορές. Πολλές αυτο-ετεροαναφορές, έδιναν τη λανθασμένη εντύπωση ότι το έργο των επιστημόνων, γίνεται ευρέως αποδεκτό από την επιστημονική κοινότητα. Σύμφωνα με τον επιστήμονα Vinkler και οι αυτο-ετεροαναφορές, αλλά και οι «πραγματικές» ετεροαναφορές, χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό του δείκτη *h*. Το πρόβλημα που προκύπτει είναι ότι επιστήμονες με πολλούς συνεργάτες, μπορεί να λάβουν πολλές αυτο-ετεροαναφορές, σε αντίθεση με επιστήμονες που κάνουν μεμονωμένες δημοσιεύσεις. Αρκετοί συγγραφείς, πρότειναν να εξαιρεθούν οι αυτο-ετεροαναφορές από ετεροαναφορές που βασίζονται στον υπολογισμό κάποιου δείκτη, για να αποκτήσουν έτσι έναν πιο επαρκή δείκτη. Ωστόσο, η εξαίρεση των αυτο-ετεροαναφορών κάνει τον υπολογισμό του δείκτη *h* πολύ πιο δύσκολο, διότι οι ετεροαναφορές βάσεων δεδομένων δεν επιτρέπουν την αυτόματη αποφυγή των αυτο-ετεροαναφορών. [3],[5],[14],[32]

Οι ετεροαναφορές είναι κρίσιμο ζήτημα για κάθε παραγωγική μετρική, καθώς «Πολλές ετεροαναφορές χρησιμοποιούνται απλώς για να αναλύσουν την εισαγωγή ενός άρθρου, που δεν έχει πραγματική σημασία στο έργο» και «Οι ετεροαναφορές γίνονται μερικές φορές σε ένα αρνητικό πλαίσιο ή σε αποσυρόμενες δημοσιεύσεις». Επιπλέον, υπάρχει και το «Φαινόμενο Matthew», σύμφωνα με το οποίο καθιερωμένοι ερευνητές και έργα έχουν συχνότερα δυσανάλογες αναφορές, από έργα λιγότερο γνωστά και αναθεωρημένα άρθρα λαμβάνουν προκατειλημένα σημαντικές ετεροαναφορές. Και οι δυο παράγοντες, έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην εγκυρότητα του δείκτη *h*. [3]

Ο δείκτης *h* έχει ελαφρώς λιγότερη προγνωστική ακρίβεια και σαφήνεια, απ' ότι το απλό πρότυπο της σημασίας των ετεροαναφορών ανά άρθρο, για να μπορέσει να είναι χρήσιμος. Δεν οδηγεί σε αξιόπιστα συμπεράσματα ως προς την ποιότητα της παραγωγικότητας ενός επιστήμονα, σχετικά με τις δημοσιεύσεις και τις ετεροαναφορές του. [11],[24],[30],[32]

Ένα άλλο πρόβλημα, είναι ότι ο *h* τοποθετεί τα μικρά αλλά σημαντικά επιστημονικά αποτελέσματα σε μειονεκτική θέση. Ενώσω ο δείκτης *h*, τονίζει μοναδικά επιτυχημένες δημοσιεύσεις υπέρ της συνεχούς παραγωγικότητας, αυτό μπορεί να το πετύχει, αλλά με δυσκολία. Δύο επιστήμονες μπορεί να έχουν τον ίδιο δείκτη *h*, έστω $h=35$, δηλ. και οι δυο έχουν 35 άρθρα, με τουλάχιστον 35 ετεροαναφορές ο καθένας. Εντούτοις, ο ένας μπορεί να έχει 22 απ' αυτά τα άρθρα, τα οποία να έχουν περισσότερες από 1000 αναφορές και ο άλλος μπορεί να έχει όλα τα άρθρα *h*-core του που να λαμβάνουν ακριβώς πάνω από 35 ετεροαναφορές το καθένα. Είναι ολοφάνερο ότι το επιστημονικό έργο του προηγούμενου επιστήμονα,

ασκεί περισσότερη επιρροή. Αρκετές μέθοδοι έχουν προταθεί, για τη διόρθωση αυτού του προβλήματος, αλλά καμία δεν έχει κερδίσει παγκόσμια υποστήριξη. [32]

Καταστρέφει τον πολυδιάστατο χώρο των βιβλιομετρικών και τον κάνει μονοδιάστατο. Αυτή η ιδιότητα του δείκτη h , οδήγησε μερικούς συγγραφείς στο να προκαθορίσουν οριακές τιμές, οι οποίες ήταν αναμενόμενες από επιτυχημένους επιστήμονες στη φυσική, στη βιολογία, στην οικολογία και στην εξελικτική βιολογία. Ωστόσο, η χρήση αυτών των τιμών για κατηγοριοποίηση της ερευνητικής απόδοσης μεμονωμένων επιστημόνων, είναι κάπως πρόωρη. [11]

Η χρήση του δείκτη h θα μπορούσε να προκαλέσει αλλαγές στη συμπεριφορά δημοσίευσης των επιστημόνων, όπως μια ψεύτικη αύξηση του αριθμού αυτο-ετεροαναφορών που κατανέμεται ανάμεσα στα άρθρα, τα οποία πλαισιώνονται από το δείκτη h . [10],[39]

Οι περιορισμοί των ετεροαναφορών βάσεων δεδομένων, μπορούν επίσης να επηρεάσουν τον h . Μερικές αυτοματοποιημένες διαδικασίες έρευνας, ανακαλύπτουν ότι κάποιες ετεροαναφορές σε άρθρα πάνε χρονικά πίσω πολλά έτη, ενώ κάποιες άλλες βρίσκουν μόνο πρόσφατα άρθρα ή ετεροαναφορές. [32]

Ένα άλλο πρόβλημα σχετικό με τη βάση δεδομένων που παρατηρείται συχνά με επίδραση στο σωστό υπολογισμό του δείκτη h , είναι αυτό των όμοιων ονομάτων μεταξύ ερευνητών. Ουσιαστικά, είναι αδύνατο να βρεθεί ένας επιστήμονας με μοναδικό συνδυασμό το ονοματεπώνυμο και το αρχικό γράμμα ενός ονόματος, γιατί πρέπει να βρεθούν ετεροαναφορές στις πιο γνωστές βάσεις δεδομένων. Σε πολλές περιπτώσεις ο δείκτης h , θα υπερεκτιμάται απ' τη στιγμή που για τον υπολογισμό του προστίθενται έργα περισσότερων του ενός επιστημόνα. Σε ένα πρόσφατο άρθρο, ο ερευνητής Jacsó κατέληξε στο συμπέρασμα ότι όλες οι βάσεις δεδομένων υποφέρουν από σημαντικές ελλείψεις, κυρίως στην ακρίβεια υπολογισμού του δείκτη h . Ουσιαστικά, ο δείκτης h ενός επιστήμονα μπορεί να υπολογιστεί εύκολα στη βάση WoS, μόνο εαν ο επιστήμονας αναγνωρίζεται αποκλειστικά απ' το όνομά του ή εαν βρεθούν σωστά δημοσιευμένες λίστες της WoS, με χρήση του συνδυασμού ονόματος και επωνύμου του συγγραφέα ή του πεδίου αναζήτησης. [3],[7],[10],[11],[32],[39]

Ο δείκτης h επηρεάζεται απ' την επιστημονική παραγωγή του θέματος προς μελέτη (είτε αυτό είναι κάποιος οργανισμός, είτε περιοδική έκδοση, είτε κάποιος ερευνητής). Τα θέματα προς μελέτη με μεγαλύτερη επιστημονική παραγωγή, μπορεί να έχουν μεγαλύτερο δείκτη h , θέτοντας έτσι σε μειονεκτική θέση διαδικασίες που βασίζονται σε επιλεκτικές στρατηγικές δημοσίευσης. [5],[14]

Ο δείκτης h δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση επιστημόνων που εργάζονται σε διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους, διότι υπάρχουν σε δυο ή σε περισσότερα τμήματα ενός κλάδου, διαφορές σε συνηθισμένες τιμές h μεταξύ κλάδων της παραγωγικότητας και πρακτικών ετεροαναφορών. Έχει παρατηρηθεί ότι ο μέσος αριθμός ετεροαναφορών, ποικίλει ανάμεσα σε διαφορετικούς κλάδους. Για παράδειγμα, εν έτη 2011, η περιοδική έκδοση με τον μεγαλύτερο αντίκτυπο στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, κατείχε $IF = 11.080$, ενώ στην Νευρολογία η κορυφαία επιστημονική έκδοση κατείχε έναν $IF = 30.445$. Είναι επίσης γνωστό ότι κλινικές περιοδικές εκδόσεις λαμβάνουν πολύ πιο μέτριες τιμές, από περιοδικές εκδόσεις σε βασικούς τομείς, και αυτές οι αξιολογήσεις δημιουργούν ένα μεγάλο αριθμό ετεροαναφορών απ' τα πρωτότυπα άρθρα. [3],[5],[7],[10],[14],[32],[39]

Όταν χρησιμοποιείται ο δείκτης h , για σκοπούς σύγκρισης υπάρχουν ανεξάρτητοι κανόνες ετεροαναφορών σε επιστημονικούς κλάδους που καθορίζονται από: 1) το μέσο αριθμό ετεροαναφορών ανά άρθρο, σε ένα δεδομένο ερευνητικό κλάδο, 2) το μέσο αριθμό άρθρων που παράγονται από κάθε επιστήμονα του κλάδου, 3) το μέγεθος του κλάδου και 4) την ελκυστικότητα του ερευνητικού τομέα. Εξαιτίας αυτών των κανόνων, αναμένονται ψηλότεροι δείκτες h σε μερικούς ερευνητικούς κλάδους, παρά σε κάποιους άλλους. [11]

Γενικά, τα προβλήματα συσχετίζονται με οποιοδήποτε βιβλιομετρικό δείκτη, έτσι τίθεται κι εδώ η ανάγκη να μετρηθεί η επιστημονική απήχηση από ένα μοναδικό αριθμό. Ενώ ο δείκτης h είναι μια μετρική επιστημονικής παραγωγικότητας, ορισμένοι στοχεύουν στο γεγονός ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι τόσο περίπλοκη, όσο η τυπική απόκτηση γνώσης και δίνουν στον δείκτη ένα μοναδικό αριθμό [32]. Δύο πιθανοί κίνδυνοι των πιο πάνω είναι:

1. Η πρόοδος της καριέρας και άλλων πτυχών της ανθρώπινης ζωής, μπορεί να ζημιωθούν απ' τη χρήση μιας απλής μετρικής, σε μια διαδικασία λήψης αποφάσεων από κάποιον που δεν έχει ούτε το χρόνο, ούτε την ευφυΐα για να μελετήσει πιο κατάλληλες λήψεις αποφάσεων για μετρικές [32], και
2. Οι επιστήμονες ανταποκρίνονται σ' αυτό μεγιστοποιώντας τον h , κάτι που είναι εις βάρος τους, γιατί θα πρέπει να διεξάγουν πιο ποιοτικό έργο. Το φαινόμενο χρήσης απλών μετρικών για τη λήψη διοικητικών αποφάσεων, είναι συνέπεια των μετρικών που βασίζονται στη λήψη αποφάσεων. [32]

Μελετώντας την επιστημονική ηλικία ερευνητών, διαπιστώθηκε ότι οι γυναίκες έχουν χαμηλό δείκτη h , σε σύγκριση με τους άνδρες επιστήμονες. Αυτό μπορεί να οφείλεται: είτε σε διακρίσεις εις βάρος των άρθρων που γράφτηκαν από γυναίκες συγγραφείς, είτε να υποδηλώνει ότι οι γυναίκες δημοσιεύουν άρθρα με λιγότερες αναφορές, είτε ότι οι γυναίκες δημοσιεύουν γενικώς λιγότερα άρθρα. [7]

Άρθρα με πολλές αναφορές είναι σημαντικά για τον προσδιορισμό του h , αλλά απ' τη στιγμή που επιλέγονται για να ανήκουν στα κορυφαία h άρθρα, δεν είναι σημαντικός πλέον ο αριθμός των ετεροαναφορών που λαμβάνουν. Ωστόσο, αυτή η ιδιομορφία αντικρούεται με τα κριτήρια επιλογής των επιπτώσεων των δεικτών, δηλ. η απόκτηση περισσότερων ετεροαναφορών μπορεί να θεωρηθεί μεγαλύτερη επίπτωση. Αυτό σημαίνει ότι ερευνητές με ορισμένα άρθρα που έχουν πάρα πολλές αναφορές, μπορεί να έχουν παρόμοιο ή ίσο δείκτη h , με ερευνητές που έχουν άρθρα με αρκετές ή πολλές αναφορές. [3],[7],[10],[12],[31],[39]

Ως δείκτης ο h υπολογίζεται σχετικά εύκολα, γι' αυτό ελλοχεύει ο κίνδυνος της αδιάκριτης χρήσης του, όπως το να βασίζεται κάποιος μόνο σ' αυτόν, για την αξιολόγηση επιστημόνων. Επιπλέον, με το πέρασμα του χρόνου θα αυξάνεται συνεχώς. [3],[10],[24],[39]

Ο αρχικός δείκτης h που προτάθηκε απ' τον Hirsch, δίνει την ίδια σημασία σε όλες τις ετεροαναφορές, ασχέτως πόσο παλιές είναι, έτσι αποφεύγει να φανερώσει τους μοντέρνους επιστήμονες. Επιπλέον, ο h δίνει την ίδια σημασία σε όλα τα άρθρα, προσδίδοντας έτσι στους νέους ερευνητές μικρή τιμή h , γιατί δεν είχαν αρκετό χρόνο είτε για να δημοσιεύσουν πολλά καλά άρθρα, είτε για να συγκεντρώσουν μεγάλο αριθμό ετεροαναφορών για τα καλά τους άρθρα. Έτσι, ο δείκτης h δεν μπορεί να φανερώσει τους λαμπρούς, αν και νέους επιστήμονες. [14],[24],[27],[30]

Τα συνέδρια ή οι περιοδικές εκδόσεις δε δημοσιεύουν ακριβώς τον ίδιο αριθμό άρθρων. Έτσι, για ένα συνέδριο από το οποίο δημοσιεύθηκαν περίπου 50 άρθρα, το άνω όριο για το δείκτη h είναι 50. Ένα άλλο συνέδριο, από το οποίο δημοσιεύθηκαν 150 άρθρα, το άνω όριο για το δείκτη h είναι 150 και έχει επίσης πολύ μεγαλύτερη πιθανότητα να υπερβεί το όριο του 50. Ο αριθμός των άρθρων που εμφανίζονται σε ένα έτος κατά το συνέδριο ή την περιοδική έκδοση, αντιπροσωπεύουν τη προτίμηση των ερευνητών στο εν λόγω φόρουμ δημοσίευσης. Αν θεωρήσουμε ότι το φόρουμ δημοσίευσε 50 άρθρα, γιατί δε μπόρεσε ν' αποκτήσει πολυτιμότερα άρθρα, τότε δεν μπορεί να απορρίψει το φόρουμ Β. Αφ'ετέρου, ίσως υπάρχει περαιτέρω ενδιαφέρον για τη μέση ποιότητα των άρθρων που δημοσιεύονται σ' αυτό το φόρουμ, όποιος κι αν είναι ο αριθμός δημοσιευμένων άρθρων σε ένα φόρουμ. [27]

Υπάρχει ένας ορισμός που λέει ότι: «Ένα συνέδριο ή μια περιοδική έκδοση έχει ετήσιο δείκτη h , τον h_y , για τον χρόνο y , εαν h_y από τα $N_{p,y}$ άρθρα του που δημοσιεύτηκαν κατά τη διάρκεια του έτους y , έλαβαν τουλάχιστον h_y ετεροαναφορές το καθένα και τα υπόλοιπα ($N_{p,y} - h_y$) άρθρα έλαβαν όχι περισσότερες από h_y ετεροαναφορές» [27]. Όμως ο δείκτης h_y αλλάζει συνεχώς. Ακόμη κι αν εξεταστεί ένα συνέδριο που έγινε το 1970, ο δείκτης h_y που υπολογίζεται σήμερα, ενδεχομένως να αλλάξει μερικά χρόνια αργότερα. Έτσι, το μειονέκτημα αυτού του δείκτη είναι ότι δεν υπάρχει μια οριστική αξιολόγηση για τα φόρουμ ενός έτους, όσο παλιά κι αν είναι. [27]

Ο δείκτης h δεν μπορεί να διαφοροποιήσει τα σημαντικά έργα του παρελθόντος, από μοντέρνα έργα ή από έργα που συνεχίζουν να διαμορφώνουν την επιστημονική σκέψη. Επιπρόσθετα, έχει ως αδυναμία, την ευαισθησία του στον αριθμό ληφθέντων ετεροαναφορών από ξεχωριστές δημοσιεύσεις. [11],[12],[30]

Η τιμή h ενός επιστήμονα, μπορεί μόνο να αυξηθεί και όχι να μειωθεί. Επιστήμονες οι οποίοι δε δημοσίευσαν ξανά άλλα άρθρα ή παραμένουν ανενεργοί ερευνητές, διατηρούν την ίδια τιμή h . Κάνει διακρίσεις ενάντια σε μεμονωμένους ερευνητές ή σε μικρές ερευνητικές ομάδες. Επιλέον, δε λαμβάνει υπόψη τις αλλοιώσεις των κατανομών στις ετεροαναφορές. Δηλ. μόλις το άρθρο κατέχει εκείνο τον αριθμό ετεροαναφορών, ο οποίος πληροί τις προϋποθέσεις του βασικού συνόλου, τότε τυχόν περαιτέρω ετεροαναφορές μας είναι αδιάφορες. [12],[14],[24],[30],[31]

Ανάμεσα στον αριθμό συγγραφέων ενός άρθρου και στον αριθμό αναφορών που κατέχει ένα άρθρο, εδραιώθηκε μια θετική συσχέτιση με αποτέλεσμα το ποσοστό ετεροαναφορών και ο δείκτης h ενός συγγραφέα, να επηρεάζονται απ' το μέγεθος του κύκλου των συνεργατών του. Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του h , αντιπροσωπεύουν μόνο πρόσφατα άρθρα. [7]

6. ΔΕΙΚΤΗΣ g

6.1. Ορισμοί, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη g

Ο δείκτης g προτάθηκε από το Leo Egghe το 2006, με απώτερο σκοπό την αναβάθμιση του δείκτη h , μετρώντας τη γενική απόδοση των συνολικών ετεροαναφορών ορισμένων άρθρων. Ο δείκτης g δημιουργήθηκε για να αντιμετωπίσει επιτυχώς το μειονέκτημα του δείκτη h που λέει ότι: όταν ένα άρθρο ανήκει πια στα κορυφαία h άρθρα, τυχόν επακόλουθες ετεροαναφορές δεν υπολογίζονται [12],[19],[38],[40],[43]. Ο υπολογισμός του δείκτη g , βασίζεται στην κατανομή ετεροαναφορών που λαμβάνονται απ' τις δημοσιεύσεις ενός δεδομένου ερευνητή:

«Δεδομένων κάποιων άρθρων που είναι ταξινομημένα σε φθίνουσα σειρά, σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών που λαμβάνονται, ο δείκτης g είναι ο (μοναδικός) μεγαλύτερος αριθμός, τέτοιος ώστε τα κορυφαία g άρθρα να λαμβάνουν (όλα μαζί) τουλάχιστον g^2 ετεροαναφορές.» [43]

Δηλ. τα κορυφαία $g+1$ άρθρα λαμβάνουν $< (g+1)^2$ ετεροαναφορές [19]. Προσδιορίζει αναλυτικά την ποσότητα της επιστημονικής παραγωγικότητας, βασιζόμενος στις δημοσιεύσεις [43]. Η δεύτερη ανισότητα, είναι μια αναδιατύπωση της πρώτης ανισότητας, η οποία πρώτη βγαίνει απ' τον παραπάνω ορισμό του δείκτη g :

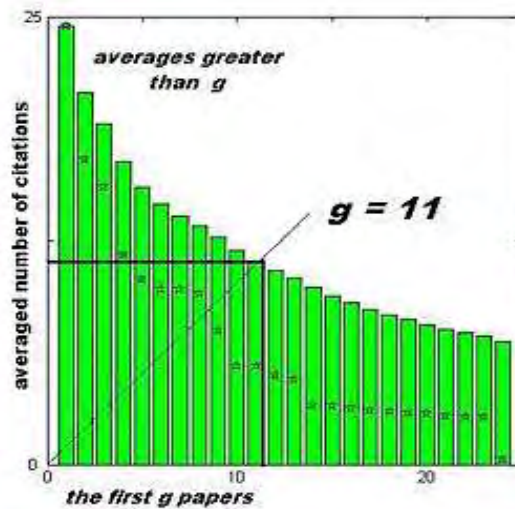
$$g^2 \leq \sum_{i \leq g} c_i \quad \text{ή} \quad g \leq \sum_{i \leq g} c_i \quad [43]$$

Σε όλες τις περιπτώσεις, ισχύει ότι: $g \geq h$. Αυτή η ανισότητα αποδεικνύεται απ' τη στιγμή που ο δείκτης h ικανοποιεί τον κανόνα που λέει ότι: τα κορυφαία h άρθρα έχουν τουλάχιστον h^2 ετεροαναφορές και απ' τη στιγμή που ο δείκτης g είναι ο μεγαλύτερος αριθμός μ' αυτήν την ιδιότητα, τότε είναι ξεκάθαρο ότι $g \geq h$. [19]

π.χ. Έστω ότι πρέπει να γίνει σύγκριση της επιστημονικής παραγωγής δυο διαφορετικών ερευνητών. Ο 1^{ος} ερευνητής δημοσίευσε 30 άρθρα, αλλά μόνο μια απ' αυτές τις δημοσιεύσεις έλαβε επιτυχώς 500 αναφορές και οι υπόλοιπες δεν έλαβαν καμία. Ο 2^{ος} ερευνητής δημοσίευσε 50 άρθρα και όλα έλαβαν από 10 αναφορές το καθένα. Ο δείκτης g του 1^{ου} ερευνητή είναι 22 ($22^2 = 484 < 500$ [οι αναφορές των καλύτερων 22 άρθρων]), $23^2 = 529 > 500$ [οι αναφορές των 23 καλύτερων άρθρων]), ενώ ο δείκτης g του 2^{ου} ερευνητή είναι 10 ($10^2 = 100$ [οι αναφορές των 10 καλύτερων άρθρων]), $11^2 = 121 > 110$ [οι αναφορές των καλύτερων 11 άρθρων]). Σ' αυτή την περίπτωση και οι δυο ερευνητές έχουν τον ίδιο συνολικό αριθμό αναφορών, ο 2^{ος} όμως λαμβάνει αναφορές για όλα τα άρθρα του, γεγονός που σημαίνει ότι όλο του το έργο έχει μεγαλύτερη ζήτηση και προσελκύει περισσότερο το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας. Ωστόσο, ο δείκτης g του 2^{ου} ερευνητή, είναι πολύ μικρότερος απ' του 1^{ου}, ο οποίος δημοσίευσε περισσότερα άρθρα και η παραγωγή του είναι σχεδόν άγνωστη στην επιστημονική κοινότητα. [4]

Ένα παράδειγμα του δείκτη g απεικονίζεται στη γραφική παράσταση 7 που ακολουθεί, με τις γραμμές να δείχνουν δεδομένα ετεροαναφορών και ορισμένες να έχουν αστερίσκους. [43]

Γραφική Παράσταση 7: Παράδειγμα του δείκτη g [43]



Αυτό σημαίνει ότι προκειμένου ένας συγγραφέας να έχει δείκτης $g = n$, πρέπει να παραχθούν n άρθρα, τα οποία πρέπει να έχουν n ετεροαναφορές το καθένα. Σε αντίθεση με το δείκτη h , ο δείκτης g εξαρτάται απ' την πλήρη καταμέτρηση ετεροαναφορών από άρθρα με πολλές αναφορές. Κατά προσέγγιση, h είναι ο αριθμός των άρθρων ενός ορίου ποιότητας το οποίο αυξάνεται όσο αυξάνεται το h και ο δείκτης g επιτρέπει να χρησιμοποιούνται ετεροαναφορές από άρθρα με πολλές αναφορές, προκειμένου να ενίσχυσει άρθρα με λίγες αναφορές και να εκπληρώσει αυτό το όριο. Ωστόσο, σε αντίθεση με το δείκτη h , ο δείκτης g καλύπτεται πλήρως, όταν ο μέσος αριθμός ετεροαναφορών για όλα τα δημοσιευμένα άρθρα, υπερβαίνει το συνολικό αριθμό των δημοσιευμένων άρθρων. [43]

Ένας μαθηματικός ορισμός του δείκτη g δίνεται ως εξής: "Έστω ότι η $f(j)$ ($j \geq 1$) υποδηλώνει τη γενικευμένη συνάρτηση συχνότητας του συστήματος. Έστω ότι η $g(j)$ ($j \geq 1$) υποδηλώνει τη γενικευμένη συνάρτηση ταξινομημένης συχνότητας [19]. Η γενικευμένη σχέση ανάμεσα στις συναρτήσεις $f(j)$ και $g(j)$ είναι η εξής:

$$r = g^{-1}(j) = \int_j^{\infty} f(j') dj' . \text{ [19]}$$

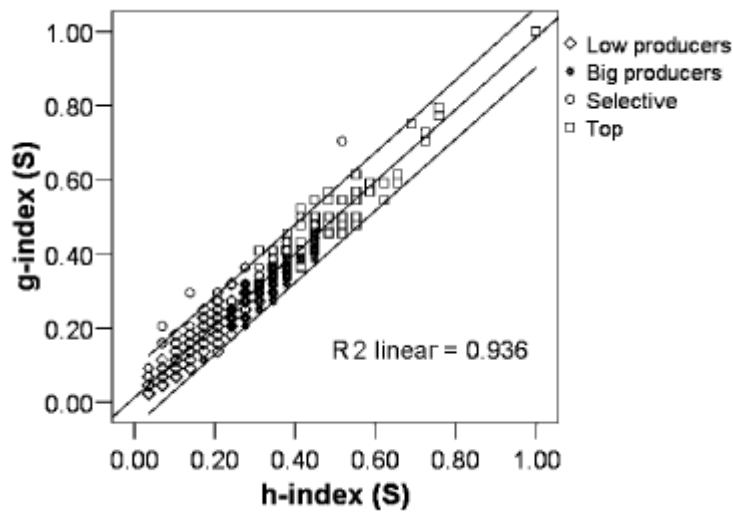
Εαν $r = g^{-1}(j)$, τότε $g(r) = j$ και υπάρχουν r πηγές με στοιχεία των οποίων η τιμή είναι $\geq j$ [19]. Υποδηλώνεται ότι η:

$$G(r) = \int_0^r g(r') dr' \text{ [19]}$$

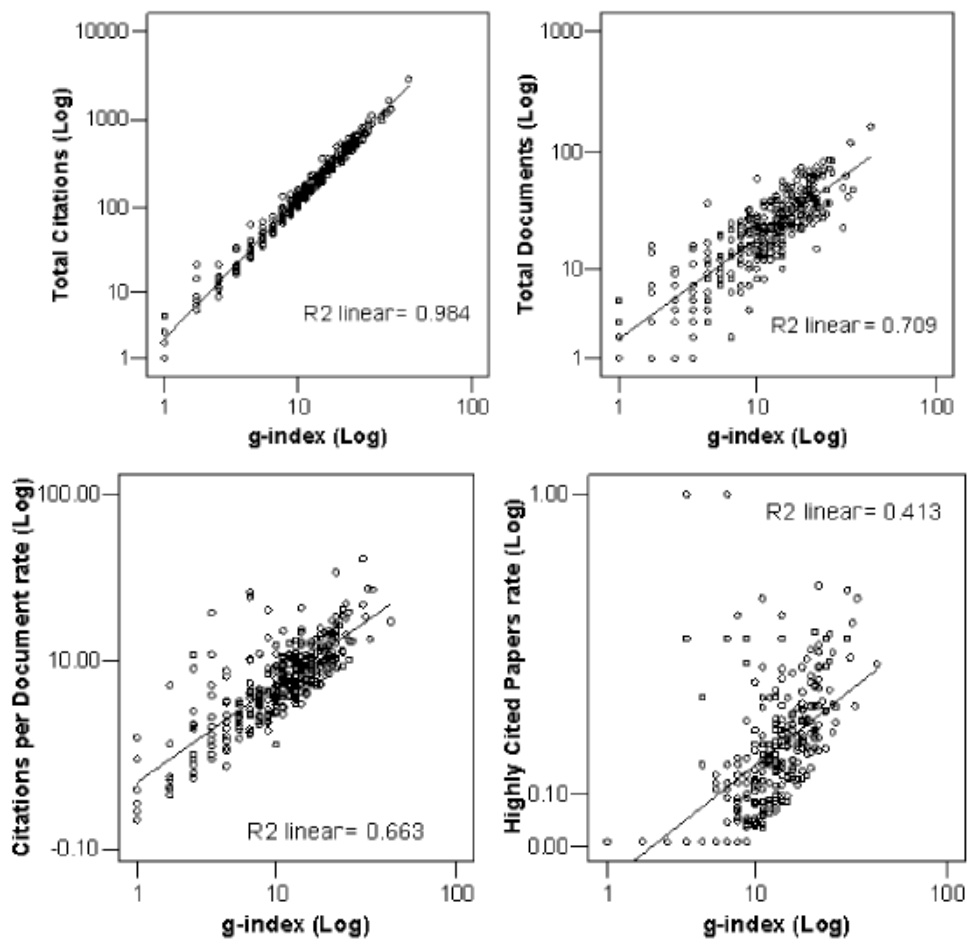
είναι ο αθροιστικός αριθμός των στοιχείων στις πηγές, μέχρι το βαθμό r (δηλ. οι κορυφαίες r πηγές) [19].

«Ο βαθμός r , είναι ο δείκτης g : $r = g$ αυτού του συστήματος, εαν r είναι η μεγαλύτερη τιμή τέτοια ώστε: $G(r) \geq r^2$ » [19].

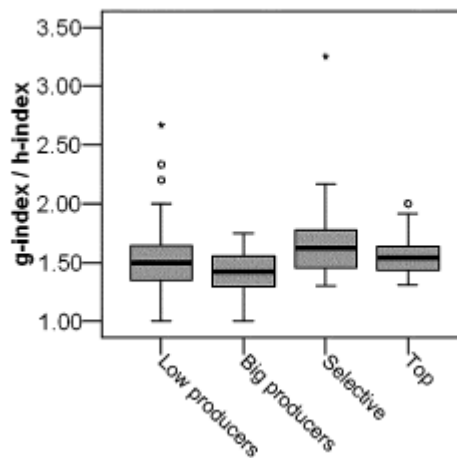
Γραφική Παράσταση 8: Συσχέτιση των δεικτών g και h [9]



Γραφικές Παραστάσεις 9: Η σχέση του δείκτη g και των υπόλοιπων βιβλιομετρικών δεικτών [9]



Γραφική Παράσταση 10: Η αναλογία δείκτη g/δείκτη h σύμφωνα με το είδος του επιστήμονα [9]



Οι δείκτες g και h είναι επιστημονικές μετρικές, που χρησιμοποιούνται για να αναγνωρίζουν πόσο φημισμένοι είναι οι ερευνητές. [16]

6.2. Πλεονεκτήματα του δείκτη g

Ο δείκτης g αντιπροσωπεύει την απόδοση των κορυφαίων άρθρων, οποιουδήποτε συγγραφέα. Προσπαθεί να κάνει πιο εμφανή τη διαφορά ανάμεσα στις επιπτώσεις κάποιου συγγραφέα. Οι μεγάλες τιμές που κατέχει ο δείκτης g, βοηθούν στην αναγνώριση της αξίας των άρθρων με λίγες ή καθόλου αναφορές, παράλληλα με την αναγνώριση της αξίας άρθρων με πολλές αναφορές. [43]

Ο δείκτης g ξεπερνάει ευκρινώς την αδυναμία που έχει ο δείκτης h, όσον αφορά την έλλειψη απεικόνισης των εσωτερικών αλλαγών του Hirsch-core. Λαμβάνει καλύτερα υπόψη απ' το δείκτη h, τις αλλοιωμένες κατανομές ετεροαναφορών. [32],[38]

Σε μια μελέτη που έκανε ο ερευνητής Schreiber, εξέτασε εννέα περιπτώσεις φυσικής και σύγκρινε τις τιμές h και g, με και χωρίς τη χρήση αυτο-ετεροαναφορών. Όπως ήταν αναμενόμενο, ο δείκτης g εξαιτίας του ακέραιου χαρακτήρα του, απέδωσε πολύ καλύτερα τα σύνολα δεδομένων, απ' το δείκτη h. Η επιρροή των αυτο-ετεροαναφορών, φαίνεται να είναι πιο σημαντική για το δείκτη g, παρά για το δείκτη h. [38]

Ο Egghe σε μια μελέτη που έκανε και η οποία απεικονίζεται στον πίνακα 10, παρουσίασε το δείκτη g επιστημόνων που κέρδισαν βραβείο τιμής, για την πλήρη σταδιοδρομία τους μέχρι το 1972 και τον συνέκρινε με το δείκτη h. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο δείκτης g κληρονόμησε όλες τις καλές ιδιότητες του δείκτη h. Επιπρόσθετα, έλαβε πολύ καλύτερα υπόψη τα αποτελέσματα ετεροαναφορών των κορυφαίων άρθρων, καθώς και το συνολικό αριθμό άρθρων τα οποία δεν περιορίζουν την τιμή του δείκτη, όπως γίνεται στην περίπτωση του δείκτη h. Αυτό συμβαίνει γιατί ο δείκτης g περιέχει πολύ περισσότερες συγκριτικές πληροφορίες, απ' τα δεδομένα του δείκτη h. Αυτό απέφερε καλύτερη διάκριση ανάμεσα στη σειρά των επιστημόνων, απ' τη στιγμή που έγιναν γνωστοί. [16],[19]

Πίνακας 10: Οι δείκτες h και g ταξινομούν σε φθίνουσα σειρά τους επιστήμονες που πήραν βραβείο τιμής [19]

Όνομα	Δείκτης h	Όνομα	Δείκτης g
Garfield	27	Garfield	59
Narin	27	Narin	40
Braun	25	Small	39
Van Raan	19	Braun	38
Glanzel	18	Schubert	30
Moed	18	Glanzel	27
Schubert	18	Martin	27
Small	18	Moed	27
Martin	16	Van Raan	27
Egghe	13	Ingwersen	26
Ingwersen	13	White	25
Leydesdorff	13	Leydesdorff	19
Rousseau	13	Rousseau	19
White	12	Egghe	15

Σε μια αναλυτική μελέτη που έγινε στον τομέα των Φυσικών Πόρων, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο δείκτης g είναι πολύ πιο ευαίσθητος, απ' το δείκτη h στην αξιολόγηση επιλεκτικών επιστημόνων. Αυτό συνέβει απ' τη στιγμή που οι επιλεκτικοί επιστήμονες, φανέρωσαν κατά μέσο όρο υψηλότερη την αναλογία δείκτη g/δείκτη h και έτσι έδωσαν καλύτερη θέση στο δείκτη g στις ταξινομήσεις, παρά στο δείκτη h. [9]

Ο δείκτης g είναι μια καλή μετρική της συγκέντρωσης και αυτό αποδεικνύεται ως εξής: με δεδομένο το διάνυσμα $(c_1, \dots, c_i + k, \dots, c_i - k, \dots, c_n)$, υποδηλώνεται το ακόλουθο διάνυσμα ως (c'_1, \dots, c'_n) , έτσι κανένα επί μέρους άθροισμα:

$$\sum_{l=1}^m c'_l \quad [18]$$

δεν είναι μικρότερο από το αντίστοιχο επί μέρους άθροισμα:

$$\sum_{l=1}^m c_l \quad [18]$$

του αρχικού διανύσματος. Σύμφωνα με τον ορισμό του δείκτη g, η ανισότητα: $g(c_1, \dots, c_i + k, \dots, c_i - k, \dots, c_n) \geq g(c_1, \dots, c_i, \dots, c_i, \dots, c_n)$ είναι έγκυρη. [18]

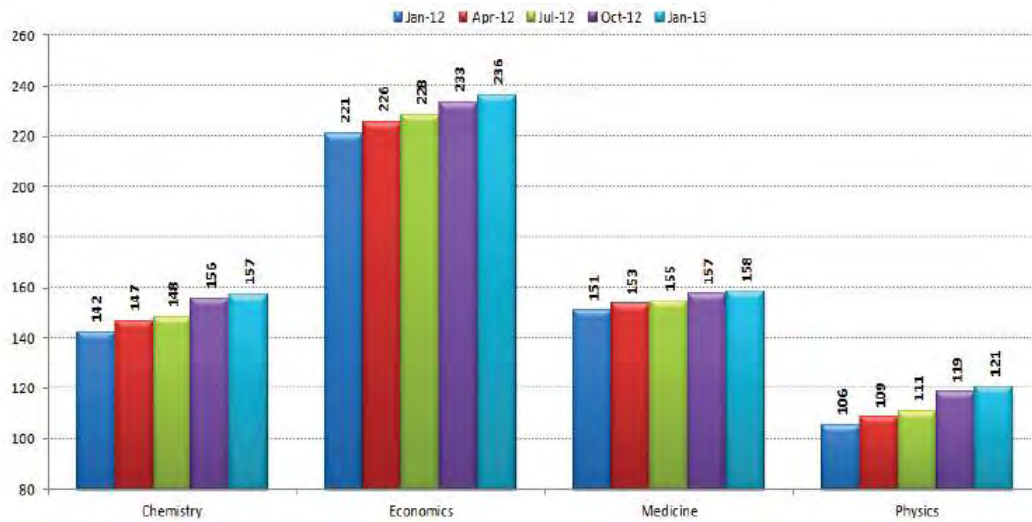
Ο δείκτης g είναι ιδιαίτερα χρήσιμος στο να αναγνωρίζει τους επιστήμονες που κερδίζουν βραβείο Νόμπελ, καθώς επίσης και το έργο για το οποίο έλαβαν το βραβείο. Αυτό είναι κάτι που δε θα μπορούσε να αναγνωρίσει ο δείκτης h. [16] Το συγκεκριμένο πλεονέκτημα, μελέτησε η Harzing A.W. για 20 νομπελίστες, που απεικονίζονται στον πίνακα 11 που ακολουθεί και βρήκε για τον καθένα το δείκτη g και το συνολικό αριθμό ετεροαναφορών κάθε μήνα, για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος του 2012–Ιανουάριος του 2013. [25]

Πίνακας 11: Λίστα με τους 20 νομπελίστες της μελέτης [25]

Όνομα	Κλάδος	Έτος βράβευσης	Έτος πρώτης δημοσίευσης	Ηλικία στην πρώτη δημοσίευση	Βιολογική ηλικία στη βράβευση	Ακαδημαϊκή ηλικία στη βράβευση
EJ Corey	Χημεία	1990	1950	22	62	40
AJ Heeger	Χημεία	2000	1961	25	64	39
O Shimomura	Χημεία	2008	1954	26	80	54
A Yonath	Χημεία	2009	1966	27	70	43
E Negishi	Χημεία	2010	1965	30	75	45
H Markowitz	Οικονομικά	1990	1952	25	63	38
J Heckman	Οικονομικά	2000	1972	28	56	28
P Krugman	Οικονομικά	2008	1976	23	55	32
E Ostrom	Οικονομικά	2009	1965	32	76	44
P Diamond	Οικονομικά	2010	1964	24	70	46
JE Murray	Ιατρική	1990	1940	21	71	50
P Greengard	Ιατρική	2000	1954	29	75	46
H zur Hausen	Ιατρική	2008	1965	29	72	43
EH Blackburn	Ιατρική	2009	1972	24	61	37
RG Edwards	Ιατρική	2010	1954	29	85	56
Jl Friedman	Φυσική	1990	1955	25	60	35
Z Alferov	Φυσική	2000	1963	33	70	37
Y Nambu	Φυσική	2008	1948	27	87	60
WS Boyle	Φυσική	2009	1951	27	85	58
AK Geim	Φυσική	2010	1981	23	52	29
Μέσος όρος				27	70	43

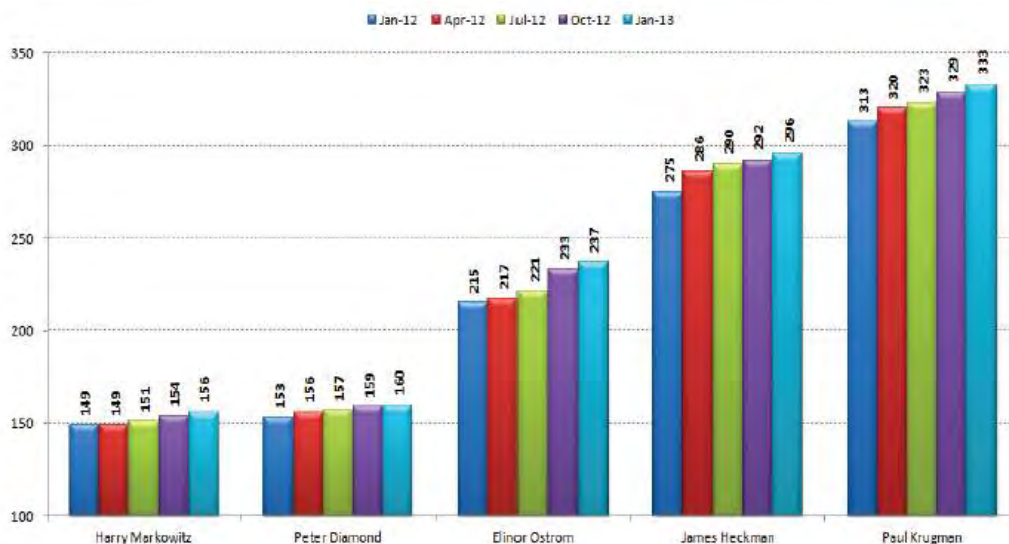
Στη γραφική παράσταση 11 στη συνέχεια, παρατηρείτε ότι ο δείκτης g αυξάνεται μονοτονικά με την πάροδο του χρόνου και στους 4 επιστημονικούς κλάδους της Χημείας, των Οικονομικών, της Ιατρικής και της Φυσικής. Δυο απ' τους κλάδους αυτούς, η Χημεία και η Ιατρική, έχουν πολύ παρόμοιους δείκτες g . Ο κλάδος της Φυσικής, έχει το χαμηλότερο δείκτη g και ο κλάδος των Οικονομικών έχει το υψηλότερο δείκτη g . [25]

Γραφική Παράσταση 11: Μέση αύξηση του δείκτη g για τους κλάδους της Χημείας, των Οικονομικών, της Ιατρικής και της Φυσικής ανάμεσα στο χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2012 – Ιανουάριος 2013 [25]



Επιπλέον, η γραφική παράσταση 12 που ακολουθεί, απεικονίζει τους νομπελίστες των Οικονομικών, για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2012–Ιανουάριος 2013. Παρατηρείτε ότι υπάρχουν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στους Heckman και Krugman, οι οποίοι έχουν σχεδόν διπλάσιο δείκτη g, απ’ τους Markowitz και Diamond. Ο δείκτης g της νομπελίστ Ada Yonath, παρουσίασε μια παρακμή σε αυτό το χρονικό διάστημα. [25]

Γραφική Παράσταση 12: Αύξηση του δείκτη g για νομπελίστες Οικονομολόγους ανάμεσα στο διάστημα Ιανουάριος 2012 – Ιανουάριος 2013 [25]



Στη συνέχεια, ο πίνακας 12 που ακολουθεί, μας δείχνει τη συμμετρική αύξηση του δείκτη g για κάθε επιστημονικό κλάδο, στην 1^η και 3^η στήλη παρά στη 2^η και 4^η στήλη. Για όλο το έτος, οι κλάδοι της Ιατρικής και των Οικονομικών παρουσιάζουν μικρότερη αύξηση, απ’ τους κλάδους της Χημείας και της Φυσικής. Η αύξηση στον κλάδο της Φυσικής, υπάρχει κυρίως λόγω του Andre Geim, ο οποίος παρουσίασε μια

θεαματική αύξηση στις ετεροαναφορές του, κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου έτους. Χωρίς αυτόν τον νομπελίστα, η μέση αύξηση για τους Φυσικούς θα ήταν 9,2%. [25]

Πίνακας 12: Συμμετρική αύξηση του δείκτη g κατά τη διάρκεια του έτους [25]

Κλάδος	Ιαν-12 μέχρι Απρ-12	Απρ-12 μέχρι Ιουλ-12	Ιουλ-12 μέχρι Οκτ-12	Οκτ-12 μέχρι Ιαν-12	Ιαν-12 μέχρι Ιαν-13
Χημεία	2,9%	0,9%	4,8%	0,8%	9,7%
Οικονομικά	1,8%	1,2%	2,2%	1,2%	6,7%
Ιατρική	1,6%	0,9%	1,8%	0,7%	5,2%
Φυσική	1,9%	1,6%	6,7%	1,2%	11,9%
Σύνολο	2,1%	1,1%	3,9%	1,0%	8,3%

6.3. Μειονεκτήματα του δείκτη g

Ενώ ο δείκτης g προτάθηκε το 2006, εξακολουθούν να γίνονται συζητήσεις γύρω απ' το εαν ο δείκτης g πρέπει να θεωρείται ανώτερος του δείκτη h κι αν μην είναι τόσο ευρέως αποδεκτός όσο ο δείκτης h. Ο δείκτης g προϋποθέτει μεγαλύτερη λίστα, σε σύγκριση μ' αυτήν που απαιτείται για τον υπολογισμό του δείκτη h, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το πρόβλημα της ακρίβειας. [32],[43]

Οι ψηλότερες τιμές του δείκτη g αποτελούν συνάμα και πλεονέκτημα και μειονέκτημα, διότι υποδηλώνουν ότι πρέπει να καταβάλλεται πολύ περισσότερη προσπάθεια κατοχύρωσης της βάσης δεδομένων. [37]

Η τιμή του δείκτη g είναι πάντοτε ένας ακέραιος αριθμός, τον οποίο μπορεί να έχουν κοινό πολλοί συγγραφείς. Αυτό δημιουργεί πρόβλημα στη διάκριση της απόδοσης κάθε συγγραφέα. Για το λόγο αυτό, ο δείκτης g δε θεωρείται ο καταλληλότερος δείκτης για την αξιολόγηση μιας μικρής ομάδας συγγραφέων. Σε μια μελέτη που έγινε τον Ιανουάριο του 2008, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της βάσης WoS, για 99 πανεπιστήμια στην Ταϊβάν. Καλύφθηκαν άρθρα και ετεροαναφορές αυτών των πανεπιστημίων και εξετάστηκαν οι τιμές του δείκτη g που κατείχαν, κατά το χρονικό διάστημα 1998-2007 [17]. Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 13:

Πίνακας 13: Τιμές του δείκτη g για 99 πανεπιστήμια στην Ταϊβάν [17]

	# πανεπιστημίων με ίση τιμή	Οι συχνότερες επαναλαμβανόμενες τιμές	# πανεπιστημίων με τις συχνότερες επαναλαμβανόμενες τιμές
Δείκτης g	68	22	6

7. ΔΕΙΚΤΗΣ hg

7.1. Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη hg

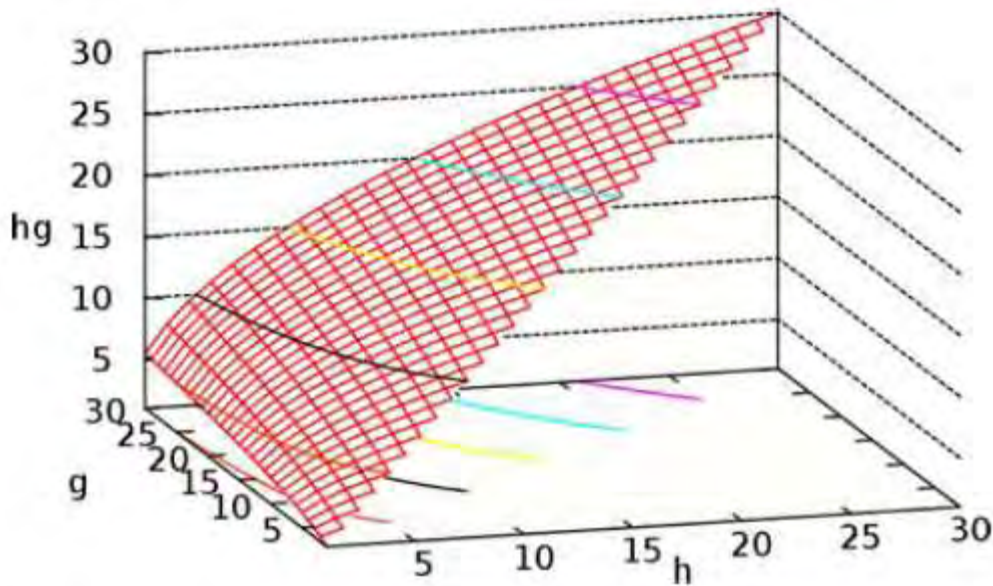
Εν έτη 2006 ο Rousseau δήλωσε τα εξής: οι δείκτες h και g υπολογίζουν διαφορετικές πλευρές στη λίστα δημοσιευμάτων ενός επιστήμονα. Ο δείκτης h δέ λεί από μόνος του όσα πρέπει να ξέρει κάποιος γι' αυτόν, ούτε και ο δείκτης g , όντας πιο ευαίσθητος απ' τον h . Όμως, και οι δυο δείκτες μαζί μας δίνουν μια πιο συνοπτική εικόνα ενός επιστήμονα, αναφορικά με τα δημοσιεύματα και τις ετεροαναφορές του. Βέβαια, οι δυο δείκτες μαζί δεν ενσωματώνουν όλες τις ενδιαφέρουσες ιδιότητες των δημοσιεύσεων ενός ερευνητή και δε μπορούν να υπολογίσουν τα επιστημονικά επιτεύγματά του. [4]

Για το λόγο αυτό, ο Rousseau μας παρουσίασε ένα συνδυασμό των δυο δεικτών, το δείκτη hg , σε μια προσπάθεια να δώσει σ' αυτόν το νέο δείκτη όλα τα πλεονεκτήματα των δυο δεικτών και να μειώσει όσο μπορεί τα μειονεκτήματά τους. [4] Ο ορισμός του δείκτη hg απ' τον Rousseau είναι ο εξής: «Ο δείκτης hg ενός ερευνητή υπολογίζεται ως ο γεωμετρικός μέσος των δεικτών h και g του/της, ο οποίος είναι:

$$hg = \sqrt{h \times g}. \text{ » [3],[4],[40]}$$

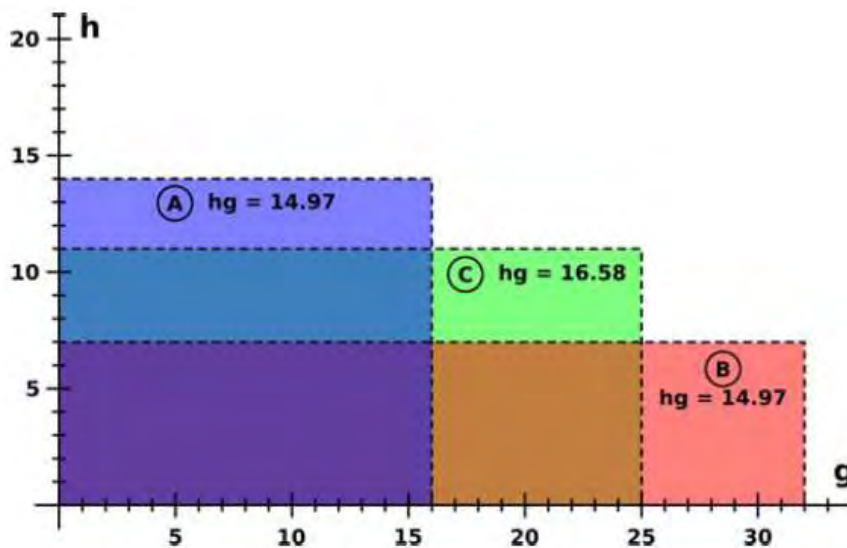
Ισχύει ότι: $h \leq hg \leq g$ και ότι: $hg - h \leq g - hg$, που πάει να πει ότι ο δείκτης hg τείνει να έχει τιμή πλησιέστερη στο δείκτη h , παρά στο δείκτη g . Αυτή η ιδιότητα μπορεί να θεωρηθεί μειονεκτική για το δείκτη g , όταν ο δείκτης h έχει πολύ χαμηλές τιμές, αποφεύγοντας έτσι το πρόβλημα της μεγάλης επιρροής που μπορεί να έχει ένα πολύ πετυχημένο άρθρο προς το δείκτη g . Στην ακόλουθη γραφική παράσταση 13, απεικονίζεται η ανάπτυξη του δείκτη hg σε συνάρτηση με τους δείκτες h και g . Στη γραφική αυτή, φαίνεται πώς ο δείκτης hg μειώνει την επιρροή ενός μεγάλου δείκτη g , όταν ο δείκτης h είναι χαμηλός. [3],[4],[40]

[Γραφική Παράσταση 13: Η αύξηση του δείκτη hg σε συνάρτηση με τους δείκτες h και g \[4\]](#)



Ο δείκτης hg μπορεί να ερμηνευθεί γεωμετρικά, ως η τετραγωνική ρίζα ενός ορθογώνιου παραλληλόγραμμου, με μήκος το δείκτη h και πλάτος το δείκτη g . Στη γραφική παράσταση 14 που ακολουθεί, απεικονίζεται ο δείκτης hg τριών διαφορετικών ερευνητών. Παρατηρείται ότι και ο ερευνητής A και ο ερευνητής B έχουν τον ίδιο δείκτη hg ($hg_A = hg_B = 14,97 = \sqrt{h_A \times g_A} = \sqrt{h_B \times g_B}$), ενώ ο ερευνητής C έχει ελαφρώς μεγαλύτερο δείκτη hg ($hg_C = 16,58 = \sqrt{h_C \times g_C}$). [4]

[Γραφική Παράσταση 14: Γεωμετρική ερμηνεία του δείκτη \$hg\$ \[4\]](#)



Συνέχεια του παραδείγματος της σελ.32: Ο δείκτης hg του 1^{ου} ερευνητή είναι 4,7 ($\sqrt{1 \times 22} = 4,7$) και ο δείκτης hg του 2^{ου} ερευνητή είναι 10 ($\sqrt{10 \times 10} = 10$). Είναι εμφανές ότι, ο δείκτης hg μείωσε δραστικά τον αντίκτυπο που έχει ένα άρθρο με πολλές αναφορές, καθώς η υπόλοιπη παράγωγή του 1^{ου} ερευνητή έχει πολύ χαμηλό αντίκτυπο. Ο δείκτης hg του 2^{ου} ερευνητή, διατηρεί μια καλή τιμή καθώς η παραγωγή

του έχει σταθερό ρυθμό ετεροαναφορών. Ο δείκτης hg παρέχει πολύ πιο ισορροπημένη καταμέτρηση του αντικτύπου των άρθρων ενός ερευνητή. [4]

Παράδειγμα εφαρμογής του δείκτη hg: Για κάθε επιστήμονα, υπολογίζονται οι δείκτες h, g και hg, καθώς και το ηλίκο g/h και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα στον πίνακα 14 που ακολουθεί. [4]

Πίνακας 14: Λίστα επιστημόνων με τις τιμές των δεικτών h, g, hg που κατέχουν και το ηλίκο g/h [4]

Επιστήμονες	Δείκτης h	Δείκτης g	g/h	Δείκτης hg
Braun	25	38	1,52	30,82
Egghe	13	19	1,46	15,72
Garfield	27	59	2,19	39,91
Glanzel	18	27	1,50	22,05
Ingwersen	13	26	2,00	18,38
Leydersdorff	13	19	1,46	15,72
Martin	16	27	1,69	20,78
Moed	18	27	1,50	22,05
Narin	27	40	1,48	32,86
Rousseau	13	15	1,15	13,96
Schubert	18	30	1,67	23,24
Small	18	39	2,17	26,50
Van Raan	18	27	1,42	22,65
White	12	25	2,08	17,32

Αυτό που παρατηρείται στο πιο πάνω παράδειγμα, είναι ότι ο δείκτης hg παρέχει περισσότερες λεπτομέρειες, απ' τους δείκτες h και g χωριστά. Αυτό είναι πλεονέκτημα του δείκτη hg, καθώς παρέχει καλύτερη ταξινόμηση ανάμεσα στους ερευνητές. [4]

7.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη hg

Όταν υπολογιστούν οι δείκτες h και g, τότε είναι πολύ απλός ο υπολογισμός του δείκτη hg. Ο δείκτης hg παρέχει αναλυτικότερες λεπτομέρειες, απ' τους δείκτες h και g, γεγονός που του επιτρέπει να ταξινομεί καλύτερα τους ερευνητές. Αυτό είναι ενδιαφέρον, ειδικότερα όταν συγκρίνονται τα αποτελέσματα των δεικτών h και hg. [4]

Είναι ιδιαίτερα δύσκολη η αύξηση του δείκτη h και πολύ συνηθισμένη η εμφάνιση διαφορετικών ερευνητών, οι οποίοι έχουν τον ίδιο δείκτη h με πολύ διαφορετικό αριθμό δημιεύσεων και αναφορών. Ο δείκτης μας παρέχει μια μέθοδο σύγκρισης επιστημόνων με πολλές λεπτομέρειες. [4]

Ο δείκτης hg, αξιολογείται στην ίδια κλίμακα με τους δείκτες h και g (αντιπροσωπεύουν τον αριθμό των άρθρων και συμμορφώνονται με τον όρο που αφορά στις αναφορές τους). Έτσι, ο δείκτης hg είναι εύκολος στην κατανόηση και κάνει εύκολα συγκρίσεις με τους δείκτες h και g. [4]

Λαμβάνει υπόψη τις ετεροαναφορές άρθρων με πολλές αναφορές (κάτι που δεν κάνει ο δείκτης h), αλλά μειώνει σημαντικά τον αντίκτυπο απλών άρθρων με πάρα πολλές αναφορές (ένα μειονέκτημα του δείκτη g), έτσι επιτυγχάνει καλύτερη ισορροπία ανάμεσα στον αντίκτυπο της πλειοψηφίας των καλύτερων άρθρων ενός

συγγραφέα και των άρθρων που κατέχουν πάρα πολλές αναφορές. Επιπλέον, ο δείκτης hg παρέχει μια πιο ισορροπημένη άποψη όσον αφορά τα επιστημονικά αποτελέσματα ερευνητών, παρά οι δείκτες h και g χωριστά. καθώς επίσης και μια αναλυτικότερη μετρική, η οποία επιτρέπει αποδοτικότερη σύγκριση επιστημόνων. [4]

Όταν συγκρίνονται επιστήμονες με παρόμοιες τιμές h και g , τότε η σύγκριση αυτή είναι επικίνδυνη, γιατί δεν είναι εύκολος ο καθορισμός μιας συνολικής ταξινόμησης με τη χρήση του δείκτη hg . Η ψηλότερη ανάλυση της ταξινομημένης μετρικής hg , είναι το αποτέλεσμα μιας ακατάλληλης εναλλαγής των βαθμίδων ταξινόμησης των δεικτών h και g . Αυτό δε σημαίνει μεγαλύτερη ισχύ διακρίσεων. Η αυταπάτη της δημιουργίας ενός νέου δείκτη με μεγαλύτερη ισχύ διακρίσεων, συνθέτοντας πληροφορίες που προέρχονται από δυο δείκτες με λίγες λεπτομέρειες, αυξάνει τον κίνδυνο να παρθούν βιαστικές αποφάσεις. [23]

Σύγκριση 2 μελετητών με τον ίδιο δείκτη hg , αλλά με διαφορετικές τιμές h και g [23]

Scientist A				Scientist B					
	citations for each paper	rank	cumulative no. of citations	rank ²		citations for each paper	rank	cumulative no. of citations	rank ²
$h_A=2$	29	1	29	1	$h_B=1$	241	1	241	1
	29	2	58	4		1	2	242	4
	1	3	59	9		1	3	243	9
	1	4	60	16		1	4	244	16
	1	5	61	25		1	5	245	25
	1	6	62	36		1	6	246	36
	1	7	63	49		1	7	247	49
	1	8	64	64		1	8	248	64
	1	9	65	81		1	9	249	81
	1	10	66	100		1	10	250	100
	1	11	67	121		1	11	251	121
	1	12	68	144		1	12	252	144
	1	13	69	169		1	13	253	169
	1	14	70	196		1	14	254	196
	1	15	71	225		1	15	255	225
	1	16	72	256		1	16	256	256
	1	17	73	289		1	17	257	289

$hg_A = \sqrt{2 \cdot 8} = 4$

$h_A > h_B$
 $g_A < g_B$
 $hg_A = hg_B$

$hg_B = \sqrt{1 \cdot 16} = 4$

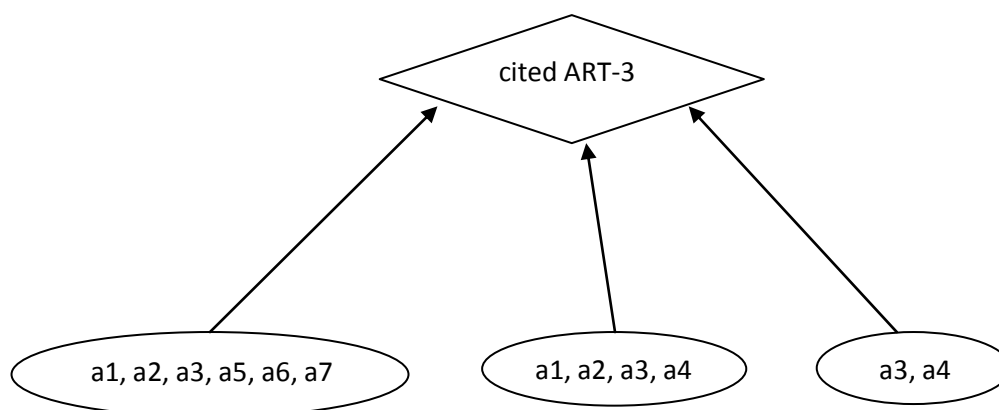
8. ΔΕΙΚΤΗΣ f

8.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, θετικά και αρνητικά στοιχεία του δείκτη f

Σε όλους τους δείκτες επιστημονικών μετρικών υπάρχει η έλλειψη συντερματικών (coterminal) ετεροαναφορών. Η πραγματική έννοια των συντερματικών ετεροαναφορών είναι η εξής: ένας συγγραφέας που συνέγραψε πολλά άρθρα, επικαλούμενος κάποιο άλλο άρθρο. Οι συντερματικές ετεροαναφορές είναι μια γενίκευση της συν-ετεροαναφοράς και μ' αυτές καταβάλλεται μια προσπάθεια, να κατακτηθούν τάσεις στην ακαδημαϊκή κοινότητα, που αντιπροσωπεύουν τους ετέρους συγγραφείς και τις υπερβολικά πολλές αναφορές. [2]

Στη βιβλιογραφία, δεν υπάρχει κανένα προηγούμενο έργο για την αντιμετώπιση των συντερματικών ετεροαναφορών. Στόχος είναι η δημιουργία μιας μετρικής για τη μεμονωμένη επιστημονική διάκριση, η οποία να μένει ανεπηρέαστη απ' την ύπαρξη των συντερματικών ετεροαναφορών. Όλες οι ετεροαναφορές έχουν κάποια αξία, γι' αυτό δεν είναι σωστός ο αποκλεισμός των αυτο-ετεροαναφορών, αλλά ούτε και η οποιαδήποτε μορφή ad hoc ομαλοποίησης. Το πρόβλημα έγκειται στον προσδιορισμό της ποσότητας αυτής της αξίας. [2]

Για παράδειγμα, ο συγγραφέας a3 είναι συνδημιουργός και στα 3 άρθρα: [2]



Έστω ότι το άρθρο A, παρουσιάζεται από άλλα 3 άρθρα και καθορίζεται η ποσότητα nca^2 , ώστε να ισούται με τον αριθμό των άρθρων που παρουσιάζουν το άρθρο A [2]. Ορίζεται η σειρά των συνόλων ως ακολούθως:

$F_i^A = \{a_j: \text{ο συγγραφέας } a_j \text{ εμφανίζεται σε ακριβώς } i \text{ άρθρα που παρουσιάζουν το A}\}.$

Για το άρθρο της «ART-3», έχουμε ότι:

$F_1^A = \{a5, a6, a7\},$

$F_2^A = \{a1, a2, a4\},$

$F_3^A = \{a3\}$ [2].

Τότε ορίζεται το f_i^A να ισούται με τη θεμελιώδη αναλογία F_i^A του συνολικού αριθμού ξεχωριστών συγγραφέων, που παρουσιάζουν το άρθρο A και είναι:

$$f_i^A = \frac{F_i^A}{\text{total_number_distinct_authors}} \quad [2].$$

Αυτές οι ποσότητες, είναι οι συντεταγμένες του nca^2 (διάνυσμα με διαστάσεις f^A), το οποίο ισούται με $f^A = \{f_1^A, f_2^A, f_3^A, \dots, f_{nca^A}^A\}$. Οι συντεταγμένες αυτού του διανύσματος, καθορίζουν μια μαζική πιθανότητα δεδομένου ότι:

$$\sum_{i=1}^{nca^A} f_i^A = 1. \quad [2]$$

Όσον αφορά το άρθρο της εικόνας «ART-3», ισχύει ότι: $f^{ART-3} = \left\{\frac{3}{7}, \frac{3}{7}, \frac{1}{7}\right\}. \quad [2]$

Έτσι, μετατρέψαμε μια κλιμακωτή ποσότητα (δηλ. τον αριθμό ετεροαναφορών που έλαβε ένα άρθρο), σε μια διανυσματική ποσότητα (δηλ. f^A), η οποία αντιπροσωπεύει την επιρροή των ιδεών του άρθρου A (άρα και του συγγραφέα A) στην επιστημονική κοινότητα. Όσα περισσότερα άτομα χρησιμοποιούν το έργο ενός μελετητή, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο αντίκτυπος. Γενικά, αυτά τα διανύσματα είναι αραιά με πολλά μηδενικά, μετά τις πρώτες συντεταγμένες. Η αραιότητα των διανυσμάτων αυτών, μειώνεται για άρθρα με ελάχιστες ετεροαναφορές. Για πετυχημένους μελετητές, είναι προτιμότερο η μαζική πιθανότητα να συγκεντρώνεται στις πρώτες συντεταγμένες, που σημαίνει ότι οι νέοι επιστήμονες συνειδητοποιούν και χρησιμοποιούν τις ιδέες του άρθρου. [2]

Είναι περίπλοκο να δουλεύει κανείς με διανύσματα, παρόλ' αυτά, είναι εφικτή η αξιοποίηση ενός «σταθμισμένου» διανύσματος, έστω s , για να μετατραπεί το διάνυσμα f σε μια βαθμωτή τιμή, με τη χρήση γινομένου (δηλ. $\hat{f} = f \cdot s$). Αρχικά, το απλό διάνυσμα ορίζεται ως εξής: $s1 = \{nca, nca-1, \dots, 1\}$. Έτσι, για το παράδειγμα με το άρθρο της εικόνας «ART-3», υπολογίζεται ένα νέος δεκαδικός αριθμός που χαρακτηρίζει τη σημασία του άρθρου, ο οποίος ισούται με:

$$N_f^A = f^A \cdot s1 = \frac{3}{7} * 3 + \frac{3}{7} * 2 + \frac{1}{7} * 1 = \frac{16}{7} \Rightarrow N_f^A \approx 2,28. \quad [2]$$

Για να υπολογιστεί ο δείκτης f ενός συγγραφέα, πρέπει να μετρηθούν οι ποσότητες $N_f^{A_i}$ για καθένα από τα άρθρα A_i του και κατόπιν να ταξινομηθούν σε φθίνουσα σειρά. Το σημείο όπου η ταξινόμηση είναι μεγαλύτερη απ' την αντίστοιχη $N_f^{A_i}$, η ταξινομημένη ακολουθία ορίζει την τιμή του δείκτη f γι' αυτόν το συγγραφέα. Η ονομασία αυτού του νέου δείκτη f , προέρχεται απ' το γεγονός ότι είναι μια κλασματική ετεροαναφορά του συστήματος καταμέτρησης. [2]

Εκτός απ' το $s1$, προτάθηκε ένα ζεύγος διανυσμάτων του σταθμισμένου διανύσματος. Το διάνυσμα $s2 = \{nca, 0, \dots, 0\}$, βρίσκεται στο άλλο άκρο του φάσματος, όσον αφορά το $s1$. Αν η τελευταία μη μηδενική συντεταγμένη του f^A είναι f_k^A , τότε υπάρχει κι ένα τρίτο διάνυσμα του σταθμισμένου διανύσματος που ορίζεται ως:

$$s3 = \left\{nca, mca - \frac{nca}{k}, nca - \frac{2 * nca}{k}, \dots, 1\right\}. \quad [2]$$

Για καθένα απ' αυτά τα σταθμισμένα διανύσματα, ορίζεται ο αντίστοιχος δείκτης f ως: f_{s1} , f_{s2} , και f_{s3} . Κανένα απ' αυτά τα τρία διανύσματα του σταθμισμένου διανύσματος και κατά συνέπεια, κανένας από τους αντίστοιχους δείκτες, δε μπορεί να

θεωρηθεί ανώτερος απ' τους άλλους δυο. Έχουν πλεονεκτήματα αλλά και ελλείψεις. Για παράδειγμα, ο δείκτης f_{s1} δεν κάνει καμία διαφορά για μεγάλες τιμές του δείκτη h . Δηλ. για επιστήμονες με δείκτη $h < 1,5$, ο δείκτης f_{s1} που λαμβάνεται μπορεί να είναι όσο το 50% του αντίστοιχου δείκτη h . Αυτό μπορεί εν μέρει να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι μελετητές με τις χαμηλότερες επιδόσεις (όσον αφορά τον αριθμό δημοσιεύσεων), έχουν μεγαλύτερο αριθμό αυτο-ετεροαναφορών, εξήγηση η οποία είναι σύμφωνη με τα ευρήματα του van Raan (2008). [2]

Πίνακας 15: Ταξινόμηση του δείκτη h με τιμές > 30 σε φθίνουσα σειρά [2]

Ταξινόμηση επιστημόνων Πληροφορικής	Επιστήμονας – h	Ταξινόμηση επιστημόνων Πληροφορικής	Επιστήμονας – h
1	Hector Garcia-Molina-77	17	Oded Goldreich-48
2	Jiawei Han-66	17	Philip S. Yu-48
3	Ian Foster-65	17	Prabhakar Raghavan-48
4	Robert Tarjan-64	17	Leslie Lamport-48
5	Rakesh Agrawal-62	17	Douglas C. Schmidt-48
6	Jennifer Widom-60	18	Michael I. Jordan-47
6	Scott Shenker-60	18	Donald E. Knuth-47
7	Jeffrey D.Ullman-59	18	Ronald Fagin-47
8	Deborah Estrin-58	18	Micha Sharir-47
9	David Culler-56	19	H.V. Jagadish-46
9	Amir Pnueli-56	19	Mihir Bellare-46
10	Richard Karp-55	19	Pat Hanrahan-46
10	Serge Abiteboul-55	19	Garcia Luna Aceves-46
11	David J.DeWitt-54	20	Michael Franklin-45
11	David E.Goldberg-54	20	Alex Pentland-45
12	Anil K.Jain-53	20	Martin Abadi-45
13	Hari Balakrishnan-53	20	Andrew Zisserman-45
13	Randy H.Katz-52	20	Thomas A. Henzinger-45
14	Takeo Kanade-52	20	Vipin Kumar-45
14	Rajeev Motwani-51	20	Nancy Lynch-45
15	Don Towsley-50	21	Christos Faloutsos-44
15	Christos H.Papadimitriou-50	21	Thomas S. Huang-44
15	Sebastian Thrun-50	21	Sally Floyd-44
15	Jack Dongarra-50	21	Robin Milner-44
15	Ken Kennedy-50	21	Won Kim-44
16	Didier Dubois-49	22	M. Frans Kaashoek-43
16	Lixia Zhang-49	22	Kai Li-43
16	Michael J.Carey-49	22	Monica S. Lam-43
16	Michael Stonebraker-49	22	Sushil Jajodia-43
16	Moshe Y.Vardi-49	22	Rajeev Alur-43
16	David S.Johnson-49	23	Raghu Ramakrishnan-42
16	Ben Shneiderman-49	23	Barbara Liskov-42
16	W. Bruce Croft-49	23	Tomaso Poggio-42
17	Michalis Yannakakis-48	23	Victor Lesser-42
17	Miron Livny-48	23	Joseph Goguen-42
17	Luca Cardelli-48	23	Henry Levy-42
23	Carl Kesselman-42	27	Krithi Ramamritham-38
24	Olivier Faugeras-41	27	Ramesh Govindan-38
25	Teuvo Kohonen-40	27	Jon Kleinberg-38
25	Amit Sheth-40	28	Al. Sangiovanni-Vincetelli-37
25	Craig Chambers-40	28	Edmund M. Clarke-37
25	Demetri Terzopoulos-40	29	Herbert Edelsbrunner-36
25	David A. Patterson-40	29	Richard Lipton-36
25	Philip Wadler-40	29	Ronald L. Rivest-36

25	Jose Meseguer-40	29	Willy Zwaenepoel-36
25	George Karypis-40	29	Jason Cong-36
26	Geoffrey E. Hinton-39	30	Victor Basili-35
26	Stefano Ceri-39	30	Mario Gerla-35
26	Leonard Kleinrock-39	30	Andrew S. Tanenbaum-35
26	Saul Greenberg-39	31	Maja Mataric-33
26	Judea Pearl-39	32	John McCarthy-32
26	David Dill-39	32	David Haussler-32
27	Vern Paxson-38	33	Stanley Osher-31
27	John A. Stankovic-38	33	Tim Finin-31

Πίνακας 16: Ταξινομήσεις με τους νέους δείκτες f_{s2} και f_{s3} [2]

Ταξινόμηση επιστημόνων Πληροφορικής	Επιστήμονας – f_{s2} - f_{s3}	Ταξινόμηση επιστημόνων Πληροφορικής	Επιστήμονας – f_{s2} - f_{s3}
1	Hector Garcia-Molina-68-74	12	Lixia Zhang-46-48
2	Jiawei Han-57-63	13	Don Towsley-45-49
2	Ian Foster-57-62	13	Serge Abiteboul-45-52
3	Robert Tarjan-56-61	13	David S.Johnson-45-48
4	Scott Shenker-54-59	14	Ken Kennedy-44-49
5	Jennifer Widom-53-58	14	Rajeev Motwani-44-48
5	Jeffrey D.Ullman-53-55	14	Sebastian Thrun-44-48
6	David Culler-52-53	14	Ben Shneiderman-44-48
7	Deborah Estrin-51-56	14	Prabhakar Raghavan-44-46
7	Rakesh Agrawal-51-60	15	W. Bruce Croft-43-46
8	David E.Goldberg-50-52	15	Christos H.Papadimitriou-43-47
9	Richard Karp-49-55	15	Michael I. Jordan-43-46
10	David J.DeWitt-48-51	16	Michael Stonebraker-42-45
10	Hari Balakrishnan-48-52	16	Jack Dongarra-42-48
11	Anil K.Jain-47-50	16	Leslie Lamport-42-45
11	Amir Pnueli-47-52	16	Douglas C. Schmidt-42-46
11	Takeo Kanade-47-50	16	Michael J.Carey-42-46
12	Randy H.Katz-46-51	16	Pat Hanrahan-42-44
17	Donald E. Knuth-41-45	21	Geoffrey E. Hinton-37-37
17	Philip S. Yu-41-46	22	Teuvo Kohonen-36-39
18	Miron Livny-40-45	22	Andrew Zisserman-36-41
18	Luca Cardelli-40-46	22	Sushil Jajodia-36-41
18	Ronald Fagin-40-45	23	Joseph Goguen-35-40
18	H.V. Jagadish-40-44	23	Rajeev Alur-35-41
18	Didier Dubois-40-44	23	Philip Wadler-35-38
18	Alex Pentland-40-43	23	Amit Sheth-35-39
18	Thomas S. Huang-40-42	23	Nancy Lynch-35-42
18	Sally Floyd-40-43	23	Leonard Kleinrock-35-38
18	Robin Milner-40-42	23	Vern Paxson-35-37
18	M. Frans Kaashoek-40-41	23	John A. Stankovic-35-37
18	Carl Kesselman-40-42	24	Saul Greenberg-34-37
19	Moshe Y. Vardi-39-46	24	Stefano Ceri-34-37
19	Martin Abadi-39-43	24	Raghu Ramakrishnan-34-40
19	Christos Faloutsos-39-43	24	Krithi Ramamritham-34-38
19	Michalis Yannakakis-39-46	24	Jon Kleinberg-34-36
19	Mihir Bellare-39-45	25	Ramesh Govindan-33-36
19	Oded Goldreich-39-45	25	Edmund M. Clarke-33-34
19	Garcia Luna Aceves-39-45	26	Judea Pearl-32-36
19	Kai Li-39-41	26	Richard Lipton-32-35
19	Barbara Liskov-39-40	26	Ronald L. Rivest-32-34
19	Tomaso Poggio-39-41	26	Victor Basili-32-35
19	Henry Levy-39-40	26	Andrew S. Tanenbaum-32-34
19	Michael Franklin-39-42	26	David Haussler-32-34
20	Won Kim-38-42	27	Jose Meseguer-31-37

20	Monica S. Lam-38-42	27	David Dill-31-35
20	Vipin Kumar-38-41	27	Willy Zwaenepoel-31-34
21	Victor Lesser-37-41	29	Al. Sangiovanni-Vincetelli-30-34
21	Thomas A. Henzinger-37-43	28	Mario Gerla-30-33
21	Micha Sharir-37-43	29	Herbert Edelsbrunner-29-34
21	Olivier Faugeras-37-40	29	Tim Finin-29-30
21	Craig Chambers-37-40	30	Jason Cong-28-33
21	Demetri Terzopoulos-37-38	31	Maja Mataric-27-30
21	David A. Patterson-37-39	31	Stanley Osher-27-31
21	George Karypis-37-38	32	John McCarthy-26-29

Και οι δυο δείκτες f_{s2} και f_{s3} , δημιουργούν αλλαγές στην ταξινόμηση που προσφέρεται απ' το δείκτη h . Οι τιμές του δείκτη f_{s2} , είναι διαφορετικές απ' τις αντίστοιχες τιμές του δείκτη h . Αυτές οι διαφορές εμφανίζονται σε οποιαδήποτε θέση, ανεξάρτητα απ' την τιμή του δείκτη h . Αν αυτές οι διαφορές αφορούν μόνο επιστήμονες με το μεγαλύτερο δείκτη h , τότε κάποιος που έχει γράψει πολλά άρθρα με πολλές ετεροαναφορές το καθένα, είναι αναπόφευκτες μερικές επικαλυπτόμενες ετεροαναφορές και μερικές αυτο-ετεροαναφορές. [2]

Ο δείκτης f λαμβάνει υπόψη τις συντηρηματικές ετεροαναφορές. Ο νέος αυτός δείκτης, χρησιμεύει στην ακαδημαϊκή παραγωγή ορισμένων επιστημόνων της Πληροφορικής. Επιπρόσθετα, διακρίνει άτομα των οποίων το έργο διεισδύει σε πολλές επιστημονικές κοινότητες. [2]

Ένας άλλος ορισμός του δείκτη f , αφορά στο χρονικό εύρος των άρθρων που έχουν τουλάχιστον μία ετεροαναφορά:

$$f = \text{range}(y_1, y_2, \dots, y_i, \dots) + 1 \quad [22]$$

$i \in \Omega$

όπου y_i είναι το έτος δημοσίευσης, που σχετίζεται με το $i^{\text{οστο}}$ άρθρο και Ω είναι το σύνολο δημοσιεύσεων, τα οποία έχουν τουλάχιστον μία αναφορά. [22]

Στο παράδειγμα που απεικονίζεται στον ακόλουθο πίνακα 17, ο δείκτης $h = 7$ συμπληρώνεται με την πληροφορία του δείκτη $f = 10$. Ο υπό εξέταση μελετητής έχει $h7-f10$. [22]

Πίνακας 17: Ο δείκτης h συμπληρώνεται με το δείκτη f [22]

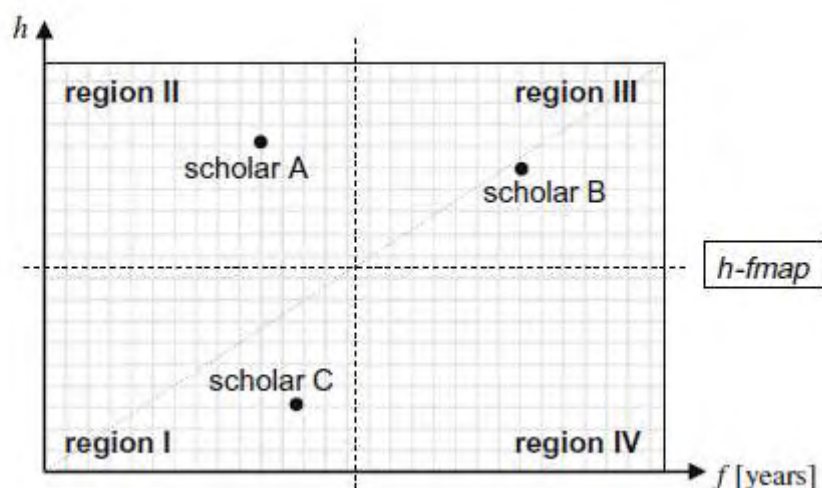
	year	citations	rank
f-core	2002	30	1
	2003	20	2
	2005	18	3
	1999	12	4
	2004	9	5
	2006	8	6
	2005	8	7
	1998	6	8
	1997	6	9
	2002	5	10
	2003	1	11
	2000	0	12
	1995	0	13

$h7-f10$

$\Rightarrow h = 7$
 $f = \text{range}(2002, 2003, 2005, 1999, 2004, 2006, 2005, 1998, 1997, 2002, 2003) + 1 = 10$

Ο δείκτης f προσφέρει μια πρόχειρη ένδειξη, για τη χρονική προέκταση της επιστημονικής παραγωγής ενός συγγραφέα, διατυπωμένη σε έτη. Άρθρα χωρίς αναφορές, δεν υπολογίζονται. Ο δείκτης f είναι ένας φυσικός αριθμός, ο οποίος δε μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και δεν υπερβαίνει τη συνολική χρονική περίοδο επιστημονικής παραγωγής ενός συγγραφέα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, έχει ο χάρτης της γραφικής παράστασης 15, που απεικονίζει τις τιμές h να συνδυάζονται με τις τιμές f . [22]

Γραφική Παράσταση 15: Χάρτης που απεικονίζει τις τιμές του δείκτη h να συνδυάζονται με τις τιμές του δείκτη f [22]

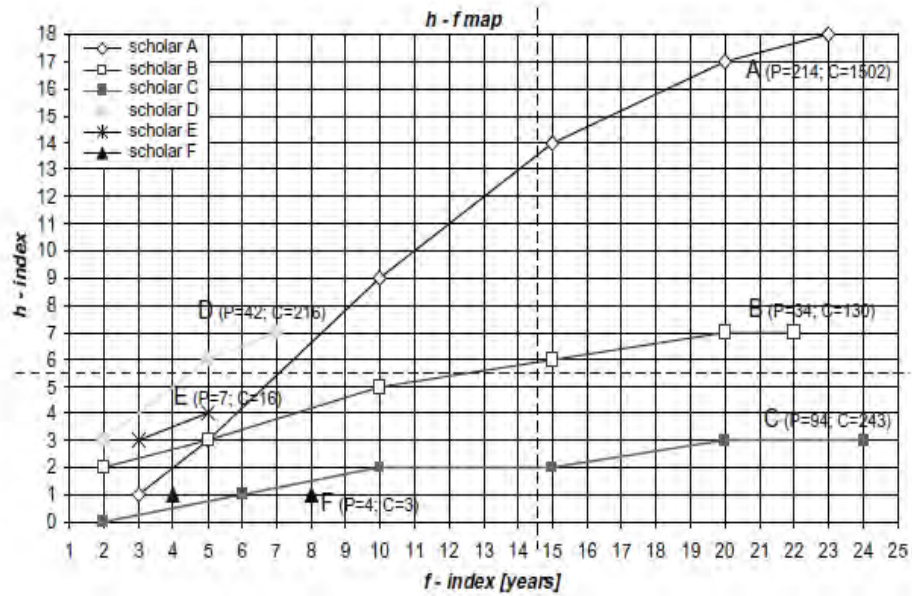


Όπως φαίνεται, ο χάρτης χωρίζεται σε 4 τμήματα σχετικά με την εξέλιξη της σταδιοδρομίας ενός μελετητή. Τα τμήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

- region I (χαμηλό h και χαμηλό f): η αρχή του μελετητή
- region II (ψηλό h και χαμηλό f): μελετητής με πολλές ετεροαναφορές που μαζεύτηκαν σε λίγο χρονικό διάστημα (δηλ. ο μελετητής μας είναι ένας νεαρός λαμπρός επιστήμονας).
- region III (ψηλό h και ψηλό f): μελετητής με πολλές ετεροαναφορές, διανεμημένες σε μεγάλο χρονικό διάστημα (δηλ. έχει καλή και συνεχόμενη παραγωγικότητα).
- Region IV (χαμηλό h και ψηλό f): μελετητής με λίγες ετεροαναφορές, διανεμημένες σε μεγάλο χρονικό διάστημα (δηλ. έχει φτωχική παραγωγικότητα). [22]

Στη γραφική παράσταση 16 που ακολουθεί, απεικονίζεται η σύγκριση της επιστημονικής παραγωγικότητας έξι ανώνυμων μελετητών από Πολυτεχνεία του Τορίνο (Ιταλία). Παρακολουθείται η εξέλιξη των μελετητών, με την πάροδο του χρόνου. Τα σημεία στη γραφική παράσταση, αποκτούνται με τον υπολογισμό των δεικτών h και f για διάφορες περιόδους δραστηριότητας των μελετητών (π.χ. Για το μελετητή D: 1, 4 και 6 χρόνια μετά τη δημοσίευση του 1^{ου} του έργου), εξετάζοντας άρθρα και ετεροαναφορές που μαζεύτηκαν μέχρι την ακριβή περίοδο δραστηριότητας. Στις παρενθέσεις, δίνεται η τυπική σχέση ανάμεσα στο συνολικό αριθμό δημοσιεύσεων (P), στο συνολικό αριθμό ετεροαναφορών (C) και στα τμήματα του χάρτη. Οι τιμές P και C κάθε μελετητή αναφέρονται εντός παρενθέσεων. [22]

Γραφική Παράσταση 16: Σύγκριση της επιστημονικής παραγωγικότητας 6 ανώνυμων μελετητών από Πολυτεχνεία του Τορίνο (Ιταλία). [22]



9. ΔΕΙΚΤΗΣ C

9.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη C

Ένας νέος δείκτης που εστιάζει στην κεντρικότητα των κόμβων ενός σταθμισμένου δικτύου, είναι ο δείκτης C (ή αλλιώς *collaboration index*), ο οποίος υπολογίζει την ικανότητα σύμπραξης ενός κόμβου σ' ένα σταθμισμένο δίκτυο. Ο δείκτης C χρησιμοποιεί τη συνολική ποσότητα των γειτονικών κόμβων, την ισχύ των συνδέσμων και τις κεντρικές πληροφορίες των γειτονικών κόμβων για την καταμέτρηση της κεντρικότητας ενός κόμβου, με απώτερο σκοπό τη δημιουργία μιας μοναδικής μετρικής για τη συλλογική απόδοση. [21]

Ο δείκτης C περιλαμβάνει αναλυτικά το βαθμό κάθε κόμβου, την ισχύ της ακμής κάθε κόμβου και την ικανότητα σύμπραξης με τους γειτονικούς κόμβους. Ο δείκτης C ενός κόμβου σ' ένα σταθμισμένο δίκτυο ορίζεται ως ο μέγιστος ακέραιος c , ο οποίος επιβάλλει την ισχύ ακμής ενός κόμβου και την ισχύ κόμβου των αντίστοιχων γειτονικών κόμβων να μην είναι μικρότερες από c . Σ' ένα σταθμισμένο δίκτυο συνεργασίας, εάν ένας μελετητής έχει πολλούς συνεργάτες, με τους οποίους συνεργάζεται συχνά, ή ορισμένοι συνεργάτες του είναι πιο ικανοί στο να συνεργάζονται με άλλους, τότε ο δείκτης C του μελετητή θα είναι μεγαλύτερος. [21]

Ο δείκτης C υπολογίζει αποτελεσματικά, την ικανότητα σύμπραξης ενός κόμβου σ' ένα σταθμισμένο δίκτυο με την παραγωγή όχι μόνο του αριθμού των συνεργατών, αλλά και τη συχνότητα συνεργασίας των ίδιων των συνεργατών. Επίσης, ανακαλύπτει την ισορροπία σε πολλές πηγές δεδομένων, χρησιμοποιώντας τον αριθμό συνεργατών, την ικανότητα σύμπραξης και τη συχνότητα συνεργασίας. Η χρησιμότητα του υπολογισμού της ικανότητας σύμπραξης ενός κόμβου σ' ένα σταθμισμένο δίκτυο, δε μπορεί να αντικατασταθεί από άλλους δείκτες. Ένα άλλο πλεονέκτημα του δείκτη C προκύπτει απ' τη σύγκριση του με άλλους γνωστούς δείκτες, Αυτή η σύγκριση, μας αποκαλύπτει ότι ο δείκτης C είναι σαφώς ανώτερος απ' τους υπόλοιπους: στον υπολογισμό του αριθμού συνεργατών, στον υπολογισμό αθροίσματος της συχνότητας συνεργασίας, στο βαθμό h (h -degree) χωρίς τη χρήση της σημασίας των συνεργατών, απ' το δείκτη l (Lobby) χωρίς τη χρήση της συχνότητας συνεργασίας και απ' το δείκτη w_l συνυπολογίζοντας την ισχύ των γειτονικών κόμβων, μόνο μέσω της συχνότητας συνεργασίας. [21]

Ο ορισμός που έδωσαν οι Fan W., Yan X. και Zhai L. για το δείκτη C είναι ο εξής: «Ο δείκτης συνεργασίας $c(x)$ ενός κόμβου x είναι ο μεγαλύτερος ακέραιος c , τέτοιος ώστε ο κόμβος x να έχει τουλάχιστον c γειτονικούς κόμβους και να ικανοποιεί το γεγονός ότι η ισχύς του κόμβου και η ισχύς της ακμής που συνδέεται με τον κόμβο x , δεν είναι λιγότερη από c ». [21]

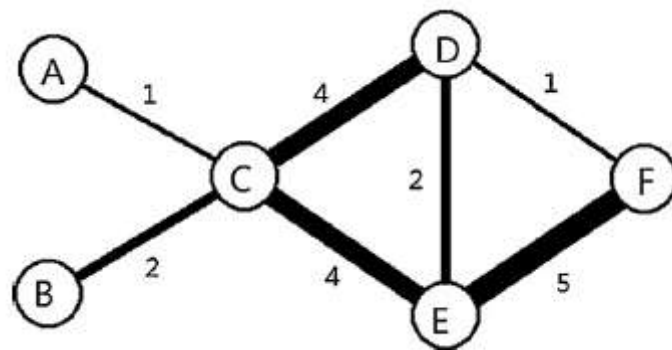
9.2. Εφαρμογή του ορισμού και μερικά θετικά στοιχεία του δείκτη C

Μια εφαρμογή του ορισμού, αφορά στην οργάνωση της ισχύς κάθε ακμής του κόμβου x και της ισχύς κάθε αντίστοιχου γειτονικού κόμβου, σηματοδοτώντας τον ίδιο κόμβο με διαφορετικούς σειριακούς αριθμούς. Αυτό συμβαίνει μόνο όταν ο κόμβος του δείκτη C είναι τουλάχιστον ίσος με c , προτού σηματοδευτεί και όταν ο κόμβος του δείκτη $c+1$ είναι μικρότερος από $c+1$, τότε ο δείκτης C του κόμβου ισούται με c . Εάν

όλες οι τιμές είναι μεγαλύτερες απ' τον κόμβο με βαθμό d , τότε ο δείκτης c του κόμβου x είναι ο κόμβος με βαθμό d . [21]

Ο δείκτης C είναι μια μονοτονική συνάρτηση που δε μειώνεται με την ισχύ του κόμβου, την ισχύ της ακμής και το βαθμό του κόμβου. Στο γράφημα 1 που ακολουθεί, απεικονίζεται ένα παράδειγμα ενός σταθμισμένου δικτύου. Το πλάτος της γραμμής, υποδεικνύει το μέγεθος της ισχύς με τις τιμές που φαίνονται στο γράφημα. Έστω ότι το γράφημα είναι ένα δίκτυο συνεργασίας, τότε υπολογίζεται ο δείκτης c του μελετητή C . Ο μελετητής C έχει 4 συνεργάτες, τους A , B , D και E , με τους οποίους έχει συνεργαστεί 1, 2, 4 και 5 φορές αντίστοιχα. Η ισχύς των κόμβων των A , B , D και E είναι 1, 2, 7 ($= 4+2+1$) και 11 ($= 4+2+5$). [21]

Γράφημα 1: Παράδειγμα του δείκτη c σ' ένα σταθμισμένο δίκτυο [21]



Στη συνέχεια, υπολογίζονται η ισχύς κάθε κόμβου και οι συχνότητες συνεργασίας με τον κόμβο C . Κατόπιν, ταξινομούνται τα αποτελέσματα σε φθίνουσα σειρά και καταγράφονται στον πίνακα 18 που ακολουθεί. Ο μελετητής C έχει τουλάχιστον 3 συνεργάτες, των οποίων τα αποτελέσματα δεν είναι λιγότερα από 3. Έτσι η τιμή του μελετητή C είναι $c = 3$. [21]

Πίνακας 18: Υπολογισμός του δείκτη c του κόμβου C απ' το γράφημα 1 [21]

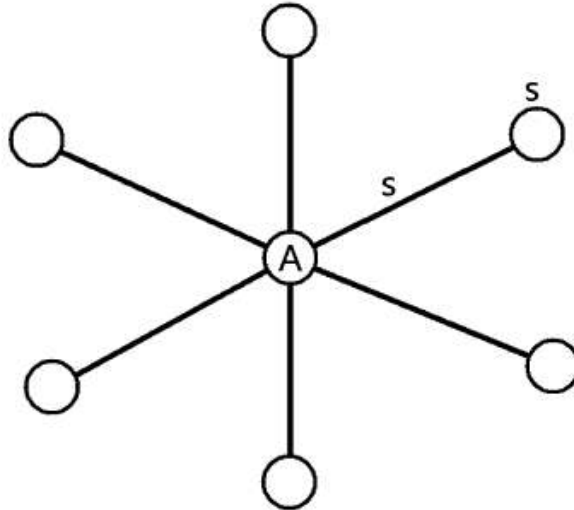
Serial number		Product
1	<	44 ($=4 \times 11$)
2	<	28 ($=4 \times 7$)
3	<	4 ($=2 \times 2$)
4	>	1 ($=1 \times 1$)

Επιπρόσθετα, ένα νέο πλεονέκτημα του δείκτη C είναι ότι υπολογίζει πόσο αποτελεσματικές είναι οι επικοινωνίες. Ψηλή ισχύς στις ακμές, σημαίνει συχνότερες επικοινωνίες και χαμηλότερο κόστος επικοινωνίας. Ψηλή ισχύς στους γειτονικούς κόμβους, υποδηλώνει ισχυρότερη ικανότητα επικοινωνίας και μεγαλύτερη επιρροή. Ο δείκτης C εξετάζει διεξοδικά τα προαναφερόμενα και υπολογίζει το αποτέλεσμα. Οι γειτονικοί κόμβοι επηρεάζουν άμεσα την ικανότητα επικοινωνίας με τον κόμβο, εξαιτίας της μεγάλης επιρροής των γειτόνων. Συνεπώς, ο δείκτης C είναι κατάλληλος

στο να περιγράψει με αποτελεσματικότητα, την ικανότητα επικοινωνίας των κόμβων. [21]

Ένα άλλο παράδειγμα ενός δικτύου σε σχήμα αστεριού, απεικονίζεται στο γράφημα 2 που ακολουθεί. Η ισχύς της ακμής s , είναι η ισχύς του κόμβου που είναι συνδεδεμένος με τον κόμβο A. Εάν ο δείκτης c του κόμβου A, έχει τιμή c , τότε αυτή η τιμή είναι ο μεγαλύτερος ακέραιος που κάνει τον κόμβο A να έχει c ακμές, των οποίων η ισχύς δεν είναι μικρότερη από \sqrt{c} . [21]

Γράφημα 2: Παράδειγμα του δείκτη c σ' ένα δίκτυο με σχήμα αστεριού [21]



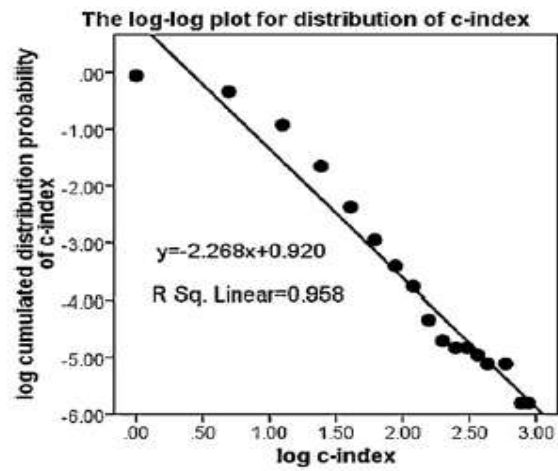
Πρόταση 1: «Εάν οι τιμές της ισχύς των ακμών στα σταθμισμένα δίκτυα, αποτελούνται από φυσικούς αριθμούς, τότε:

- (1) για οποιονδήποτε μη απομονωμένο κόμβο x , ισχύει: $1 \leq l(x) \leq wl(x) \leq c(x) \leq d(x)$,
- (2) για οποιονδήποτε κόμβο x με βαθμό 1 (ο x έχει μόνο ένα συνεργάτη), ισχύει: $c(x) = d(x) = l(x) = wl(x) = 1$, και
- (3) για το παγκόσμιο ζεύγος δικτύου, το οποίο αποτελείται από M κόμβους, ισχύει: $c(x) = d(x) = l(x) = wl(x) = M - 1$.

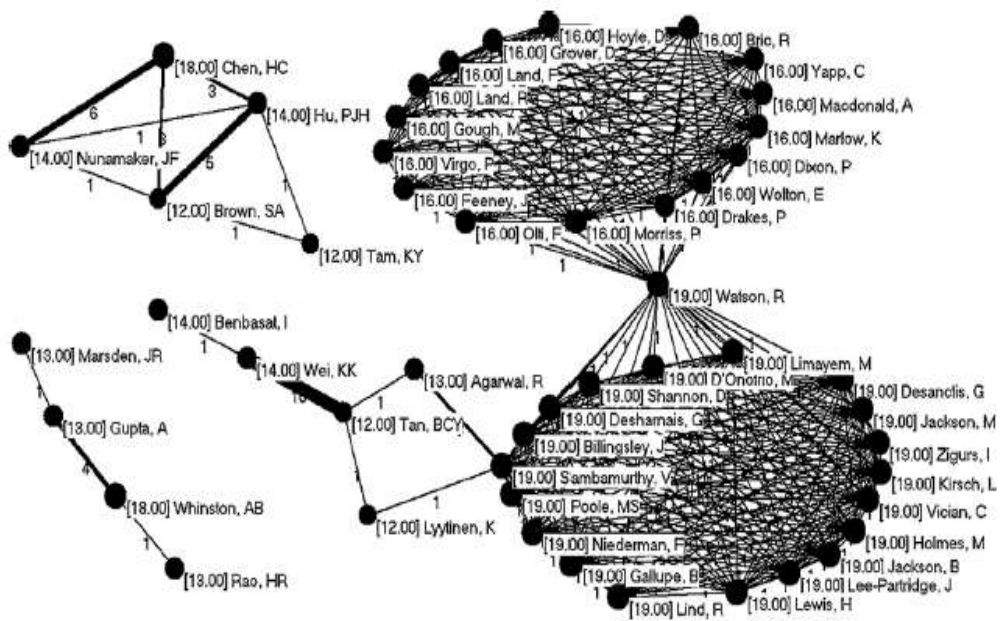
όπου $d(x)$, $l(x)$, $wl(x)$, $c(x)$ και $d_h(x)$, είναι βαθμοί των κόμβων, δείκτης l , δείκτης wl , δείκτης c και h -degree του κόμβου x .» [2]

Η πρόταση 1, μας δείχνει ότι αν M μελετητές δημιουργούν ένα άρθρο, τότε ο δείκτης c αυτών των μελετητών θα έχει τιμή ίση με $M-1$ στο σταθμισμένο δίκτυο συνεργασίας. Το σταθμισμένο δίκτυο αυτό, δημιουργείται από το άρθρο στο οποίο η ισχύς της ακμής είναι ο αριθμός των συνεργατών. [21]

Γραφική Παράσταση 17: Κατανομή του δείκτη c [21]



Γράφημα 3: Τμήμα δικτύου με συνδημιουργούς (οι 50 μεγαλύτεροι δείκτες c συγγραφέων) [21]



10. ΔΕΙΚΤΗΣ h_T (ή αλλιώς *Tapered* δείκτης h)

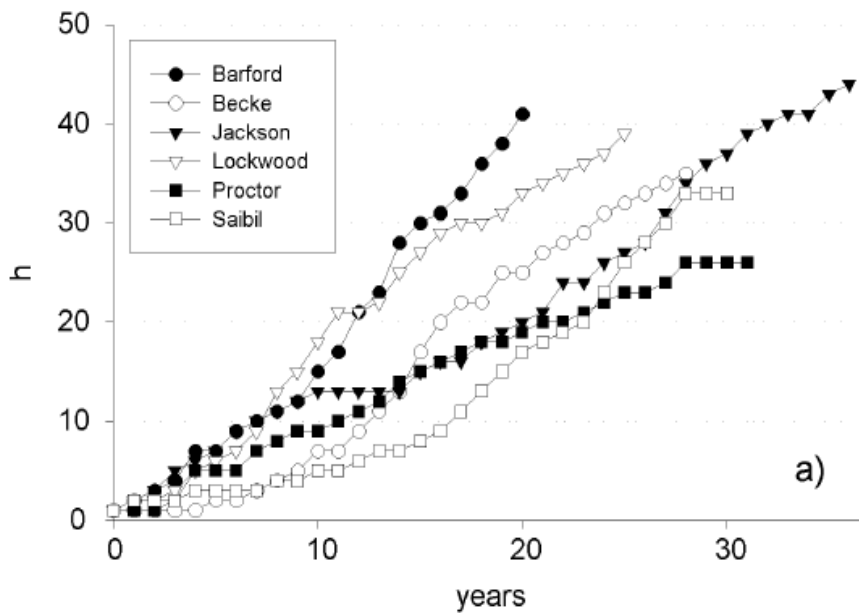
10.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη h_T

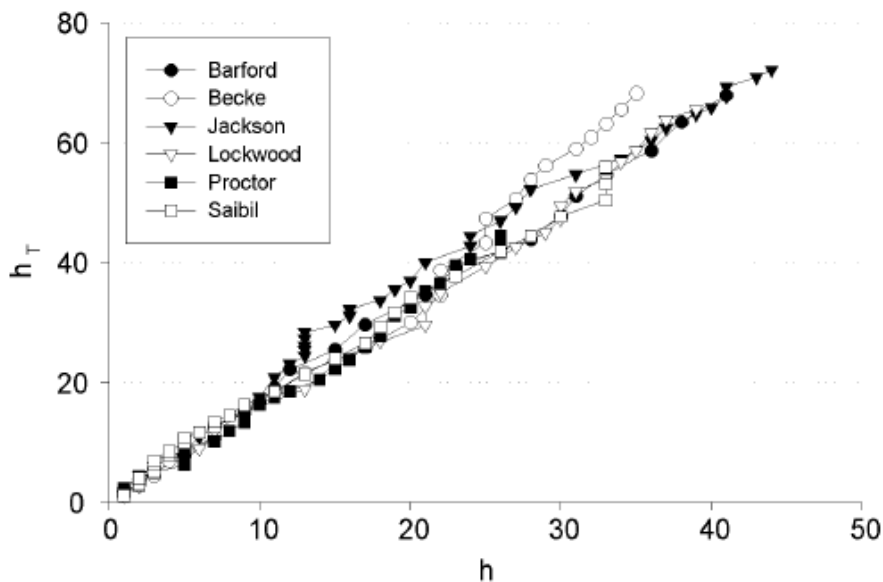
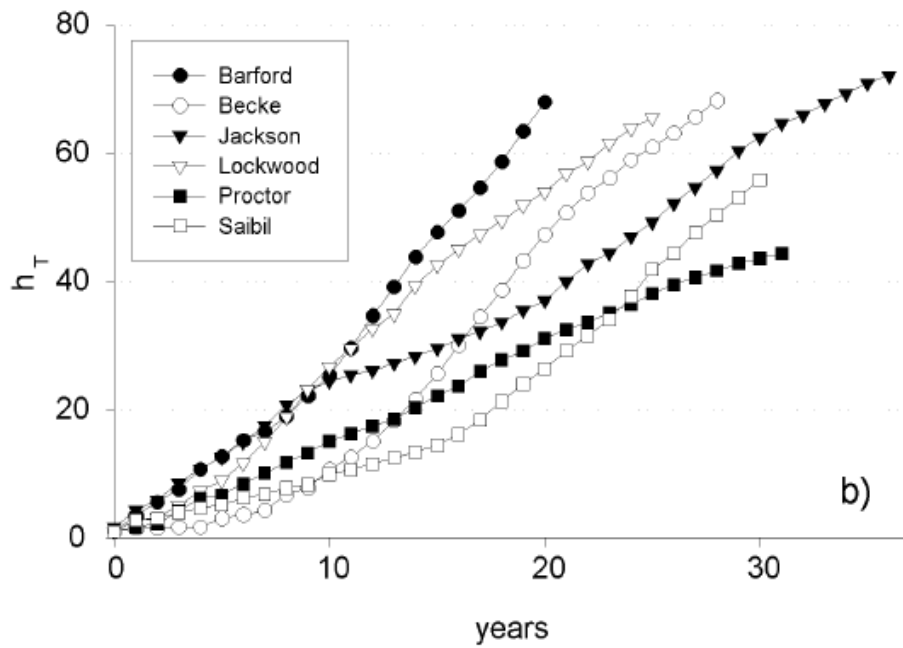
Μια νέα εκδοχή του δείκτη h , είναι ο αυστηρά μονοτονικός δείκτης h_T (ή αλλιώς *tapered* δείκτης h), ο οποίος συγκεντρώνει όλες τις ετεροαναφορές ενός συγγραφέα. Αντιπροσωπεύει την *tapered* κατανομή ετεροαναφορών, σε συνδυασμό με άρθρα πολλών αναφορών, παρά την ακατάπαυστη χρήση του δείκτη h . Ένα πλεονέκτημα του δείκτη h_T , είναι ότι ο μηχανισμός βαθμολόγησης του h_T είναι δίκαιος, διότι επιτρέπει απευθείας σύνδεση των αποτελεσμάτων των δυο μετρικών. Οι υπολογισμοί για κάθε δείκτη παρουσιάζονται σε θεωρητικά παραδείγματα, τα οποία δείχνουν πώς αντικατοπτρίζονται οι δείκτες, στην εξέλιξη της σταδιοδρομίας μέχρι το 2006, έξι εξαιρετών επιστημόνων, οι οποίοι επιλέχθησαν τυχαία και απεικονίζονται στον πίνακα 19 και στις γραφικές παραστάσεις 18 που ακολουθούν. [6]

Πίνακας 19: Αποτελέσματα μετρικών για 6 επιστήμονες [6]

Όνομα	Κλάδος	Y	P	C	h	h_T
Barford, D	Καρκινική έρευνα	1986	78	6281	41	67.88
Becke, AD	Χημεία	1978	55	40094	35	68.18
Lockwood, M	Αστροφυσική	1981	176	5101	39	65.43
Jackson, RJ	Μοριακή Βιολογία	1970	79	10778	44	72.03
Proctor, MRE	Εφαρμοσμένα Μαθηματικά	1975	89	2356	26	44.32
Saibil, HR	Μοριακή Βιολογία	1976	80	4234	33	55.78

Γραφικές Παράστασεις 18: Υπολογισμός της εξέλιξης της σταδιοδρομίας 6 επιστημόνων με τη χρήση των δεικτών h και h_T [6]

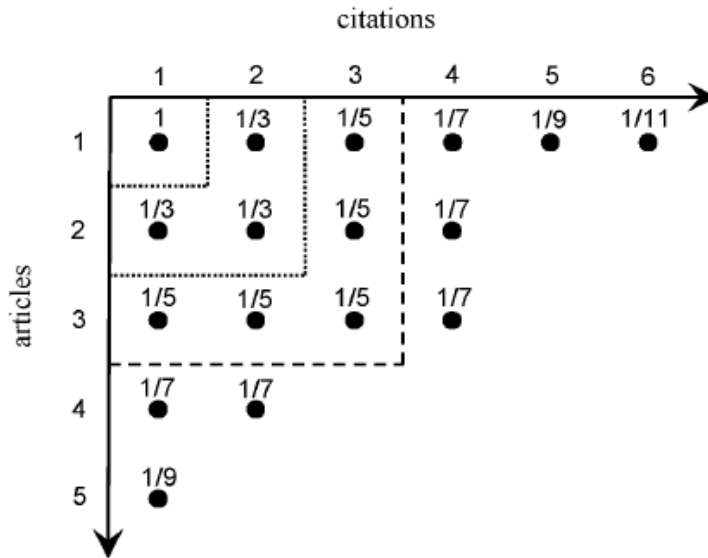




όπου Y είναι το έτος της $1^{ης}$ ετεροαναφοράς, P είναι ο συνολικός αριθμός άρθρων και C είναι ο συνολικός αριθμός ετεροαναφορών. [6]

Έστω ότι ένας επιστήμονας με 5 ταξινομημένες δημοσιεύσεις, έχει 6, 4, 4, 2, 1 ετεροαναφορές. Το αποτέλεσμα των δημοσιεύσεων, παρουσιάζεται με το γράφημα *Ferrer* και απεικονίζεται στη γραφική παράσταση 19. Η κάθε σειρά αντιπροσωπεύει ένα μέρος των 17 συνολικά αναφορών, ανάμεσα στα άρθρα. Το μεγαλύτερο ολοκληρωμένο τετράγωνο με σημεία στην πάνω αριστερή γωνία του γραφήματος, λέγεται τετράγωνο *Durfee* ($h = 3$). Το τετράγωνο *Durfee* της γραφικής παράστασης 19 που ακολουθεί, είναι ένα 3-by-3 τετράγωνο, το οποίο αντιπροσωπεύεται από μια διακεκομμένη γραμμή. Είναι το μεγαλύτερο ολοκληρωμένο τετράγωνο του γραφήματος *Ferrer*. Οι βαθμολογίες των ετεροαναφορών της γραφικής παράστασης 19, πάρθηκαν σύμφωνα με το δείκτη h_T . [6],[40]

Γραφική Παράσταση 19: Παράδειγμα του γραφήματος Ferrer των ετεροαναφορών ενός συγγραφέα με 5 άρθρα και συνολικά $6+4+4+2+1 = 17$ ετεροαναφορές [6],[40]



Εαν ένας συγγραφέας έχει ένα άρθρο με μια μόνο ετεροαναφορά, τότε σύμφωνα με τη βαθμολογία που θα έδινε ο δείκτης h , η βαθμολογία του συγγραφέα αυτού θα ήταν $h = 3$. Συνεπώς, εαν είχε 2 άρθρα με μόνο 2 ετεροαναφορές, τότε $h = 2$. Για να πάει όμως απ' το $h = 1$, στο $h = 2$, απαιτούνται 3 επιπλέον ετεροαναφορές, μια για το 1^ο άρθρο και 2 για το 2^ο άρθρο. Άρα, για να πάει ο συγγραφέας απ' το $h = 2$, στο $h = 3$, απαιτούνται 5 επιπλέον ετεροαναφορές, πετυχαίνοντας ένας διαχωρισμό 3, 3, 3, των 9 ετεροαναφορών στο γράφημα Ferrer. Συνεχίζοντας κατ' αυτό τον τρόπο, όταν το σχετικό τετράγωνο Durfee ολοκληρωθεί, ακολουθεί η βαθμολόγηση των ετεροαναφορών μεμονωμένα, με τρόπο που να παράγει ίδιες βαθμολογίες h . Έτσι, η μια ετεροαναφορά στην πλευρά 1 του τετραγώνου Durfee, έχει βαθμό 1, οι 3 επιπρόσθετες ετεροαναφορές στην πλευρά 2 του τετραγώνου Durfee, έχουν βαθμό $1/3$ και οι 5 επιπρόσθετες ετεροαναφορές στην πλευρά 3 του τετραγώνου Durfee, έχουν βαθμό $1/5$. [6],[40]

Η παραπάνω κατάσταση, οδήγησε στη δημιουργία του δείκτη h_T , ο οποίος έχει το πλεονέκτημα της οριακής αύξησης. Στην οριακή αύξηση, κάθε επιπρόσθετη ετεροαναφορά αυξάνει τη συνολική βαθμολογία, απ' το εαν βρίσκεται ή όχι μέσα στο δείκτη h του τετραγώνου Durfee. Ο βαθμός οποιασδήποτε ετεροαναφοράς στο γράφημα Ferrer δίνεται απ' τη σχέση $1/(2L-1)$, όπου L είναι το μήκος της πλευράς του τετραγώνου Durfee (της πλευράς 3 της γραφικής παράστασης 19), το οποίο μπορεί τώρα να βαθμολογηθεί. Τα 5 άρθρα έχουν βαθμό 1.88, 1.01, 0.74, 0.29 και 0.11 αντίστοιχα και συνολικό βαθμό $h_T = 4.03$. [6],[40]

Με μαθηματικούς όρους, σε μια λίστα το άρθρο με τις περισσότερες αναφορές, με n_1 ετεροαναφορές, παράγει τον εξής βαθμό:

$$h_{T(1)} = \sum_{i=1}^{n_1} \frac{1}{2i-1} = \frac{\ln(n_1)}{2} + o(1), [6], [40]$$

όπου το $\ln(n_1)$ είναι ο φυσικός λογάριθμος (\log) του n_1 και το $o(1)$ είναι η μαθηματική συντομογραφία για έναν όρο που προσεγγίζει το μηδέν, καθώς το n_1 προσεγγίζει το άπειρο. Ο τελικός βαθμός για 10 ετεροαναφορές είναι 2.13, για 100 ετεροαναφορές είναι 100, για 1000 ετεροαναφορές είναι 4.44 και για 10000 ετεροαναφορές είναι 5.59, οι οποίοι απεικονίζονται στη γραφική παράσταση 20 που ακολουθεί. Αυτοί οι βαθμοί είναι σημαντικά ψηλότεροι απ' το βαθμό 1 που πέτυχε το κορυφαίο στη λίστα άρθρο για το δείκτη h , οι οποίοι αυξάνονται ασυμπτωτικά κατ' αναλογία με το $\log n_1$. Το 2^ο άρθρο στη λίστα, έχει βαθμό που αναλογεί στο 1/3 της 1^{ης} ετεροαναφοράς και 1/3, 1/5, 1/7 κτλ. για επιπλέον ετεροαναφορές [6],[40]. Για ένα συγγραφέα, ο οποίος έχει N άρθρα με ετεροαναφορές ταξινομημένες σε φθίνουσα σειρά, όπως στο γράφημα Ferrer, δηλ. $n_1, n_2, n_3, \dots, n_N$, ο βαθμός $h_{T(j)}$ για οποιοδήποτε άρθρο ταξινομημένο στη θέση j της λίστας με n_j ετεροαναφορές, είναι:

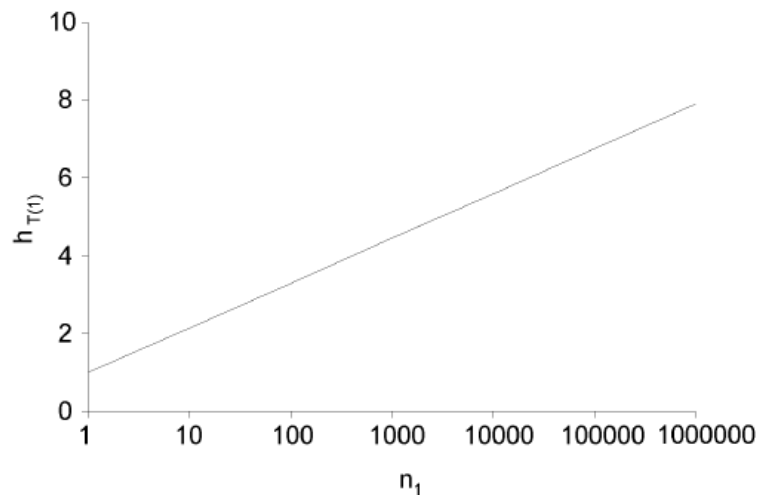
$$h_{T(j)} = \frac{n_j}{2j-1}, \text{ όπου } n_j \leq j \text{ [6], [28], [40]}$$

$$h_{T(j)} = \frac{j}{2j-1} + \sum_{i=j+1}^{n_j} \frac{1}{2i-1}, \text{ όπου } n_j > j \text{ [6], [28], [40]}$$

Ο συνολικός δείκτης h_T για ταξινομημένες ετεροαναφορές μιας λίστας δημοσιεύσεων, υπολογίζεται απ' το άθροισμα όλων των άρθρων της λίστας [6],[28],[40]:

$$h_T = \sum_{j=1}^N h_{T(j)} \text{ [6], [28], [40]}$$

Γραφική Παράσταση 20: Ο βαθμός του δείκτη $h_{T(1)}$ για το κορυφαίο άρθρο μιας λίστας ενός συγγραφέα, σα μια συνάρτηση ετεροαναφορών (n_1) [6],[40]



Με άλλα λόγια, ο δείκτης h_T έχει το πλεονέκτημα ότι χρησιμεύει στη βαθμολογία των αποτελεσμάτων δημοσίευσης των άρθρων, κάτι που δεν έχει ο δείκτης h , τουλάχιστον από θεωρητικής πλευράς. Όμως, ο δείκτης αυτός δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για να συγκρίνει μεμονωμένους επιστήμονες διαφορετικών κλάδων. [6]

11. ΔΕΙΚΤΗΣ S

11.1. Ορισμός, βασικές έννοιες, χρησιμότητα, πλεονεκτήματα και περιορισμοί του δείκτη S

Ο δείκτης S είναι ένας πρωτότυπος δείκτης αξιολόγησης, που βασίζεται στον αριθμό ετεροαναφορών κάθε άρθρου μιας συγκεκριμένης περιοδικής έκδοσης και στην ταξινόμηση του άρθρου, η οποία γίνεται σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών. Επίσης, σχετίζεται με τον αριθμό των δημοσιευμένων άρθρων μιας περιοδικής έκδοσης. Ο δείκτης S είναι λίγο καλύτερος απ' το δείκτη h_T , στη διαφοροποίηση και επιπλέον, ταξινομεί ομαλότερα τις περιοδικές εκδόσεις, τοποθετώντας τα άρθρα που έχουν πολλές αναφορές στη ψηλότερη θέση. [28]

Ο δείκτης S προτάθηκε σε μια μέθοδος αξιολόγησης των περιοδικών εκδόσεων μιας μικρής βάσης δεδομένων, της *Korea Citation Index (KCI)*. Βασίζεται σε όλα τα δημοσιευμένα άρθρα μιας δεδομένης χρονικής περιόδου και ταξινομεί τα άρθρα αυτά, σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών. Επιπρόσθετα, προτάθηκε με απώτερο σκοπό την αύξηση της διαφοροποίησης, η οποία γίνεται εφικτή μειώνοντας το ρυθμό επανάληψης των τιμών του δείκτη. Η τιμή του δείκτη S, αντιπροσωπεύει την παραγωγικότητα μιας περιοδικής έκδοσης. Ελέγχοντας τις τιμές που λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό του δείκτη S μέσα σ' ένα συγκεκριμένο εύρος, καταβάλλεται προσπάθεια ούτως ώστε η τιμή του δείκτη, να μην επηρεάζεται από 1 ή 2 άρθρα που έχουν πολλές αναφορές. [28]

Όταν όλα τα άρθρα μιας περιοδικής έκδοσης ταξινομηθούν, σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών σε φθίνουσα σειρά εντός μιας δεδομένης χρονικής περιόδου, τότε η τιμή του δείκτη S υπολογίζεται με βάση των αριθμό ετεροαναφορών και την ταξινόμηση των άρθρων. Η τιμή του δείκτη S, είναι μια έμμεση απεικόνιση της παραγωγικότητας μιας περιοδικής έκδοσης και υπολογίζεται με τη χρήση της ταξινόμησης, σε συνδυασμό με τον αριθμό αναφορών ενός άρθρου. [28]

Κατά τον καθορισμό της ταξινόμησης, η οποία γίνεται σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών των δημοσιευμένων άρθρων μιας περιοδικής έκδοσης για μια δεδομένη χρονική περίοδο, συμπεραίνουμε ότι η ταξινόμηση για ένα άρθρο συμβολίζεται με r , ο αριθμός ετεροαναφορών για το άρθρο συμβολίζεται με c_r και n είναι ο συνολικός αριθμός δημοσιευμένων άρθρων της περιοδικής έκδοσης, για τη δεδομένη χρονική περίοδο αξιολόγησης [28]. Έτσι, $S(r)$ είναι η νέα τιμή κάθε άρθρου της περιοδικής έκδοσης και S -index είναι το άθροισμα των $S(r)$ ως εξής:

$$S(r) = \frac{c_r}{\sqrt{r^2 + c_r^2}}, \quad (S - index) = \sum_{r=1}^n S(r) = \sum_{r=1}^n \frac{c_r}{\sqrt{r^2 + c_r^2}} \quad [28]$$

Προκειμένου να προσδιοριστεί η τιμή $S(r)$, πρέπει να μειώνεται σταδιακά, όπως μειώνεται η ταξινόμηση του άρθρου, σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών. Αν και ο αριθμός των άρθρων είναι δευτερεύον τρόπος αξιολόγησης, μετά τον αριθμό ετεροαναφορών, παρόλ' αυτά, ο αριθμός τους εκφράζεται μέσα στην ταξινόμηση μιας περιοδικής έκδοσης και το εύρος αυτού του τρόπου αξιολόγησης, μπορεί να ρυθμιστεί σε κάποιο βαθμό μειώνοντας την τιμή $S(r)$. [28]

Τα όρια της τιμής $S(r)$ είναι $0 < S(r) < 1$. Η $S(r)$ χρησιμοποιείται προκειμένου να ελέγχει την επιρροή λίγων άρθρων που έχουν πάρα πολλές αναφορές και αντιπροσωπεύει το χαμηλό ρυθμό ετεροαναφορών των περιοδικών εκδόσεων της *KCI*. Τα περισσότερα άρθρα της βάσης *KCI*, έχουν λιγότερες των 5 αναφορών, δυο χρόνια μετά τη δημοσίευσή τους. Μόνο το 0.1% όλων των άρθρων έχουν περισσότερες των 15 αναφορών, δυο χρόνια μετά τη δημοσίευσή τους. Αυτά τα λίγα άρθρα, επηρεάζουν σημαντικά την αξιολόγηση περιοδικών εκδόσεων της *KCI*. [28]

Η τιμή του *S-index*, υπολογίζεται με το άθροισμα των τιμών που μετρήθηκαν σύμφωνα με την ταξινόμηση και τον αριθμό ετεροαναφορών των δημοσιευμένων άρθρων μιας συγκεκριμένης εκδόσης. Έτσι, το *S-index* είναι το άθροισμα των τιμών $S(r)$, το οποίο μειώνεται μονοτονικά σύμφωνα με τη ταξινόμηση κάθε άρθρου που σχετίζεται με άλλα άρθρα μιας δεδομένης περιοδικής έκδοσης. Λαμβάνοντας υπόψη την κατανομή των ετεροαναφορών της περιοδικής έκδοσης, μπορεί να αυξηθεί η διαφοροποιημένη ισχύς του δείκτη *S*. [28]

11.2. Γεωμετρικά ο δείκτης *S*

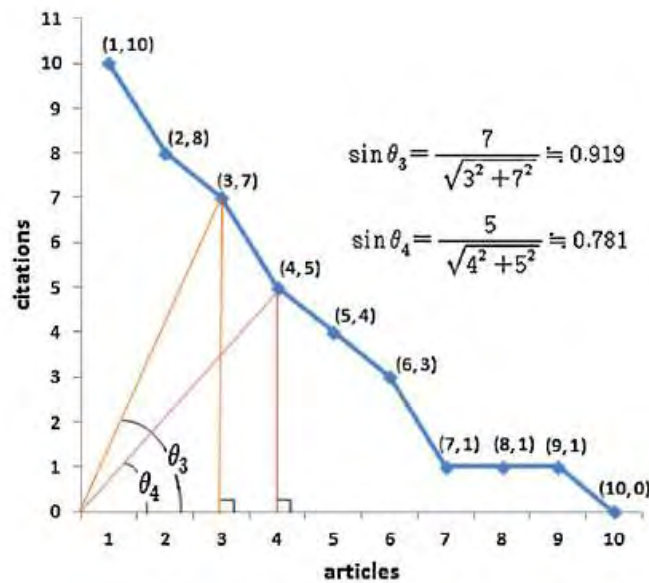
Η έννοια της $S(r)$ από γεωμετρική άποψη, σχετίζεται με τη συνάρτηση ημιτόνου. Όταν η ταξινόμηση ενός άρθρου είναι r και ο αριθμός ετεροαναφορών του άρθρου είναι c_r , τότε το r είναι η συντεταγμένη του άξονα των x και το c_r είναι η συντεταγμένη του άξονα των y [28]. Το σημείο (r, c_r) , μπορεί να φανεί σε μια γραφική παράσταση. Όταν ενώσουμε όλα τα σημεία της γραφικής παράστασης, σχηματίζεται μια γραμμή και απ' την αφετηρία $(0, 0)$ της θετικής πλευράς του άξονα των x σχηματίζεται η γωνία θ , η οποία μας δίνει την εξίσωση της συνάρτησης του ημιτόνου:

$$\sin\theta = \frac{c_r}{\sqrt{r^2 + c_r^2}}. \quad [28]$$

Για $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$, το $\sin\theta$ είναι μια αύξουσα συνάρτηση, στην οποία η τιμή του $\sin\theta$ αυξάνεται από 0 σε 1, καθώς η τιμή της γωνίας θ αυξάνεται. Ως εκ τούτου, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της γωνίας θ , τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η τιμή του $\sin\theta$ και κατά συνέπεια και της $S(r)$. Ωστόσο, η τιμή του $\sin\theta$ δεν αυξάνεται ποτέ πάνω από 1. Παρόλο που ο αριθμός των ετεροαναφορών c_r είναι πολύ μεγάλος, η τιμή της $S(r)$ κυμαίνεται μεταξύ $0 < S(r) < 1$. [28]

Έστω μια περιοδική έκδοση έχει 10 άρθρα, που όταν ταξινομηθούν έχουν 10, 8, 7, 5, 4, 3, 1, 1, 1, 0 ετεροαναφορές. Η γραφική παράσταση 21 που ακολουθεί, απεικονίζει τη θέση κάθε άρθρου της περιοδικής έκδοσης. Η τιμή του $\sin\theta$, δηλ. της $S(r)$, έχει υπολογιστεί με βάση τις συντεταγμένες των x και y κάθε σημείου. Καθώς μειώνεται η θέση που έχει κάθε άρθρο στην ταξινόμηση, μειώνεται ταυτόχρονα και η γωνία και η τιμή της $S(r)$. Η τιμή της $S(r)$ του άρθρου που δεν έχει καθόλου αναφορές, ισοδυναμεί με 0. Σύμφωνα με την ταξινόμηση των άρθρων, οι τιμές των $S(r)$ είναι 0.995, 0.970, 0.919, 0.781, 0.625, 0.447, 0.141, 0.124, 0.110 και 0 αντίστοιχα. Το άθροισμα αυτών των τιμών είναι *S-index* = 5.112. [28]

Γραφική Παράσταση 21: Η γεωμετρική έννοια της $S(r)$ στον S -index [28]



11.3. Σύγκριση των δεικτών S , h και h_T

Ο πίνακας 20 που ακολουθεί, απεικονίζει τις τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των δεικτών S και h_T τριών περιοδικών εκδόσεων A, B και C. Η κάθε έκδοση έχει 10 άρθρα με 40 ετεροαναφορές το κάθε άρθρο. Ανάμεσα σ' αυτές τις περιοδικές εκδόσεις, ο δείκτης S της περιοδικής έκδοσης C είναι ο μεγαλύτερος. Όλα τα άρθρα της περιοδικής έκδοσης C, έχουν 4 αναφορές το καθένα. Ο μεγαλύτερος δείκτης h_T είναι αυτός της περιοδικής έκδοσης A, στα άρθρα της οποίας ο αριθμός ετεροαναφορών μειώνεται σταδιακά, σύμφωνα πάντα με την ταξινόμηση των άρθρων. Για την περιοδική έκδοση B, ο δείκτης h_T είναι μεγαλύτερος απ' το δείκτη S κι εδώ οι περισσότερες ετεροαναφορές προέρχονται από ένα άρθρο. Αυτό συμβαίνει, διότι η τιμή $S(r)$ του άρθρου αυτού δεν είναι μεγαλύτερη από 1, ενώ η τιμή $h_{T(r)}$ δεν περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο εύρος. [28]

Πίνακας 20: Παράδειγμα των δεικτών S και h_T για τρεις περιοδικές εκδόσεις [28]

Ταξινόμηση του άρθρου r	Περιοδική έκδοση A			Περιοδική έκδοση B			Περιοδική έκδοση C		
	c_r	$S(r)$	$h_{T(r)}$	c_r	$S(r)$	$h_{T(r)}$	c_r	$S(r)$	$h_{T(r)}$
1	10	0.995	2.133	33	0.999	2.730	4	0.970	1.676
2	8	0.970	1.355	2	0.707	0.667	4	0.894	1.010
3	7	0.919	1.022	2	0.400	0.400	4	0.800	0.743
4	5	0.781	0.683	1	0.143	0.143	4	0.707	0.571
5	4	0.625	0.444	1	0.111	0.111	4	0.625	0.444
6	3	0.447	0.273	1	0.091	0.091	4	0.555	0.364
7	1	0.141	0.077	0	0	0	4	0.496	0.308
8	1	0.124	0.067	0	0	0	4	0.447	0.267
9	1	0.110	0.059	0	0	0	4	0.406	0.235
10	0	0	0	0	0	0	4	0.371	0.211
Δείκτης S		5.112			2.864			6.271	
Δείκτης h_T			6.113			4.142			5.829

Ο μέσος δείκτης h_T , 1660 περιοδικών εκδόσεων της βάσης δεδομένων *KCI* είναι 4.374 και η κανονική απόκλιση είναι 2.335. Για επιτευχθεί σύγκριση της διαφοροποιημένης ισχύς των δεικτών *S* και h_T , πρέπει να καθοριστεί ο ρυθμός αναπαραγωγής των τιμών των δεικτών. Έτσι, ο δείκτης *S* με ποσοστό 36.4%, έχει ελαφρώς μικρότερο ρυθμό αναπαραγωγής των τιμών, παρά ο δείκτης h_T που έχει ποσοστό 39.9%. Αυτό υποδηλώνει ότι ο δείκτης *S* παράγει περισσότερες διαφορετικές τιμές, άρα ο δείκτης *S* σε σύγκριση με το δείκτη h_T έχει αυξανόμενη διαφοροποιημένη ισχύ. Ο ρυθμός αναπαραγωγής του δείκτη *h* έχει ποσοστό 99.4%, κάτι που σημαίνει ότι πολλές απ' τις περιοδικές εκδόσεις έχουν τον ίδιο δείκτη *h*. Ως εκ τούτου, είναι ακατάλληλη η χρήση του δείκτη *h* για την αξιολόγηση της διαφοροποιημένης ισχύς περιοδικών εκδόσεων της *KCI*, που απεικονίζεται στον ακόλουθο πίνακα 21. [28]

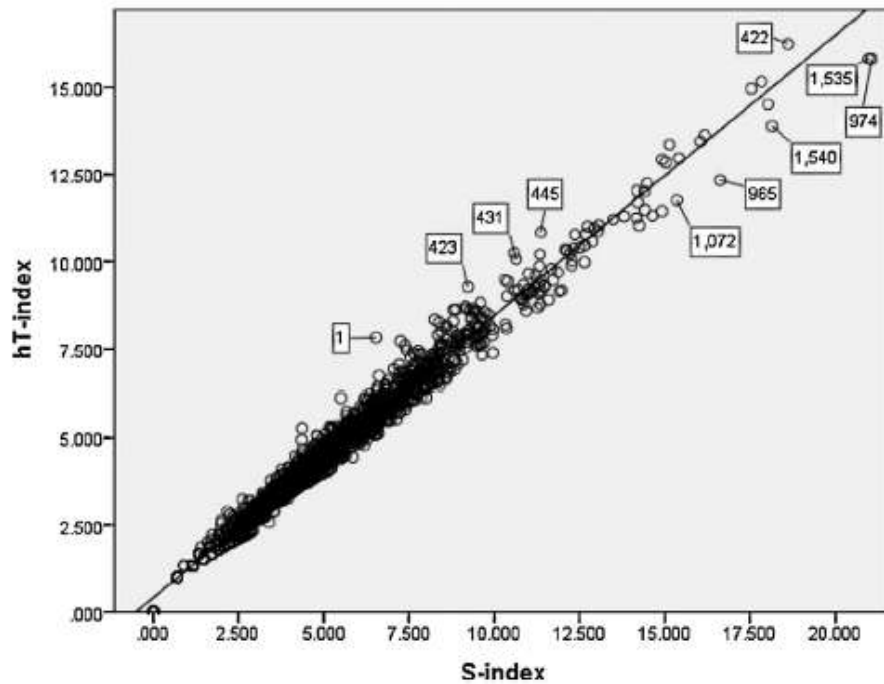
Πίνακας 21: Σύγκριση της διαφοροποιημένης ισχύς ανάμεσα στους δείκτες *S* και h_T
[28]

Δείκτης	Αριθμός περιοδικών εκδόσεων	Αριθμός των τιμών του δείκτη	Μέσος όρος	Ρυθμός αναπαραγωγής
S	1660	1056	4.923	36.4%
h_T	1660	998	4.374	39.9%
H	1660	10	2.396	99.4%

Στο γραφική παράσταση 22 που ακολουθεί, απεικονίζεται το διάγραμμα διασποράς που δείχνει τη σχέση ανάμεσα στους δείκτες *S* και h_T . Κάθε σημείο, αντιπροσωπεύει μια απ' τις 1660 περιοδικές εκδόσεις και η ευθεία γραμμή ανάμεσα στα σημεία, είναι η γραμμή απόκλισης. Ο αριθμός που μαρκάρεται σε κάθε σημείο, προσδιορίζει την περιοδική έκδοση. Στη γραφική παράσταση, είναι ολοφάνερο ότι τα σημεία είναι κοντά σε μια ευθεία γραμμή, διότι υπάρχει μια θετική συσχέτιση ανάμεσα στους δείκτες *S* και h_T . [28]

Τα σημεία 1, 422, 423, 431 και 445, που βρίσκονται στο πάνω μέρος της ευθείας γραμμής, στη γραφική παράσταση 22, είναι τα πιο απομακρυσμένα σημεία σε σύγκριση με τα υπόλοιπα που βρίσκονται στο πάνω μέρος. Οι περιοδικές εκδόσεις αυτών των απομακρυσμένων σημείων περιέχουν 1 ή 2 άρθρα, απ' τα οποία το 1/3 των συνολικών ετεροαναφορών προέρχεται από ένα άρθρο. Παρόμοιες περιπτώσεις μ' αυτήν, αξιολογούνται καλύτερα απ' το δείκτη h_T , παρά απ' τον *S*. Σε αντίθεση με τα σημεία 965, 974, 1072, 1535 και 1540, που βρίσκονται στο κάτω μέρος της ευθείας γραμμής και είναι τα πιο απομακρυσμένα στο κάτω μέρος. Στις περιοδικές εκδόσεις αυτών των σημείων, τα άρθρα έχουν σχετικά ομαλές αναφορές κατά τη διάρκεια της περιόδου αξιολόγησης. Επιπρόσθετα, είναι μεγάλοι και οι αριθμοί ετεροαναφορών και οι αριθμοί των άρθρων σ' αυτές τις περιοδικές εκδόσεις. Οι περιοδικές εκδόσεις, ταξινομούνται σε ψηλότερη θέση με το δείκτη *S*, παρά με τον h_T . [28]

Γραφική Παράσταση 22: Διάγραμμα διασποράς ανάμεσα στους δείκτες S και h_T , για 1660 περιοδικές εκδόσεις της βάσης δεδομένων KCI [28]



Τα συμπεράσματα που βγαίνουν απ' τα πιο πάνω είναι ότι ο δείκτης S, είναι πιο κατάλληλος για την ταξινόμηση περιοδικών εκδοσεων, των οποίων τα άρθρα έχουν ομαλές αναφορές. Ο δείκτης h_T είναι αποτελεσματικότερος στην αξιολόγηση απ' τον S, για να αντιπροσωπεύει ετεροαναφορές άρθρων με πολλές αναφορές. Επειδή ο δείκτης S έχει ψηλότερες τιμές, όταν τα άρθρα μιας περιοδικής έκδοσης έχουν ομαλές αναφορές, η συνεκτικότητα του ποιοτικού επίπεδου των άρθρων υπολογίζεται καλύτερα από το δείκτη S. Επιπρόσθετα, ο αργόριθμος του δείκτη S είναι πιο απλός απ' αυτόν του δείκτη h_T και για το λόγο αυτό ο δείκτης S εφαρμόζεται με περισσότερη ευκολία. [28]

12. ΔΕΙΚΤΗΣ j

12.1. Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη j

Ένας νέος δείκτης, ο δείκτης j, προτάθηκε βασιζόμενος στο δείκτη h σε μια προσπάθεια που έγινε για να διατηρηθούν νεμέν τα πλεονεκτήματα του δείκτη h, αλλά να αντιμετωπιστούν επιτυχώς τα μειονεκτήματά του. Ο δείκτης j προέρχεται απ' το δείκτη h, με τη προσθήκη ορισμένων όρων. Ακολουθώντας την ίδια προσέγγιση, βρίσκεται στην ίδια αριθμητική κλίμακα με το δείκτη h, και λαμβάνει υπόψη την κατάχρηση των δημοσιεύσεων στον h-core και την κατανομή των ετεροαναφορών [41]. Ο δείκτης j, βασίζεται επίσης σε 12 προσαυξήσεις, οι οποίες αναφέρονται πιο κάτω [41]:

K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Δh_k	500	250	100	50	25	10	5	4	3	2	1,5	1,25
w_k	1,000	0,500	0,333	0,250	0,200	0,167	0,143	0,125	0,111	0,100	0,091	0,083

Τα w_k προσδιορίζονται ως $1/k$, ενώ οι προσαυξήσεις Δh_k προσδιορίζονται αυθαίρετα, με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να λαμβάνουν υπόψη ένα μεγάλο φάσμα δυνατοτήτων του αριθμού ετεροαναφορών [41]. Έτσι, ο δείκτης j ορίζεται ως εξής:

$$j = h + \frac{\sum_{k=1}^{12} w_k \cdot N_k(h \cdot \Delta h_k)}{\sum_{k=1}^{12} w_k} = \frac{1}{k}, \text{ όπου } k = 1,2,3, \dots, 12 \text{ [41]}$$

όπου $N_k(h \cdot \Delta h_k)$ είναι ο δείκτης h, ο οποίος αξιολογείται θεωρώντας ότι ένα επίπεδο κατωφλίου υπολογίζεται απ' το $h \cdot \Delta h_k$, έστω τον αριθμό δημοσιεύσεων. Ο αριθμός ετεροαναφορών είναι $\geq h \cdot \Delta h_k$. Τα w_k είναι οι βαθμοί κάθε επιπρόσθετης συνεισφοράς στον αρχικό δείκτη h και το άθροισμα των $w_k = 3,103$ [41].

Το κατώφλι εξαρτάται απ' τον αρχικό δείκτη h και κατά συνέπεια, τυχόν αύξηση του δείκτη h, θα αυξάνει και τον αριθμό ετεροαναφορών που απαιτείται για μια δημοσίευση. Το κατώφλι υπολογίζεται σε κάθε $k^{\text{οστό}}$ επίπεδο [41].

π.χ. Για ένα δείκτη $h = 5$, στο 1^ο μπλοκ ($k = 1$) όλες οι δημοσιεύσεις θα θεωρηθούν ότι έχουν αριθμό ετεροαναφορών \geq από 2500 (δηλ. 5×500). Για ένα δείκτη $h = 30$, στο 1^ο μπλοκ όλες οι δημοσιεύσεις θα θεωρηθούν ότι έχουν αριθμό ετεροαναφορών ≥ 15000 (δηλ. 30×500) [41].

Γενικά, οι μικρές τιμές k (π.χ. 1, 2, 3) επιτρέπουν τη βράβευση άρθρων με πολλές αναφορές, ενώ ψηλές τιμές k (π.χ. 10, 11, 12), αναγνωρίζουν επίσης ένα μικρό αριθμό άρθρων με λίγες αναφορές στον h-core [41].

Εαν ένας συγγραφέας έχει δείκτη $h = 4$ και 4 άρθρα με αναφορές 10, 7, 6 και 4 αντίστοιχα, τα κατώφλια είναι: 2000, 1000, 400, 200, 100, 40, 20, 16, 12, 8, 6 και 5. Σ' αυτήν τη περίπτωση, οι 9 πρώτοι όροι είναι 0, ο 10^{ος} όρος = $1 \times 0,1$ (το άρθρο με τις 10 ετεροαναφορές), ο 11^{ος} όρος = $3 \times 0,091$ (τα 3 άρθρα με τις 10, 7 και 6 ετεροαναφορές), και ο 12^{ος} όρος = $3 \times 0,083$ (τα ίδια 3 άρθρα του 11^{ου} όρου) [41]. Ο δείκτης j τότε έχει τιμή:

$$j = 4 + \frac{1 \times 0,1 + 3 \times 0,091 + 3 \times 0,083}{3,103} = 4 + 0,20 = 4,20. \text{ [41]}$$

Επιπρόσθετα, συνυπολογίζονται και οι συνεισφορές των ετεροαναφορών. Για παράδειγμα, για τον προηγούμενο συγγραφέα ($h = 4$), έστω ότι τα άρθρα του έχουν τις εξής αναφορές 15, 4, 4 και 4, έτσι δίνουν τον ίδιο αριθμό ετεροαναφορών (27) [41]. Συνεπώς, ο δείκτης j ισούται με:

$$j = 4 + \frac{1 \times 0.111 + 1 \times 0.100 + 1 \times 0.091 + 1 \times 0.083}{3.103} = 4 + 0.13 = 4.13. \quad [41]$$

12.2. Διαγράμματα Hasse

Προκειμένου να γίνει σύγκριση διαφόρων δεικτών, χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα *Hasse* για μερική ταξινόμηση. Η μερική ταξινόμηση, είναι μια προσέγγιση που αναγνωρίζει ότι δε συγκρίνονται άμεσα όλα τα στοιχεία με τα υπόλοιπα. Κατ' ακρίβεια, όταν μελετούνται πολλά κριτήρια, τότε υπάρχουν πολλές αντιφάσεις και όσα περισσότερα είναι τα κριτήρια, τόσες περισσότερες είναι και οι αντιφάσεις στις ταξινομήσεις. Το διάγραμμα *Hasse*, είναι πολύ χρήσιμο για την ταξινόμηση. Αυτό σημαίνει ότι ο συγγραφέας A θεωρείται καλύτερος απ' το συγγραφέα B για ένα κριτήριο, αλλά ο B θεωρείται καλύτερος συγγραφέας απ' τον A , για άλλα κριτήρια. Σ' αυτή την περίπτωση οι συγγραφείς A και B , θεωρούνται ασύγκριτοι. [41]

Τα αποτελέσματα της μερικής ταξινόμησης, απεικονίζονται στο διάγραμμα *Hasse*. Τα στοιχεία που είναι ασύγκριτα, εντοπίζονται στο ίδιο γεωμετρικό ύψος και όσο το δυνατό ψηλότερα στο διάγραμμα. Έτσι, τα ασύγκριτα στοιχεία τοποθετούνται σε επίπεδα. Η μερική ταξινόμηση, προσδιορίζεται για τις αληθινές πληροφορίες που παρέχονται απ' τα R κριτήρια [41]. Τα σύνολα της μερικής ταξινόμησης, μπορούν εύκολα να αναλυθούν απ' τα διαγράμματα *Hasse*, συγκρίνοντας κάθε ζεύγος N στοιχείων και αποθηκεύοντας την πληροφορία στον πίνακα *Hasse*, ο οποίος είναι ένας $N \times N$ αντισυμμετρικός πίνακας. Για κάθε ζεύγος στοιχείων s και t , η είσοδος h_{st} του πίνακα είναι:

$$\begin{cases} +1 & \text{εαν } y_r(s) \geq y_r(t) \quad \forall r = 1, \dots, R \\ -1 & \text{εαν } y_r(s) < y_r(t) \quad \forall r = 1, \dots, R \\ 0 & \text{εαν otherwise} \end{cases} \quad [41].$$

Εδώ, το διάγραμμα *Hasse* χρησιμοποιείται για να αντιμεταθέσει τα δεδομένα του πίνακα, δηλ. οι γραμμές είναι οι διαφορετικοί δείκτες και οι στήλες είναι οι συγγραφείς που λαμβάνονται σαν παραδείγματα. Έτσι, σ' αυτή τη περίπτωση, το διάγραμμα *Hasse* σηματοδοτεί τη συγκρισιμότητα και μη, των κριτηρίων, δηλ. το γεγονός ότι για κάποια ζεύγη συγγραφέων, ένας δείκτης είναι ψηλότερος απ' του 1^{ου} συγγραφέα, ενώ ένας άλλος δείκτης είναι ψηλότερος απ' τον 2^ο. Το σύνολο δεδομένων C , του πίνακα 22 που ακολουθεί, απεικονίζει το διάγραμμα *Hasse* με τους ταξινομημένους συγγραφείς, δηλ. τις γραμμές που είναι οι συγγραφείς και τις στήλες που είναι οι δείκτες [41].

[Πίνακας 22: Μη αληθές σύνολο δεδομένων T, συγκεντρώνει τις ετεροαναφορές άρθρων για 25 συγγραφείς \(T1-A, T1-B, ..., T10-D, T10-E\) \[41\]](#)

T1	T1-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E
1	1	2	10	100	1000
T2	T2-A	T2-B	T2-C	T2-D	T2-E
1	2	4	98	75	50

2	2	2	2	25	50
T5	T5-A	T5-B	T5-C	T5-D	T5-E
1	5	100	60	24	45
2	5	5	15	24	30
3	5	5	15	24	20
4	5	5	15	24	15
5	5	5	15	24	10
T10	T10-A	T10-B	T10-C	T10-D	T10-E
1	10000	10	10	30	50
2	5	5	5	30	30
3	5	5	5	30	20
4	5	5	5	30	15
5	5	5	5	30	5
6	4	4	0	4	4
7	3	3	0	4	4
8	2	2	0	2	2
9	1	1	0	0	0
10	0	0	0	0	0

Ο πιο πάνω πίνακας, ήταν η αρχή για την αξιολόγηση των διαφορών στις ιδιότητες των βιβλιομετρικών δεικτών [41]. Οι δείκτες αυτοί, συγκρίνονται στον ακόλουθο πίνακα 23:

Πίνακας 23: Βιβλιομετρικοί δείκτες για το αναληθές σύνολο δεδομένων T [41]

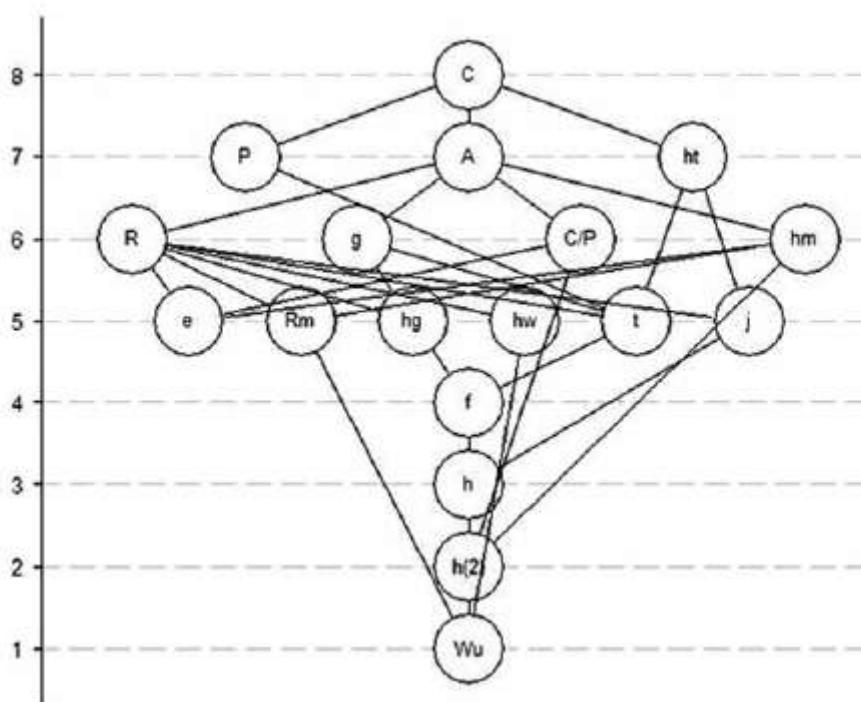
Συγγραφέας	C	h	g	hg	h_T	f	j
T1-A	1	1	1	1	1	1	1.00
T1-B	2	1	1	1	1.33	1	1.09
T1-C	10	1	3	1.73	2.13	1	1.26
T1-D	100	1	10	3.16	3.28	1	1.52
T1-E	1000	1	31	5.57	4.44	1	2.00
T2-A	4	2	2	2	2	2	2.00
T2-B	6	2	2	2	2.34	2	2.09
T2-C	100	2	10	4.47	3.94	2	2.33
T2-D	100	2	10	4.47	5.07	2	2.59
T2-E	100	2	10	4.47	5.21	2	2.66
T5-A	25	5	5	5	5	5	5.00
T5-B	120	5	10	7.07	6.5	5	5.26
T5-C	120	5	10	7.07	8.44	5	5.76
T5-D	120	5	10	7.07	8.92	5	5.82
T5-E	120	5	10	7.07	8.58	5	5.80
T10-A	10030	5	100	22.36	9.59	5	6.00
T10-B	40	5	5	5	6.13	5	5.09
T10-C	30	5	5	5	5.35	5	5.09
T10-D	160	5	12	7.75	10.28	7	6.05
T10-E	130	5	11	7.42	9.09	7	5.76

Για το σύνολο δεδομένων C του Egghe, γίνεται ξανά ο υπολογισμός του διαγράμματος *Hasse*, προκειμένου να ταξινομηθούν 14 συγγραφείς, με τη χρήση των δεικτών που απεικονίζονται στη συνέχεια στον πίνακα 24. [41]

Πίνακας 24: Βιβλιομετρικοί δείκτες για το αναληθές σύνολο δεδομένων C του Egghe [41]

Συγγραφέας	C	h	g	hg	h_T	f	j
Garfield	3524	27	59	39.91	49.67	40	30.40
Narin	1639	27	40	32.86	38.26	35	28.52
Braun	1480	25	38	37.95	36.39	34	26.27
Van Raan	755	19	27	26.96	25.99	24	19.75
Glanzel	762	18	27	27.21	26.09	25	18.89
Moed	776	18	27	27.71	25.95	24	19.01
Schubert	954	18	30	30.77	28.33	26	19.31
Small	1558	18	39	38.95	30.93	25	20.08
Martin	774	16	27	27.64	25.17	23	17.16
Egghe	392	13	19	19.6	18.81	18	13.53
Ingwersen	695	13	26	25.74	22.01	18	14.41
Leydesdorff	391	13	19	19.55	18.52	17	13.64
Rousseau	238	13	15	14.88	15.29	15	13.11
White	664	12	25	25.54	21.43	19	13.22

Διάγραμμα Hasse του συνόλου δεδομένων T (με κάποιους επιπλέον δείκτες, εκτός του συνόλου T) [41]



12.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη j

Απ' τον πίνακα 23, είναι εμφανές ότι οι δείκτες g και hg δε μπορούν να κάνουν διακρίσεις ανάμεσα στις πολύ αλλοιωμένες κατανομές (που αφορούν μόνο λίγα άρθρα με πολλές αναφορές, όπως οι συγγραφείς T2-C, T5-B, T5-C) και στις πιο ομοιόμορφες κατανομές (που αφορούν πολλά άρθρα με πολλές ετεροαναφορές). Ο δείκτης j, που είναι μια εξέλιξη του δείκτη h (συμπληρώνει το δείκτη h) και όχι μια εναλλακτική εκδοχή του, λαμβάνει υπόψη την κατανομή ετεροαναφορών, προωθώντας τις αλλοιωμένες κατανομές, αλλά όχι ιδιαίτερα τις ομοιόμορφες

κατανομές. Επιπλέον, αντιστέκεται στην αύξηση των ήδη ψηλών τιμών του δείκτη h. Οι δείκτες h και f δε μπορούν να αφαιρέσουν ορισμένες αθλιότητες, που αφορούν στην αξιολόγηση αρκετών επιστημόνων. [41]

Ο δείκτης j, αντιμετωπίζει με επιτυχία δυο μειονεκτήματα του δείκτη h: (α) απομακρύνει την αθλιότητα που προαναφέρθηκαν και (β) λαμβάνει υπόψη τον υπερβολικά μεγάλο αριθμό ετεροαναφορών. Χρησιμοποιώντας το δείκτη j, με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιείται ο δείκτης h, για υπολογισμό κάθε συμβολής, το σταθμισμένο άθροισμα τους πραγματοποιείται όπως και με το δείκτη h. Αυτό ξεπερνά τις σωστές αξιολογήσεις των δεικτών, που συνδυάζουν πληροφορίες οι οποίες λήφθηκαν με διαφορετικούς τρόπους, όπως π.χ. ο δείκτης hg. [41]

Επιπρόσθετα, ο δείκτης j δίνει καλύτερες βελτιώσεις απ' το δείκτη h, για τις περιπτώσεις όπου οι υπερβολικά πολλές ετεροαναφορές, κατανέμονται περισσότερο σε άρθρα που αφορούν το δείκτη h, με προτίμηση τα λίγα άρθρα που έχουν πολλές αναφορές. Παρόλο που το κατώφλι εξαρτάται απ' το δείκτη h, ο δείκτης j μπορεί να θεωρηθεί κι αυτός ένας ισχυρός δείκτης, ικανός να κωδικοποιήσει σημαντικές διαφορές στον αριθμό ετεροαναφορών δυο συγγραφέων και να αποφύγει τον υπολογισμό διαφορών σε ετεροαναφορές μόνο μερικών τμημάτων. [41]

Ένα μειονέκτημα του δείκτη j, είναι η πιθανή εκμετάλλευσή του από ένα συγγραφέα με πολλές δημοσιεύσεις, εκ των οποίων η καθεμία έχει μια μόνο ετεροαναφορά. Επεκτείνοντας, μπορεί κανείς να υποθέσει ότι αυτές οι μονές ετεροαναφορές είναι αυτο-ετεροαναφορές. Προκειμένου να διερευνηθεί αυτή η πιθανότητα, έγινε μια περαιτέρω ανάλυση σε σύνολα δεδομένων που αφορούσαν τους κλάδους της Ανοσολογίας, των Οικονομικών και της Φυσικής (τα οποία απεικονίζονται στους πίνακες 24, 25 και 26). Αρχικά, αποσύρθηκαν όλες οι δημοσιεύσεις που είχαν μια ετεροαναφορά και στη συνέχεια, σε μια 2^η ανάλυση, στις δημοσιεύσεις που είχαν μια ετεροαναφορά, έγινε μείωση του αριθμού ετεροαναφορών. [8]

Τα νέα σύνολα δεδομένων που δημιουργήθηκαν μετά, απ' τις πιο πάνω αναλύσεις στους κλάδους της Ανοσολογίας, των Οικονομικών και της Φυσικής, είχαν πολύ λίγες αλλαγές στις ταξινομήσεις, που έγιναν σύμφωνα με το δείκτη j. Πιο συγκεκριμένα, στις ταξινομήσεις αυτές, για την Ανοσολογία υπήρξε μόνο μια αλλαγή ανάμεσα στους επιστήμονες Aarden και Goodnow στις θέσεις 14 και 15, για τα Οικονομικά υπήρξε μόνο μια αλλαγή ανάμεσα στους επιστήμονες Reinganum και Galor στις θέσεις 18 και 19 και για την Φυσική υπήρξε επίσης μία μόνο αλλαγή ανάμεσα στους επιστήμονες Alivisatos και Foxon στις θέσεις 7 και 8. [8]

Πίνακας 25: Σύνολο δεδομένων ερευνητών του κλάδου της Ανοσολογίας [8]

Όνομα	# δημοσιεύσεων	# αναφορών	h	g	j
Marrack, Phillipa C.	445	326	103	208	3048.871
Nadler, Lee Marshall	468	312	101	174	2569.53
Gleich, Gerald J.	891	659	96	164	3745.305
Janossy, George	490	384	93	148	2610.041
Shevach, Ethan M.	472	341	93	175	2638.21
Ravetch, Jeffrey V.	186	165	78	150	1614.011
Krieg, Arthur M.	308	232	72	143	1756.287
Figdor, Carl Gustav	328	262	69	126	1698.458
Takeuchi, Osamu	185	166	68	157	1462.607

Hamaoka, Toshiyuki	498	424	64	106	2096.03
Goodnow, Christofer C.	199	152	60	116	1154.837
Kehrl, John H.	238	156	59	121	1180.942
Adorini, Luciano	289	238	58	100	1390.148
Aarden, Lucien A.	215	169	57	111	1157.63
Delespesse, Guy	294	207	57	87	1154.157
Bendelac, Albert	139	115	52	109	951.7284
Malefyt, Rene DeWaal	129	97	50	136	1013.11
Bjorkman, Pamela J.	174	141	46	126	984.4421
Parronchi, Paola	100	86	36	90	621.8114
Samraoui, Boudjema	28	19	8	80	179.0477

Πίνακας 26: Σύνολο δεδομένων ερευνητών του κλάδου των Οικονομικών [8]

Όνομα	# δημοσιεύσεων	# αναφορών	h	g	j
Kehneman, Daniel	122	110	58	188	1373.0213
Stiglitz, Joseph E.	214	188	55	118	1235.8946
Diebold, Francis X.	87	76	36	63	439.10071
Milgrom, Paul Robert	48	47	35	95	553.78487
Maskin, Eric	72	63	33	64	422.8165
Zajac, Edward J.	49	44	31	62	354.51678
Lakonishok, Josef	57	51	29	57	345.2689
Besley, Timothy J.	89	67	28	48	335.99404
Hendry, David F.	129	112	28	64	503.30275
Oswald, Andrew J.	79	67	27	55	362.1094
Akerlof, George A.	56	49	26	75	373.43071
Rodrik, Dani	84	67	25	53	357.43071
Caballero, Ricardo J.	63	59	23	42	286.62383
Rotemberg, Julio J.	59	49	23	47	272.13715
Bernanke, Ben S.	45	38	20	50	237.817
Constantinides, George M.	40	31	20	43	204.24526
Gali, Jordi	37	35	19	55	248.82705
Galor, Oded	39	38	19	45	221.22758
Reinganum, Jennifer F.	46	44	18	40	221.30271
Schiemaker, Paul J.H.	43	35	17	50	215.89497

Πίνακας 27: Σύνολο δεδομένων ερευνητών του κλάδου της Φυσικής [8]

Όνομα	# δημοσιεύσεων	# αναφορών	h	g	j
Alivisatos, A. Paul	306	226	93	209	2323.435
Wilczek, Frank	341	269	82	162	2028.4432
Sawatzky, George Albert	327	307	77	139	2106.3496
Jackiw, Roman W.	210	197	74	162	1743.8724
Bradley, Donal D.C.	426	398	73	172	2495.4759
Patel, Popat M.	894	823	71	120	3806.8148
Honscheid, Klaus	734	682	66	157	3182.9438
Nazarewicz, Witold	335	306	66	106	1711.9946
Huse, David A.	172	165	63	117	1230.6361
Foxon, C.Thomas	622	540	62	114	2337.714
Fleming, Robert M.	181	170	61	119	1297.3082
Mattig, Peter	675	650	60	87	2897.9914
Mikenberg, Giora	505	493	59	84	2421.7701
Minard, Marie-Noelle	329	314	59	98	1809.2844
Steinhardt, Paul J.	185	174	58	141	1358.8204

Duchovni, Ehud	444	436	56	19	2162.1897
Loebinger, Fred K.	470	466	53	81	2252.5334
Bastard, Gerald	222	194	51	110	1166.8017
Procaccia, Itamar	303	281	48	127	1449.6354
Gurtu, Atul	373	351	44	163	1887.6882

Οι συσχετίσεις υπολογίστηκαν με βάση τις σχετικές ταξινομήσεις των ερευνητών, έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο δείκτης j δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στις μικρές αλλαγές ετεροαναφορών, με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολα εκμεταλλεύσιμος από άλλα άρθρα, που έχουν μόνο αυτο-ετεροαναφορές. Αν περιορισθούν οι μονές αυτο-ετεροαναφορές, τότε το πρόβλημα θα μεγαλώσει. Για το δείκτη j οι αυτο-ετεροαναφορές άρθρων, που κατέχουν χαμηλότερη θέση στην ταξινόμηση, θα έχουν μεγαλύτερο αντίκτυπο. Ως εκ τούτου, προκειμένου να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα, θα ήταν χρήσιμο να αγνοηθούν οι ετεροαναφορές που καταμετρούνται στο τέλος, κατά τον υπολογισμό του δείκτη j . Επιπρόσθετα, ο δείκτης j είναι μια καλή μετρική της ποικιλομορφίας. **[8], [18]**

13. ΔΕΙΚΤΗΣ L (ή δείκτης Lobby)

13.1. Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα με τα θετικά και τα αρνητικά του δείκτη L

Οι Korn et al. πρότειναν τη δημιουργία ενός νέου δείκτη, το δείκτη L (Lobby), ως μετρική για την κεντρικότητα των κόμβων σε δίκτυα. Ο νέος αυτός δείκτης, περιλαμβάνει μια ποικιλία ιδιοτήτων γνωστών μετρικών. Ο ορισμός που έδωσαν οι εν λόγω συγγραφείς είναι ο εξής: «Ο δείκτης L ή δείκτης Lobby ενός κόμβου x , είναι ο μεγαλύτερος ακέραιος αριθμός k , τέτοιος ώστε ο x να έχει τουλάχιστον k γείτονες με βαθμό τουλάχιστον k .» [15],[21],[29]

Επιπρόσθετα, οι Korn et al. πρότειναν το δείκτη L, για να περιγράφει αποτελεσματικά τις επικοινωνίες στα μη σταθμισμένα δίκτυα. Επίσης, ο κόμβος s' ένα σταθμισμένο δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του δείκτη L. Βέβαια, υπάρχει απώλεια πληροφοριών που αγνοεί την επίδραση διαφορετικής ισχύος των ακμών, στον υπολογισμό του δείκτη L για κόμβους s' ένα σταθμισμένο δίκτυο. [15],[21],[29]

Έρευνα που έγινε ανάμεσα στα δίκτυα επικοινωνίας και στην τοπολογία των δικτύων, έδειξε ότι υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στα δυο. Στην περίπτωση των δικτύων επικοινωνίας, ο δείκτης L τοποθετείται ανάμεσα στη γεφύρωση, στην ακρίβεια, στο «eigenvector» και στη «betweenness» κεντρικότητα. Ο δείκτης L είναι χρήσιμος στην ανάπτυξη καλής άμυνας για δίκτυα «peer to peer», στη δημιουργία συστημάτων μετάδοσης σε δίκτυα αισθητήρων, καθώς επίσης και στην προώθηση στρατηγικών σχεδίων. [29]

Έστω ότι οι βαθμοί των κόμβων σε κλιμακωτά δίκτυα, είναι ανεξάρτητοι. Ο βαθμός των κόμβων συμβολίζεται με $\text{deg}(x)$, οι γειτονικοί κόμβοι του x συμβολίζονται με y_i , ούτως ώστε $\text{deg}(y_1) \geq \text{deg}(y_2)$ και ο δείκτης L συμβολίζεται ως εξής:

$$l(x) = \max \{k: \text{deg}(y_k) \geq k\}. \quad [29]$$

Εάν ένας κόμβος x με βαθμό n , έχει δείκτη l με τιμή k , τότε μια αξιολόγηση αυτής της μορφής θα είναι η εξής:

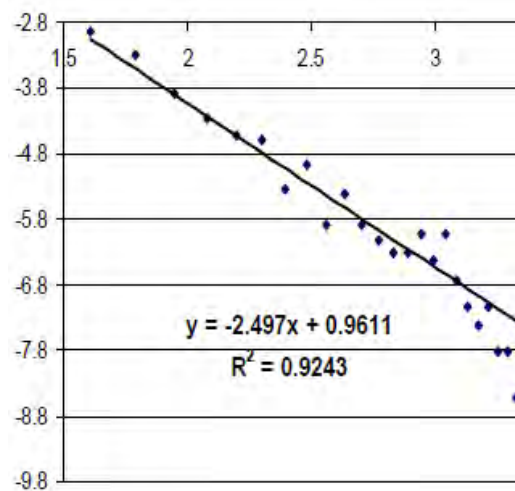
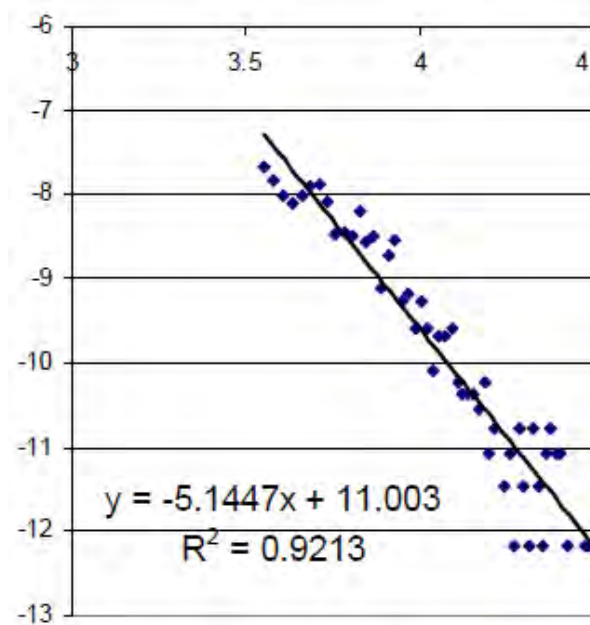
$$l(x) \approx c \text{deg}(x)^{\frac{1}{\alpha+1}}$$

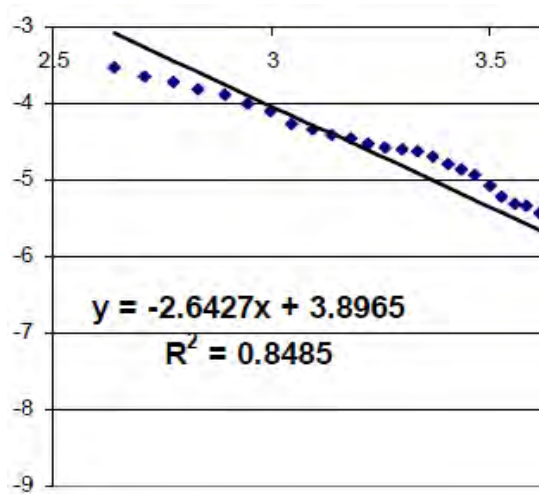
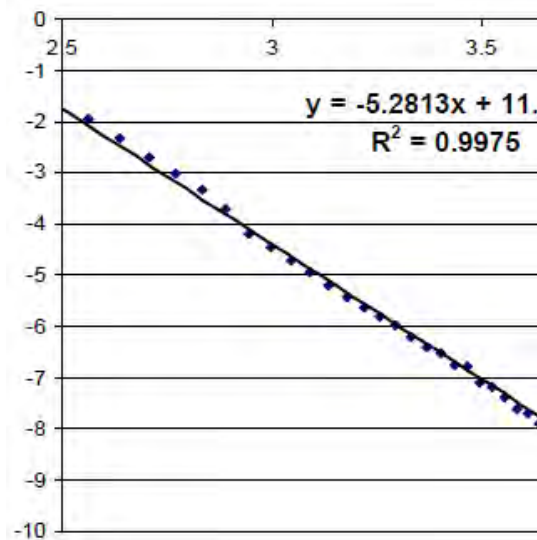
όπου α είναι η εκθετική ουρά της κατανομής του βαθμού. [29]

Όποιοσδήποτε έχει ισχυρό δείκτη lobby, έχει και τη δυνατότητα να επηρεάζει και τη γνώμη άλλων ατόμων, εάν έχει πολλούς ισχυρά συνδεδεμένους γείτονες. Αυτός είναι και ο στόχος κάποιου με δείκτη lobby (ή αλλιώς ενός διπλωμάτη): να επηρεάζει τη κοινότητα, ενώ διατηρεί τον αριθμό των συνδέσεων του με χαμηλό κόστος. Εάν ο x , έχει ψηλό δείκτη lobby, τότε ο l -core, $L(x)$ έχει ψηλή συνδεσιμότητα. Συνεπώς, όποιος έχει δείκτη l λύνει το πρόβλημα του διπλωμάτη πιο πάνω, εάν $l(x) \gg \text{deg}(x)^{\frac{1}{\alpha+1}}$. Από την άλλη, το αποτέλεσμα δείχνει ότι το $l(x) \geq k$ σημαίνει ότι ο x ανήκει στην κορυφαία αναλογία των $100c_\alpha k^{-\alpha(\alpha+1)}$ που έχουν δείκτη l . [29]

Η γραφική παράσταση 23 που ακολουθεί, απεικονίζει την εμπειρική κατανομή του δείκτη Lobby που έχει $\hat{\eta} = 5.14$, ενώ από τη θεωρία προβλέπεται ότι θα έχει τιμή $\eta = 5.76$. [29]

Γραφική Παράσταση 23: Γραφικές απεικονίσεις log-log της κατανομής του δείκτη Lobby [29]





Ο δείκτης Lobby στην περίπτωση των βιολογικών και γλωσσολογικών δικτύων, συγκρίνεται με το βαθμό κεντρικότητας και τις κεντρικότητες «betweenness» και «eigenvector». Η αποδοτική επικοινωνία, σημαίνει ψηλό αντίκτυπο και χαμηλό κόστος. [21]

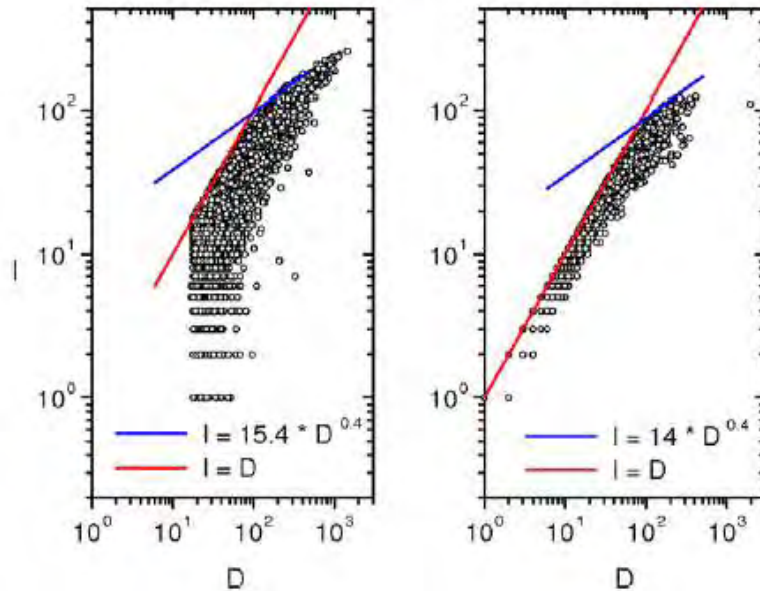
Προκειμένου να βελτιωθεί η συμπεριφορά του δείκτη lobby, καθορίστηκαν οι συσχετίσεις Spearman, που απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα 28, ανάμεσα στις πιο πάνω κεντρικότητες:

Πίνακας 28: Ταξινόμηση συσχετίσεων Spearman [29]

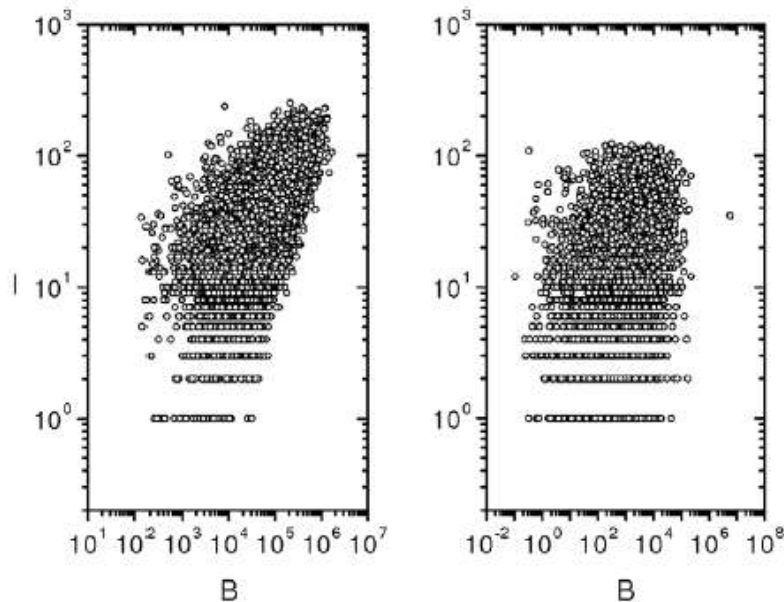
	1	Closeness centrality (cl)	Betweenness centrality (bw)	Eigenvector centrality (ev)
1	1	0.652	0.768	0.604
cl	0.652	1	0.500	0.972
bw	0.768	0.500	1	0.479
ev	0.604	0.972	0.479	1

Οι συσχετίσεις του πιο πάνω πίνακα, υποδηλώνουν ότι ο δείκτης lobby περιέχει μια ισορροπημένη ανάμειξη μετρικών κεντρικότητας. Επιπλέον, ο δείκτης αυτός πλησιάζει περισσότερο τις τρεις «κλασσικές» κεντρικότητες. Για βιολογικά δίκτυα, η συσχέτιση Spearman ανάμεσα στις *cl* και *en* είναι ψηλή. [29]

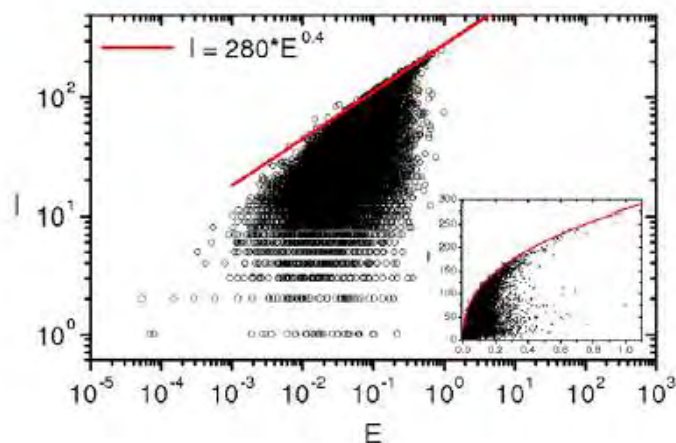
Γραφικές Παραστάσεις 24: Log-log διάγραμμα διασποράς του δείκτη lobby κατά της κεντρικότητας του βαθμού D για (a) Moby Thesaurus II και (b) δίκτυο Yeast [15]



Γραφικές Παραστάσεις 25: Log-log διάγραμμα διασποράς του δείκτη lobby κατά της κεντρικότητας Betweenness (B) για (a) Moby Thesaurus II και (b) δίκτυο Yeast [15]



Γραφικές Παραστάσεις 26: Log-log διάγραμμα διασποράς του δείκτη lobby κατά της κεντρικότητας Eigenvector (E) για Moby Thesaurus II [15]



Πίνακας 29: Ταξινόμηση 25 κορυφαίων λέξεων σύμφωνα με την κεντρικότητα του δείκτη lobby (l) (αριστερά) και με την κεντρικότητα του Eigenvector (E) (δεξιά) [15]

Ταξινόμηση κατά lobby			Ταξινόμηση κατά E		
lobby	Eigenvector	Λέξη	Eigenvector	lobby	Λέξη
252	0.930	Cut	1.000	74	Cut up
237	0.701	Set	0.930	252	Cut
233	0.608	Run	0.765	31	Set upon
232	0.687	Line	0.760	230	Turn
230	0.760	Turn	0.701	237	Set
225	0.598	Point	0.690	106	Break up
222	0.608	Cast	0.687	232	Line
220	0.584	Break	0.656	54	Line up
218	0.560	Mark	0.649	12	Run wild
216	0.558	Measure	0.637	57	Turn upside down
213	0.597	Pass	0.618	112	Make up
211	0.570	Check	0.617	45	Cast up
209	0.487	Crack	0.608	222	Cast
206	0.562	Make	0.608	233	Run
203	0.448	Dash	0.608	97	Crack up
203	0.517	Stamp	0.604	48	Check out
202	0.514	Work	0.598	225	Point
200	0.484	Strain	0.597	213	Pass
196	0.491	Hold	0.584	220	Break
195	0.508	Form	0.571	61	Pass up
194	0.447	Beat	0.570	211	Check
193	0.500	Get	0.562	206	Make
193	0.429	Rank	0.560	218	Mark
193	0.469	Round	0.558	73	Fix up
192	0.517	Go	0.558	216	Measure

14. ΔΕΙΚΤΗΣ $h_{I,annual}$

14.1. Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη $h_{I,annual}$

Το μειονέκτημα του δείκτη h που δε μπορεί να συγκρίνει το ακαδημαϊκό έργο επιστημόνων που εργάζονται σε διαφορετικούς κλάδους, έγινε η αιτία να δημιουργηθεί ένας νέος δείκτης ο $h_{I,annual}$ (εν συντομία h_{Ia}). Ο νέος αυτός δείκτης, αντιπροσωπεύει τη μέση ετήσια αύξηση ενός μεμονωμένου δείκτη h . Ο δείκτης h_{Ia} ακολουθεί την εξής προσέγγιση: αρχικά ομαλοποιεί τον αριθμό ετεροαναφορών κάθε άρθρου, διαιρώντας τον αριθμό ετεροαναφορών με τον αριθμό συγγραφέων αυτού του άρθρου. Κατόπιν, υπολογίζει τις ομαλοποιημένες (*normalized*) μετρήσεις ετεροαναφορών του δείκτη h . [1],[35]

Η μέση ετήσια (*annual*) αύξηση ενός μεμονωμένου δείκτη h , είναι χρήσιμη για τους εξής λόγους: (1) από κοινού με το δείκτη $h_{I,norm}$, απομακρύνει σε σημαντικό βαθμό οποιονδήποτε κλάδο ή επιστημονική δημοσίευση και πρότυπα ετεροαναφοράς, τα οποία διαστρεβλώνουν το δείκτη h και (2) απομακρύνει την επίδραση της σταδιοδρομίας και δίνει μια πιο δίκαιη σύγκριση ανάμεσα σε νεαρούς και παλαιότερους επιστήμονες. Επιπλέον, ο υπολογισμός του δείκτη, δεν εξαρτάται από την ταξινόμηση των επιστημονικών κλάδων. Ο δείκτης $h_{I,annual}$ προορίζεται για το μέσο ετήσιο μεμονωμένο αντίκτυπο. [1],[35]

Ο δείκτης $h_{I,annual}$ υπολογίζεται με τη διαίρεση του $h_{I,norm}$ με τον αριθμό των ετών που ένας ακαδημαϊκός δημοσιεύει άρθρα. Έτσι, ο $h_{I,annual}$ καταμετράει το μέσο αριθμό ενός συγγραφέα, που ισοδυναμεί με σημεία του δείκτη h , τα οποία μάζεψε ένας ακαδημαϊκός σε κάθε έτος της ακαδημαϊκής του καριέρας. Ένας δείκτης $h_{I,annual}$ με τιμή 1.0, υποδηλώνει ότι ένας ακαδημαϊκός δημοσίευε με συνέπεια ένα άρθρο το χρόνο, όταν συγκέντρωσε το σωστό αριθμό συνδημιουργών με αρκετές ετεροαναφορές για να τους συμπεριλάβει στο δείκτη h . Για τους περισσότερους ακαδημαϊκούς ανά τον κόσμο, ο δείκτης αυτός θα βρίσκεται πολύ πιο χαμηλά απ' το 1.0. Κάποιος ο οποίος δημοσιεύει ένα άρθρο μαζί με άλλους, δε θα χρειαστεί να δημοσιεύσει περισσότερα άρθρα για να αποκτήσει τον ίδιο δείκτη $h_{I,annual}$, σαν ακαδημαϊκός ο οποίος δημοσιεύει μεμονωμένα άρθρα. Ωστόσο, τα άρθρα με συνδημιουργούς οφείλουν να αποκτήσουν περισσότερες ετεροαναφορές, για να γίνουν μέρος του δείκτη $h_{I,annual}$, καθώς οι ετεροαναφορές των άρθρων διαιρούνται με τον αριθμό των συνδημιουργών. [1],[35]

14.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη $h_{I,annual}$

Στον πίνακα 30 που ακολουθεί, απεικονίζεται ο μέσος δείκτης h πέντε σημαντικών επιστημονικών κλάδων: των Κλασσικών ή Φιλολογικών Επιστημών (όπως είναι η Ιστορία, η Νομική, η Αρχιτεκτονική, οι Γλώσσες και Γλωσσολογικά κτλ.), των Κοινωνικών Επιστημών (όπως είναι τα Οικονομικά, η Διοίκηση Επιχειρήσεων κτλ.), των Εφαρμοσμένων Μηχανικών Επιστημών (όπως είναι η Μηχανολογία, οι Μηχανικοί και Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί κτλ.), των Επιστημών της Υγείας (όπως είναι η Μικροβιολογία, η Παθολογία, η Φυσιολογία κτλ.) και των Γενικών Επιστημών (όπως είναι η Βιολογία, η Χημεία, τα Μαθηματικά κτλ.). Υπάρχουν τεράστιες διαφορές ανάμεσα σ' αυτούς τους επιστημονικούς κλάδους, με κορυφαίο τον κλάδο των Κλασσικών και Φιλολογικών Επιστημών. Ακολουθούν 2^{οι} στη σειρά, οι κλάδοι των Κοινωνικών Επιστημών και της Εφαρμοσμένης Μηχανικής και 3^{οι} στη

σειρά, οι κλάδοι των Γενικών Επιστημών και των Επιστημών της Υγείας. Ωστόσο, υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στους κλάδους, που αφορούν στο μέσο αριθμό συγγραφέων ανά άρθρο και στα ενεργά έτη των ακαδημαϊκών, με τους ακαδημαϊκούς των Γενικών Επιστημών και των Επιστημών της Υγείας να έχουν μεγαλύτερη καριέρα στις δημοσιεύσεις, παρά οι ακαδημαϊκοί των υπόλοιπων κλάδων. [1]

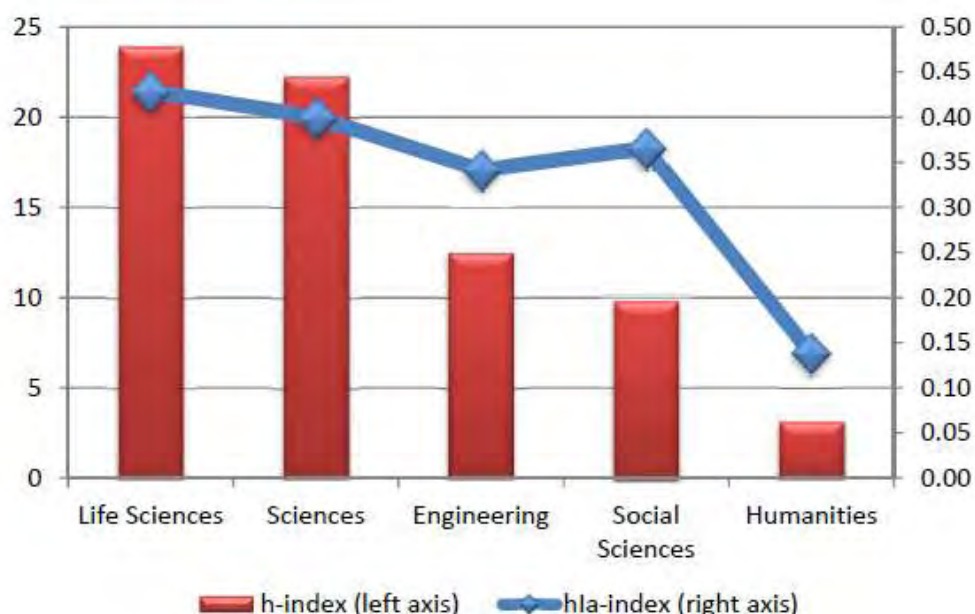
Πίνακας 30: Ο δείκτης h σε σύγκριση με το δείκτη h1a για διάφορους επιστημονικούς κλάδους [1]

Επιστημονικός Κλάδος	Μέσος δείκτης h	Μέσος αριθμός συγγραφέων ανά άρθρο	Μέση ενεργή ακαδημαϊκή ηλικία	Μέσος δείκτης h1a
Κλασσικές και Φιλολογικές Επιστήμες (n=19)	3.21	1.90	18.16	0.14
Κοινωνικές Επιστήμες (n=24)	9.83	2.62	19.54	0.37
Εφαρμοσμένη Μηχανική (n=20)	12.50	3.89	19.90	0.34
Γενικές Επιστήμες (n=44)	22.31	4.66	29.36	0.40
Επιστήμες της Υγείας (n=39)	23.95	6.22	25.69	0.43
F-statistic	33.894***	15.300***	10.427***	12.478***
Mean (SD)	16.92 (10.92)	4.33 (2.82)	23.86 (9.02)	0.36 (0.18)
Range	0 – 48	1.00 – 23.05	5 – 46	0.00 – 1.00

Η επίδραση που έχουν το μήκος της σταδιοδρομίας και ο αριθμός των συνδημιουργών, στο δείκτη h απεικονίζεται στον πίνακα 30, με τις συσχετίσεις ανάμεσα στο μήκος της σταδιοδρομίας και στο δείκτη h ($r = 0.567^{***}$) και στον αριθμό των συνδημιουργών και στο δείκτη h ($r = 0.535^{***}$). Αυτοί οι 2 παράγοντες, είναι ανεξάρτητοι και επεξηγούν αρκετά καλά τη διάσταση του δείκτη h, στον πιο πάνω πίνακα. [1]

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 30, όταν γίνεται διόρθωση στις διαφορές και στο μήκος της σταδιοδρομίας επιστημονικών κλάδων με τη χρήση του δείκτη h1a, οι αριθμοί SD για τους κλάδους των Κοινωνικών Επιστημών, της Εφαρμοσμένης Μηχανικής, των Γενικών Επιστημών και των Επιστημών της Υγείας, δε διαφέρουν σημαντικά. Ο μοναδικός επιστημονικός κλάδος, που εξακολουθεί να παρουσιάζει χαμηλό SD, είναι αυτός των Κλασσικών και Φιλολογικών Επιστημών, γεγονός που αποδεικνύει και το διαφορετικό ρόλο των ετεροαναφορών σ' αυτόν τον κλάδο. Ωστόσο, ακόμη και γι' αυτόν τον κλάδο, η διαφορά με τους άλλους κλάδους έχει μειωθεί. Ο μέσος δείκτης h για τις Γενικές Επιστήμες και τις Επιστήμες της Υγείας, είναι κατά 7 φορές μεγαλύτερος, απ' αυτόν στις Κλασσικές και Φιλολογικές Επιστήμες. Ενώ, όσον αφορά το δείκτη h1a, στους κλάδους των Γενικών Επιστημών και Επιστημών της Υγείας είναι κατά 3 φορές μεγαλύτερος, απ' αυτόν στις Κλασσικές και Φιλολογικές Επιστήμες. Η γραφική παράσταση 27 που ακολουθεί, απεικονίζει τον τρόπο που ο δείκτης h1a εξισώνει τις διαφορές ανάμεσα στους επιστημονικούς κλάδους. [1]

Γραφική Παράσταση 27: Ο δείκτης h σε σύγκριση με το δείκτη hla για διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους [1]



Ο πίνακας 31 που ακολουθεί, δείχνει δυο σημαντικά πλεονεκτήματα του δείκτη hla. Το 1^ο είναι η απομάκρυνση ενός σημαντικού κόμματιού της διαφοράς ανάμεσα στα διαφορετικά επίπεδα διορισμού, με το μέσο δείκτη hla των αναπληρωτών καθηγητών να φτάνει το 83%, ποσοστό μεγαλύτερο απ' αυτό τον καθηγητών των οποίων ο δείκτης h φτάνει μόνο το 61% του μέσου όρου. Το 2^ο είναι η απομάκρυνση της σημαντικής διαφοράς που έχουν οι γυναίκες ακαδημαϊκοί, απ' τους άνδρες ακαδημαϊκούς. Αυτό συμβαίνει γιατί βελτιώνει τις διαφορές φύλου, στην ακαδημαϊκή ηλικία και την εκπροσωπήση των δυο φύλων στους επιστημονικούς κλάδους. [1]

Πίνακας 31: Ο δείκτης h σε σύγκριση με το δείκτη hla στα επίπεδα διορισμού και φύλου [1]

Επίπεδο διορισμού και φύλο	Μέσος δείκτης h	Μέσος δείκτης hla	Μέση ενεργή ακαδημαϊκή ηλικία	Μέσος αριθμός συγγραφέων ανά άρθρο
Αναπληρωτής καθηγητής (n=74)	12.86	1.90	18.16	0.14
Καθηγητής (n=72)	21.10.	2.62	19.54	0.37
	t = 4.902***	3.89	19.90	0.34
Γυναίκες (n=64)	15.06	4.66	29.36	0.40
Άνδρες (n=82)	18.38	6.22	25.69	0.43
	t = 1.835†	t = 0.867	t = 2.481*	t = 1.013

όπου †, $p < 0.10$, *, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$, ***, $p < 0.001$

Ένας τελευταίος τρόπος ο οποίος απεικονίζει την επίδραση που έχει ο δείκτης hla, όσον αφορά στη βελτίωση των διαφορών στους επιστημονικούς κλάδους και στο μήκος της σταδιοδρομίας, φαίνεται στον πίνακα 32 που ακολουθεί. Ο πίνακας αυτός, δείχνει τους 10 κορυφαίους ακαδημαϊκούς ταξινομημένους, σύμφωνα με τους δείκτες h και hla. Η ταξινόμηση κατά δείκτη h, δείχνει ένα ομοιογενές σύνολο ακαδημαϊκών των Επιστημών της Υγείας, οι οποίοι είναι καθηγητές με κυρίαρχο το δυνατό φύλο

και έχουν μέση ακαδημαϊκή ηλικία 34.4 έτη. Η ταξινόμηση κατά δείκτη hla, περιλαμβάνει ένα ευρύτερο φάσμα επιστημονικών κλάδων και εξισορροπεί το ασθενές με το δυνατό φύλο, καθώς επίσης και την εκπροσώπηση των επιπέδων διορισμού. Η μέση ακαδημαϊκή ηλικία, είναι μικρότερη από 20.7 έτη. Αυτό αποδεικνύει ότι ο δείκτης h επηρεάζεται σημαντικά απ' τη μακρά προϋπηρεσία των ακαδημαϊκών και απ' τις διαφορές των επιστημονικών κλάδων στον αριθμό των συνδημιουργών. Αντίθετα, ο δείκτης hla είναι πιο κόντα στους νέους ακαδημαϊκούς και σ' αυτούς που εργάζονται σε επιστημονικούς κλάδους, στους οποίους η συνδημιουργία δεν είναι συχνή. [1]

Πίνακας 32: Ταξινόμηση 10 κορυφαίων ακαδημαϊκών σύμφωνα με τους δείκτες h και hla [1]

Ταξινόμηση 10 κορυφαίων ακαδημαϊκών με το δείκτη h				Ταξινόμηση 10 κορυφαίων ακαδημαϊκών με το δείκτη hla			
Επιστημονικός Κλάδος	Φύλο	Επίπεδο	Έτη	Επιστημονικός Κλάδος	Φύλο	Επίπεδο	Έτη
Επιστήμες της Υγείας	A	Καθ/τής	21	Κοινωνικές Επιστήμες	Γ	Καθ/τής	17
Επιστήμες της Υγείας	A	Καθ/τής	41	Κοινωνικές Επιστήμες	A	Καθ/τής	23
Επιστήμες της Υγείας	Γ	Καθ/τής	24	Επιστήμες της Υγείας	Γ	Αναπλ.Καθ/τής	27
Επιστήμες της Υγείας	A	Καθ/τής	37	Επιστήμες της Υγείας	Γ	Αναπλ.Καθ/τής	21
Επιστήμες της Υγείας	Γ	Καθ/τής	35	Γενικές Επιστήμες	A	Καθ/τής	29
Επιστήμες της Υγείας	A	Καθ/τής	37	Επιστήμες της Υγείας	A	Αναπλ.Καθ/τής	13
Επιστήμες της Υγείας	A	Καθ/τής	30	Επιστήμες της Υγείας	Γ	Καθ/τής	19
Επιστήμες της Υγείας	A	Καθ/τής	43	Επιστήμες της Υγείας	A	Καθ/τής	21
Επιστήμες της Υγείας	Γ	Αναπλ.Καθ/τής	27	Επιστήμες της Υγείας	A	Αναπλ.Καθ/τής	18
Γενικές Επιστήμες	A	Καθ/τής	29	Γενικές Επιστήμες	Γ	Αναπλ.Καθ/τής	19
Μέσος δείκτης h 38				Μέσος δείκτης hla 0.75			

Παρά τα θετικά στοιχεία του δείκτη hla, έχει και περιορισμούς και για το λόγο αυτό θα ήταν φρόνιμο να μη χρησιμοποιείται μόνος του, αλλά σε συνδυασμό με τον αρχικό δείκτη h και το συνολικό αριθμό ετεροαναφορών. Ένα απ' τα μειονεκτήματά του είναι ότι παρόλο που παρέχει μια αξιόπιστη σύγκριση ανάμεσα σε ακαδημαϊκούς διαφόρων επιστημονικών κλάδων και διαφόρων επιπέδων, σε ορισμένες σπάνιες περιπτώσεις, δεν παρέχει τα επιθυμητά αποτελέσματα. [1]

Όσον αφορά στις ακραίες περιπτώσεις συνδημιουργίας, υπάρχουν συγγραφείς οι οποίοι δημοσιεύουν μεμονωμένα και άλλοι οι οποίοι δημοσιεύουν συνεχώς μαζί με άλλους συγγραφείς. Οι πρώτοι, θα έχουν εξ' ορισμού ένα μεμονωμένο δείκτη h σχεδόν ίσο με το δείκτη h κι άρα θα έχουν ένα δείκτη hla σχετικά ψηλό σε σύγκριση με τον αρχικό δείκτη h. Ωστόσο, όσο οι ίδιοι συγγραφείς δημοσιεύουν μόνο ένα μικρό αριθμό άρθρων, ο δείκτης hla απλά τους διευκολύνει, γεγονός που οφείλεται σ' αυτά τα άρθρα. Οι τελευταίοι, περιλαμβάνουν ακαδημαϊκούς, οι οποίοι συνεργάζονται με πολλούς συγγραφείς. Για ακαδημαϊκούς, οι οποίοι συνεργάζονται σε μελέτες με εκατοντάδες συνδημιουργούς, μπορεί να καταστεί αδύνατη η απόκτηση αρκετών ετεροαναφορών για ορισμένα άρθρα, ούτως ώστε να γίνουν μέρος του μεμονωμένου δείκτη h και επομένως και του δείκτη hla. Η εύκολη λύση γι' αυτό, βρίσκεται στον περιορισμό του συνολικού αριθμού συνδημιουργών, που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό. [1]

Σχετικά με το στάδιο της καριέρας κάθε επιστήμονα, οι πολύ νέοι επιστήμονες που δημοσιεύουν αρκετά μεμονωμένα άρθρα μέσα σε λίγο χρονικό διάστημα, θα έχουν πολύ ψηλό δείκτη h1a. Ωστόσο, στην περίπτωση του αρχικού δείκτη h, όπως επίσης και του συνολικού αριθμού ετεροαναφορών θα παρέχεται μια λογική διερεύνηση. Ακαδημαϊκοί με μακρά προϋπηρεσία, κατέχουν ένα δείκτη h1a, ο οποίος θα μειώνεται με το πέρασμα των χρόνων και μέχρι τη συνταξιοδότησή τους. Έτσι, θα γίνεται δυσκολότερη η αύξηση ενός ήδη ψηλού δείκτη h. Ο δείκτης h1a χρησιμοποιεί το μεμονωμένο δείκτη h, ο οποίος μπορεί ακόμη να αυξηθεί καθώς προσεγγίζει τον αρχικό δείκτη h, με αύξηση των ετεροαναφορών σε άρθρα με συνδημιουργούς. Αυτός ο περιορισμός, προσαρμόζεται όταν στην αξιολόγηση περιλαμβάνεται ο συνολικός αριθμός ετεροαναφορών. Στην τελική, ο δείκτης h1a είναι ένας πιο αξιόπιστος δεκτης, όσον αφορά στην ακαδημαϊκή απόδοση σε σύγκριση με άλλες μετρικές. [1]

15. ΔΕΙΚΤΗΣ Z

15.1. Ορισμός, βασικές έννοιες και χρησιμότητα του δείκτη Z

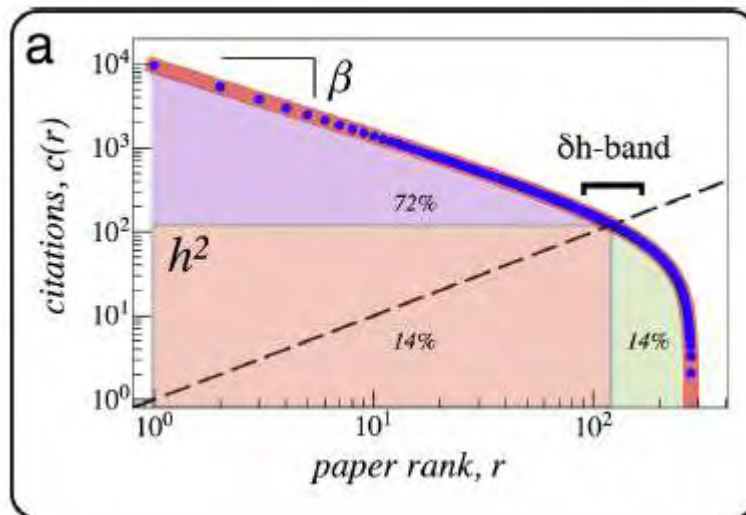
Μια αρνητική συνέπεια του δείκτη h , όσον αφορά στα άρθρα επιστημόνων με πολλές αναφορές, έγινε η αιτία να δημιουργηθεί ένας νέος δείκτης, ο δείκτης Z . Ο δείκτης Z , στοχεύει στη βελτίωση αυτής της συνέπειας και ορίζεται από τον εξής γεωμετρικό συνδυασμό:

$$Z \equiv \frac{\sqrt{h^2 + C}}{\sqrt{5}}, [34]$$

όπου C είναι ο συνολικός αριθμός ετεροαναφορών και h είναι ο δείκτης h .

Ο γεωμετρικός αυτός συνδυασμός, υπολογίζεται απ' τις πληροφορίες που παρέχονται στο προφίλ των βάσεων δεδομένων, της online καριέρας κάθε επιστήμονα, το οποίο περιλαμβάνει σημαντικές πληροφορίες για το προφίλ επιστημόνων, μέσα απ' την ταξινόμηση των ετεροαναφορών τους, $c_i(r)$. Το προφίλ αυτό των επιστημόνων, $c_i(r)$, υπολογίζεται με την ταξινόμηση, των συνολικών δημοσιεύσεων N_i , ενός επιστήμονα i σε φθίνουσα σειρά, σύμφωνα με τις ετεροαναφορές, έτσι ώστε: $c_i(1) \geq c_i(2) \geq \dots \geq c_i(N_i)$. Ο μαθηματικός ορισμός του δείκτη h , μας λέει ότι το άρθρο της ταξινόμησης h , δεν έχει λιγότερες από h ετεροαναφορές: $c_i(h_i) \geq h_i$, κάτι που αλλάζει μηδαμινά το γραφικό ορισμό 28 που ακολουθεί. [34]

[Γραφική Παράσταση 28: Σχηματική απεικόνιση του προφίλ ταξινόμησης ετεροαναφορών \$c_i\(r\)\$ \[34\]](#)



Το ροζ σκιαγραφημένο τμήμα της πιο πάνω γραφικής παράστασης 28, αντιπροσωπεύει τη μέτρηση ετεροαναφορών h^2 , η οποία υπολογίζει ένα υποσύνολο του συνολικού αριθμού ετεροαναφορών C . Για καριέρες όμοιες με το πιο πάνω προφίλ της γραφικής, στο οποίο τα κορυφαία άρθρα κατανέμονται σύμφωνα με το κανόνα $c_i(r) \sim r^{-\beta_i}$, το h_i^2 αντιπροσωπεύει μόνο ένα μικρό μέρος απ' τις συνολικές ετεροαναφορές C . Το « δh band» είναι το σύνολο των άρθρων με ταξινόμηση $r \in [h \pm$

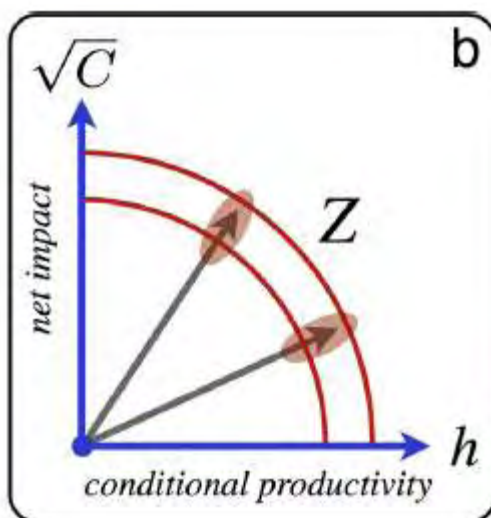
δh], τα οποία μόλις αποκτήσουν αναφορές αυξάνουν καλύτερα το δείκτη h , ενώ επηρεάζουν ελάχιστα το C . Εξαιτίας του ότι ο δείκτης Z , αποτελεί ένα γεωμετρικό συνδυασμό των h και \sqrt{C} , η ποσότητα του Z είναι λιγότερο ευαίσθητη στις τοπικές αλλαγές του προφίλ ετεροαναφορών ενός επιστήμονα και άρα λιγότερο ευάλωτη στην άμεση εκμετάλλευση. Ουσιαστικά, ο δείκτης Z είναι η διανυσματική νόρμα που ορίζεται για κάθε ζεύγος συντεταγμένων $(h_i, \sqrt{C_i})$ στο επίπεδο Z . [34]

Η γραφική παράσταση 29 που ακολουθεί, είναι μια δυσδιάστατη απεικόνιση της παραγωγικότητας και των επιπτώσεων στο επίπεδο Z , που προσδιορίζεται απ' τις συντεταγμένες (h, \sqrt{C}) και περιλαμβάνει τις συνολικές ετεροαναφορές:

$$C = \sum_r c(r), \quad [34]$$

ως συμπληρωματική μετρική επιπτώσεων του h , η οποία κατά κύριο λόγο αποτελεί μετρική παραγωγικότητας. [34]

Γραφική Παράσταση 29: Νοερός σχηματισμός του επιπέδου Z [34]



Η πιο πάνω γραφική παράσταση 29, απεικονίζει την ακτινοειδή διάταξη της σταθεράς $Z \equiv \frac{\sqrt{h^2+c}}{\sqrt{5}}$, η οποία εμπεριέχει σταδιοδρομίες με παρόμοιες τιμές Z . Δεδομένου ότι, υπάρχουν ποικίλες σταδιοδρομίες και ευμεταβλητότητα στο $c(r)$, αυτές οι διατάξεις καταλαμβάνουν δυσδιάστατα χαρακτηριστικά της παραγωγικότητας του h και του τελικού αντίκτυπου όλων των δημοσιεύσεων, όπως καταμετρήθηκαν απ' το C . [34]

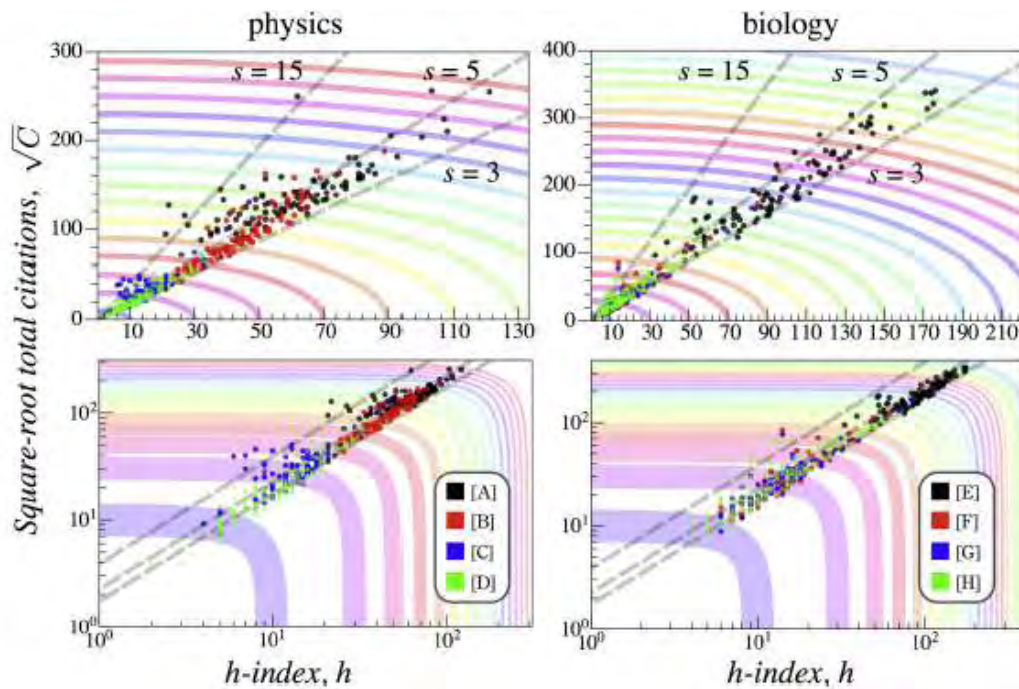
15.2. Εμπειρικά αποτελέσματα με τα θετικά και αρνητικά του δείκτη Z

Απ' τη στιγμή που το h^2 είναι ένα υποσύνολο των ετεροαναφορών, που καταμετρούνται από το C , τότε τα h^2 και C συσχετίζονται ως εξής:

$$C_i = s_i h_i^2, \text{ όπου το } s_i \geq 1. \quad [34]$$

Στις γραφικές παραστάσεις 30 που ακολουθούν, απεικονίζονται τα ζεύγη $(h_i, \sqrt{C_i})$ για κάθε συγγραφέα i σε γραμμικούς και log-log άξονες. Οι χρωματιστές ζώνες, εκπροσωπούν τη σταθερά Z . Τα δεδομένα περιορίζονται σε σχετικά μικρές ακτινικές ζώνες, κυρίως διότι το h σχετίζεται πολύ με το C . Το γεγονός ότι τα δεδομένα συλλέγονται ανάμεσα απ' τις γραμμές με $Z(s)/h = 3$ και 15, υποδηλώνει τη χρησιμότητα της εκπροσώπησης των $(h_i, \sqrt{C_i})$. Η γωνία, προσδιορίζει ότι κάθε σημείο δεδομένων είναι ανάλογο του s και δεν είναι τόσο διαφωτιστική, όσο το συνολικό μέγεθος του Z , το οποίο δίνει πληροφορίες για κάθε καριέρα. [34]

[Γραφικές Παραστάσεις 30: Εμπειρικές τιμές των \$h\$ και \$\sqrt{C}\$ σε επίπεδο \$Z\$ \[34\]](#)



Οι χρωματιστές καμπύλες των γραφικών παραστάσεων 30, μειώνονται εκθετικά με την αύξηση της σταθεράς Z . Οι ευθείες διακεκομμένες γραμμές, αντιστοιχούν σε παράγοντες με κλίση $R(s)$ με τη χρήση $s = 3.5, 15$. Το 50% απ' τις σταδιοδρομίες, εσωκλείεται απ' τις γραμμές με τα $s = 3$ και 5. Οι χαμηλές τιμές h , που αποτελούνται από πολλά προφίλ βοηθών καθηγητών (τα μπλέ σημεία), περιγράφονται αρκετά καλά απ' τις συστάδες ανάμεσα στις γραμμές των Z , γεγονός που υποδηλώνει ότι οι βοηθοί καθηγητές προσλαμβάνονται τυπικά, με τη χρήση κριτηρίων που συσσωρεύτηκαν για σχετικά ψηλό C . [34]

Η στατιστική κατανομή του δείκτη Z έχει ομαλότητες, εξαιτίας των οποίων πρέπει να προσδιοριστεί η διανυσματική νόρμα του Z , με τη χρήση των «φυσικών μονάδων». Έτσι, οδηγήθηκαν στον εξής τύπο:

$$Z = h \sqrt{\frac{1+s}{5}}, [34]$$

Οι «φυσικές μονάδες» του κανονικοποιημένου παράγοντα $1/\sqrt{5}$, υποδηλώνουν ότι ο δείκτης Z διατηρεί τα πλεονεκτήματα του δείκτη h , δεδομένου ότι σταδιοδρομίες με $s = 4$ αντιστοιχούν στον παραδοσιακό δείκτη h , $Z(s = 4) = h$. [34]

Ο δείκτης Z , έχει το πλεονέκτημα να μη μειώνει την αξία της τιμής του για άρθρα με σημαντικές αναφορές. Απ' αυτά τα άρθρα, οι συγγραφείς αποκτούν αρκετή απ' την επιστημονική τους φήμη. Ένα άλλο πλεονέκτημα του δείκτη Z , είναι η δύναμή του ενάντια στις διαταραχές του επιπέδου Z : $(h, \sqrt{C}) \rightarrow (h+1, \sqrt{C+1})$. Αυτές οι διαταραχές, μπορεί να προκύψουν μόνο απ' τη στοχαστική εισροή ετεροαναφορών, ή απ' τις συγκεκριμένες στρατηγικές των αυτο-ετεροαναφορών, στοχεύοντας στην αύξηση του δείκτη h . Τις διαταραχές του Z , τις υπολογίζουμε ως εξής:

$$\delta Z = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\sqrt{(h+1)^2 + C + 1} - \sqrt{h^2 + C} \right) \quad [34]$$

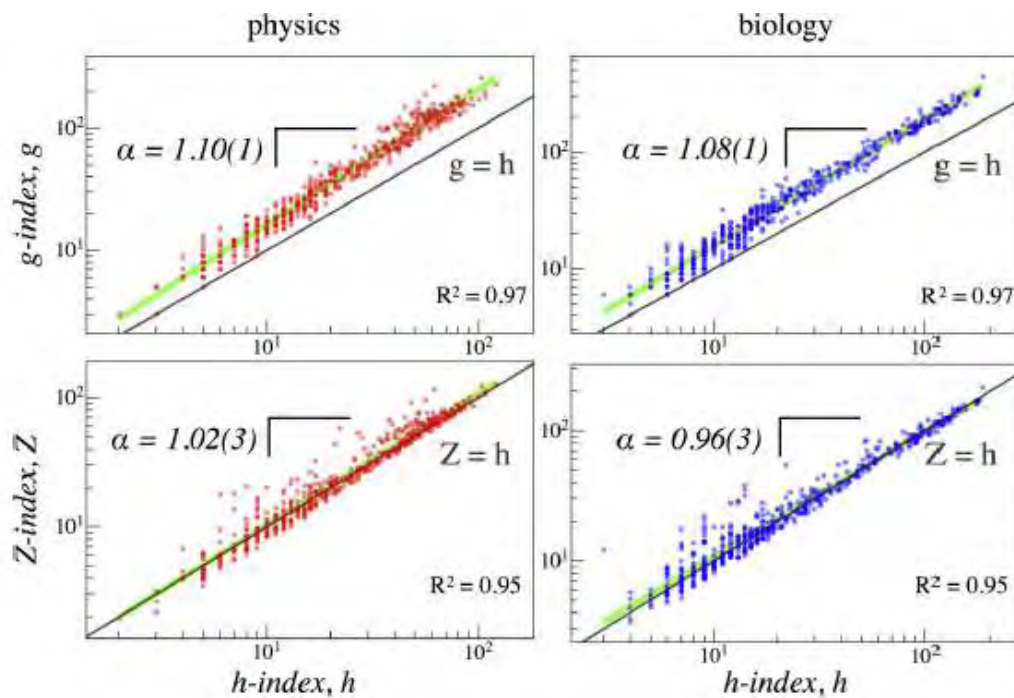
Ένα αποτέλεσμα, προέρχεται από μια ετεροαναφορά ενός άρθρου με h ετεροαναφορές στο κέντρο του « h -band» (γραφική παράσταση 28). Ως εκ τούτου, το $\delta Z \sim \frac{h+1}{5Z} \sim 1/5 \ll 1$, για προφίλ με $Z \approx h$. Γενικότερα, η αλλαγή του Z στη γενική μετάβαση $(h, C \rightarrow h+\delta h, C+\delta C)$ δίνεται απ' τη σχέση:

$$\delta Z = \frac{1}{5Z} \left(h\delta h + \frac{1}{2}\delta C \right). \quad [34]$$

Εαν το $Z \sim h$, τότε αυτή η έκφραση δείχνει ότι προκειμένου να αυξηθεί το Z κατά μια μονάδα, η αλλαγή $\delta h = 1$ πρέπει να συνοδεύεται απ' την αλλαγή στις συνολικές ετεροαναφορές, της τάξης των $\delta C \sim 8Z$. Με άλλα λόγια, μια ετεροαναφορά που αυξάνει το h κατά μια μονάδα, δε θα έχει καμία επίδραση στον Z , καθιστώντας τις συγκεκριμένες στρατηγικές αυτο-ετεροαναφορών λιγότερο επιβραβεύσιμες. [34]

Οι δείκτες h και g , σχετίζονται αρκετά και αποδίδουν γενικά τις ίδιες πληροφορίες. Αυτή η συσχέτιση, εξετάζετε στο πάνω μέρος των γραφικών παραστάσεων 31 που ακολουθούν, οι οποίες δείχνουν ότι για κάθε επιστημονικό κλάδο τίθεται το $g \sim h^\alpha$ με το $\alpha \approx 1.10 \pm 0.01$ για Φυσικούς και $\alpha \approx 1.08 \pm 0.01$ για Βιολόγους. Αποκλίσεις από το σύνολο, προκύπτουν όταν η β_i διαβάθμιση του δείκτη δεν είναι γενική, αλλά κυμαίνεται γύρω στο $\beta \sim 1$. Στο κάτω μέρος των γραφικών παραστάσεων 31, απεικονίζονται τα διαγράμματα διασποράς και τα μοντέλα ενέλιξης ανάμεσα στους δείκτες Z και h , τα οποία είναι ελαφρώς μικρότερα από R^2 , ενδεικτικά ορισμένων προφίλ που είναι σε μειονεκτική θέση σύμφωνα με το δείκτη h , τα οποία όμως αντισταθμίζονται απ' το δείκτη Z . Απ' τη στιγμή που οι τιμές β_i , υπολογίζονται δυσκολότερα απ' τις h_i , προτείνουμε ένα δυσδιάστατο ζεύγος (h, \sqrt{C}) που καταλαμβάνει την επιστημονική παραγωγή και τα προφίλ επιπτώσεων σε ένα εύρο φάσμα ηλικίας και κύρους. [34]

[Γραφικές Παραστάσεις 31: Ο δείκτης h σε συνάρτηση με τους δείκτες g και Z \[34\]](#)



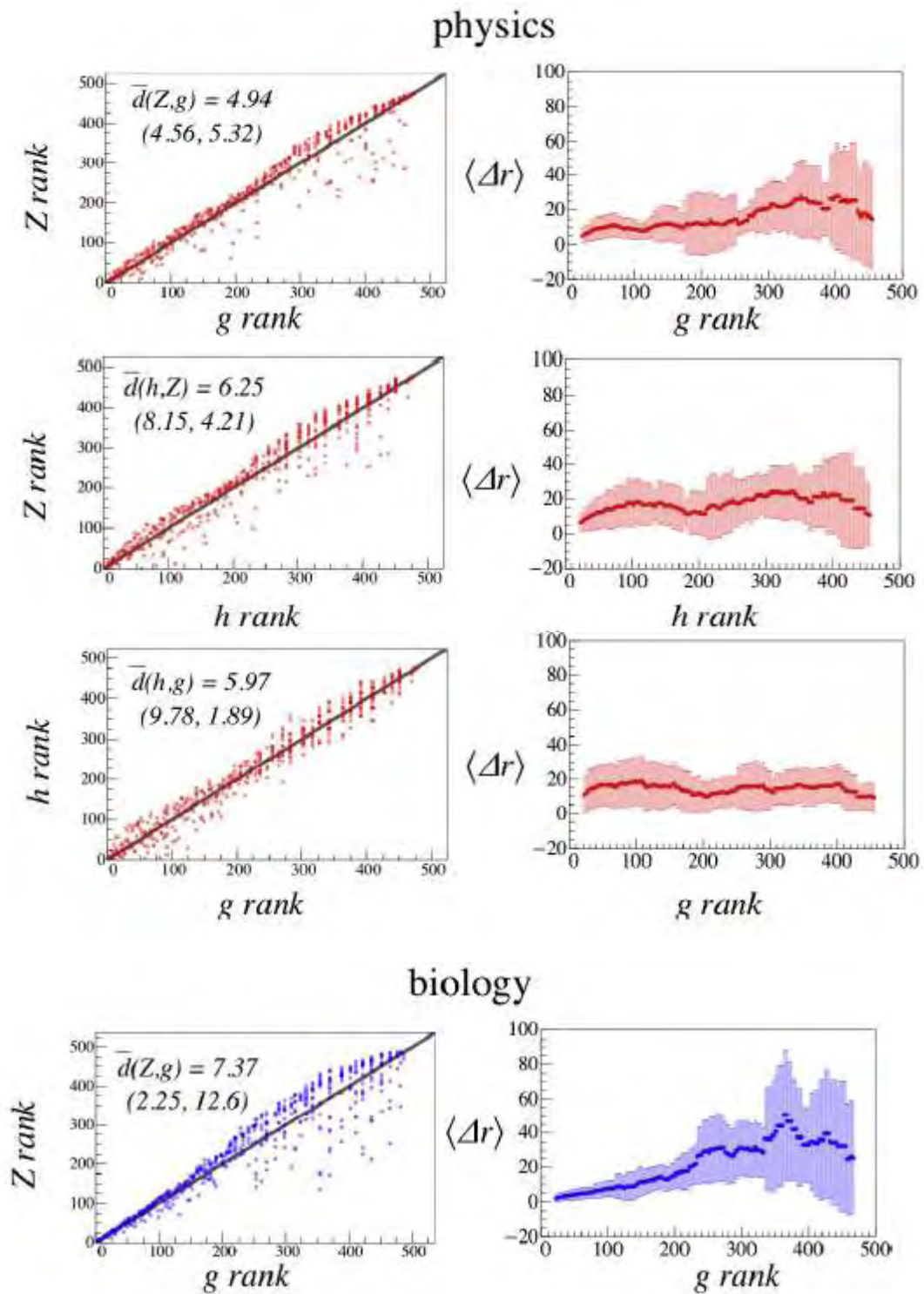
15.3. Έλεγχος στη σταθερότητα ταξινόμησης των δεικτών h, g και Z

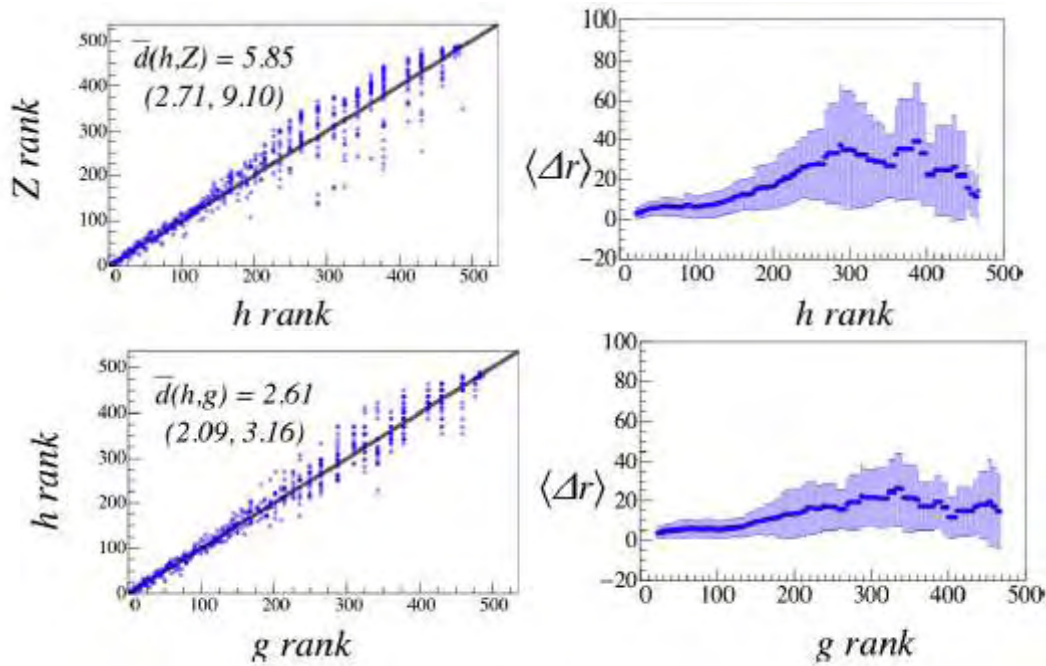
Η σταθερότητα ταξινόμησης ενός συστήματος, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το εύρος των ιδιοτήτων του συστήματος. Στην περίπτωση ταξινόμησης επιστημόνων, σύμφωνα με τις ποσοτικοποιημένες μετρικές που παράγονται απ' το $c_i(r)$, είναι σημαντικός ο προσδιορισμός της σταθερότητας στη ταξινόμηση δυο σχετικών δεικτών, έστω A και B. Εάν προστεθούν νέες πληροφορίες στο δείκτη B, τότε θα υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στις ταξινομήσεις των επιστημόνων. [34]

Η πιο πάνω εικασία, εξετάστηκε με τη χρήση των δεικτών h, g και Z, συγκρίνοντας τη σταθερότητα ταξινόμησης κάθε ζεύγους. Για κάθε σύνολο δεδομένων ενός κλάδου, υπολογίστηκε η ταξινόμηση κάθε επιστήμονα, $r_i(A)$ σύμφωνα με τους δείκτες h, g και Z. Κατόπιν, ακολούθησε σύγκριση της ταξινόμησης κάθε επιστήμονα $r_i(B)$, σύμφωνα με ένα διαφορετικό δείκτη B και κατέληξαν έτσι σε τρεις γραφικές παραστάσεις του συνόλου δεδομένων κάθε κλάδου, οι οποίες απεικονίζονται στις γραφικές παραστάσεις 32 που ακολουθούν. [34]

Ο δείκτης Z δεν αγνοεί τα άρθρα επιστημόνων, που έχουν ένα πολύ μεγάλο αριθμό αναφορών, ούτε συγκινείται από τοπικές ανησυχίες. Είναι ένας δείκτης που μπορεί εύκολα να υπολογιστεί με τη χρήση των C_i και h_i , που αναφέρονται σε CVs, ιστοσελίδες, εκθεσεις βράβευσης και online υπηρεσίες δημοσίευσης, όπως είναι οι βάσεις δεδομένων *Google Scholar* και *ResearchID.com*. [34]

Γραφικές Παραστάσεις 32: Προσδιορισμός της σταθερότητας στην ταξινόμηση διαφορετικών δεικτών στους κλάδους της Φυσικής και Βιολογίας [34]





Απ' τις πιο πάνω γραφικές παραστάσεις 32, η 1^η στήλη απ' τον κλάδο της Φυσικής, αλλά και τον κλάδο της Βιολογίας μας δείχνουν τα διαγράμματα διασποράς των ταξινομημένων ζευγαριών $(r_i(A), r_i(B))$, τα οποία υπολογίσθηκαν με τους τρεις συνδυασμούς της ταξινόμησης σύμφωνα με τα g_i , h_i και Z_i κάθε επιστήμονα i . Η 2^η στήλη απ' τον κλάδο της Φυσικής, αλλά και της Βιολογίας, δείχνουν τις αντίστοιχες αλλαγές στην ταξινόμηση Δr , ως μια συνάρτηση της ταξινομημένης τιμής $r_i(A)$. Για το δείκτη $B = Z$, στις γραφικές των δυο πρώτων γραμμών και των δυο κλάδων, υπάρχει μια ανοδική αστάθεια στις αυξημένες τιμές των δεικτών g και h , γεγονός που μαρτυρά ότι ο δείκτης Z περιλαμβάνει πληροφορίες που παραλείπει, σαν αποτέλεσμα των σημαντικών αλλαγών της συνολικής ταξινόμησης. Επίσης, η σχετική εντροπία $d(r_i(A), r_i(B))$, απεικονίζεται σε κάθε δείγμα δεδομένων στις γραφικές παραστάσεις 32 και εντός παρανθέσεων, υπάρχουν τα ζεύγη (\bar{d}_-, \bar{d}_+) που υπολογίζονται στο κάτω ήμισυ και στο πάνω ήμισυ κάθε δείγματος δεδομένων. [34]

Η μεγαλύτερη αλλαγή πληροφοριών, γίνεται για το ζεύγος (Z, g) και η μικρότερη για το (h, g) . Αυτό υποδηλώνει ότι ο δείκτης Z περιλαμβάνει επιπλέον πληροφορίες στις ταξινομήσεις, που οι δείκτες h και g παραμελούν. Αυτή είναι μια σημαντική παρατήρηση, για το μεγάλο αριθμό σταδιοδρομιών που δε βρίσκονται στη κορυφή και μπορεί να βιώσουν μεγάλη αστάθεια στις ταξινομήσεις, εάν οι πληροφορίες από ολόκληρο το $c_i(r)$ συμπεριληφθούν σ' αυτές ή όχι. [34]

16. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας, στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης της σημασίας του επιστημονικού έργου. Η αξιολόγηση του επιστημονικού έργου είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα, το οποίο έλαβε ιδιαίτερη προσοχή από μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας, κατά τα τελευταία έτη. Για το λόγο αυτό, προτάθηκε ένας μεγάλος αριθμός βιβλιομετρικών, με απώτερο στόχο τον αριθμητικό υπολογισμό δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων και των συνολικών ετεροαναφορών που φέρουν αυτά τα άρθρα, και όχι μόνο.

Ενδιαφέρον γι' αυτά τα θέματα επέδειξε και ο Jorge E.Hirsch, ο οποίος πρότεινε το δείκτη *h* για τη διεξαγωγή μιας δίκαιης ταξινόμησης των επιστημόνων και προσπάθησε να αποφύγει πολλά απ' τα μειονεκτήματα των προηγούμενων μεθόδων βιβλιογραφικής ταξινόμησης. Πολλοί είναι οι επιστήμονες που εκτίμησαν ιδιαίτερα το δείκτη *h*, λόγω των καλών του ιδιοτήτων στην καταμέτρηση της επιστημονικής παραγωγικότητας των ερευνητών και για το λόγο αυτό, γράφτηκαν εκατοντάδες άρθρα για το συγκεκριμένο δείκτη. Ωστόσο, διάφοροι βιβλιομετρικοί ερευνητές επισήμαναν και αρκετά μειονεκτήματά του.

Ο αρχικός δείκτης *h* που προτάθηκε απ' τον Hirsch το 2005, είχε τελικά πολλές και διάφορες ελλείψεις. Σ' αυτή την εργασία, αναφέρθηκαν πολλά μειονεκτήματα, αλλά και πλεονεκτήματά του. Μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα του δείκτη *h* είναι η απλότητά του, ο εύκολος υπολογισμός του, η αντικειμενικότητά του, καθώς και η εύκολη κατανόησή του. Επιπρόσθετα, αποδίδει καλύτερα από άλλους δείκτες στην αξιολόγηση των επιστημονικών έργων. Έχει την ικανότητα να εξελίσσεται, αλλά και να λαμβάνεται με σχετική ευκολία απ' τις βάσεις δεδομένων.

Εκτός απ' τα πλεονεκτήματά του, ο δείκτης *h* έχει και πολλά μειονεκτήματα. Ορισμένα απ' αυτά είναι η αποτυχία του στο να λάβει πολύπλοκες ετεροαναφορές από ερευνητές, λόγω της απλότητάς του, με αποτέλεσμα να χάνει σημαντικές πληροφορίες που αφορούν στην αξιολόγηση του έργου ενός επιστήμονα. Θέτει σε μειονεκτική θέση επιστήμονες με μικρή σταδιοδρομία, άσχετα με τις ανακαλύψεις τους. Επηρεάζεται απ' την επιστημονική παραγωγή του θέματος προς μελέτη. Επιπλέον, δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση επιστημόνων που εργάζονται σε διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους και δίνει στις γυναίκες χαμηλότερη τιμή, σε σύγκριση με την τιμή που δίνει στους άνδρες επιστήμονες. Υπολογίζεται σχετικά εύκολα και ακριβώς γι' αυτό, ελλοχεύει ο κίνδυνος της αδιάκριτης χρήσης του.

Αυτά ήταν μόνο μερικά απ' τα αρνητικά στοιχεία του δείκτη Hirsch. Τα πολλά μειονεκτήματά του, ήταν και η αιτία που πολλοί ερευνητές θέλησαν να δημιουργήσουν νέους βιβλιομετρικούς δείκτες, σε μια προσπάθεια τους να αντιμετωπίσουν με επιτυχία, όσα πιο πολλά μειονεκτήματα μπορούσαν. Για παράδειγμα, ο Egghe το 2006 δημιούργησε το δείκτη *g*, για να αντιμετωπίσει επιτυχώς ένα άλλο μειονέκτημα του δείκτη *h* που λέει ότι: όταν ένα άρθρο ανήκει πια στα κορυφαία *h* άρθρα, τυχόν επακόλουθες ετεροαναφορές δεν υπολογίζονται. Ο δείκτης *g*, αν και κληρονόμησε όλες τις καλές ιδιότητες του δείκτη *h*, είχε κι αυτός πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Μερικά πλεονεκτήματα του δείκτη *g*, είναι οι μεγάλες τιμές που κατέχει, οι οποίες βοηθούν στην αναγνώριση της αξίας των άρθρων με λίγες ή καθόλου αναφορές, παράλληλα με την αναγνώριση της αξίας άρθρων με πολλές αναφορές. Επιπρόσθετα,

ξεπερνάει ευκρινώς την αδυναμία που έχει ο δείκτης h , όσον αφορά στην έλλειψη απεικόνισης των εσωτερικών αλλαγών του Hirsch-core και λαμβάνει καλύτερα υπόψη – απ’ το δείκτη h – τις αλλοιωμένες κατανομές ετεροαναφορών.

Πέρα απ’ τα θετικά στοιχεία, ο δείκτης g , έχει και μερικά μειονεκτήματα. Ορισμένα απ’ αυτά είναι ότι ο υπολογισμός του δείκτη g αυξάνει το πρόβλημα της ακρίβειας. Οι ψηλότερες τιμές του δείκτη g , αποτελούν συνάμα και πλεονέκτημα και μειονέκτημα, διότι υποδηλώνουν ότι πρέπει να καταβάλλεται πολύ περισσότερη προσπάθεια κατοχύρωσης της βάσης δεδομένων. Επιπλέον, η τιμή του δείκτη g είναι πάντοτε ένας ακέραιος αριθμός, τον οποίο μπορεί να έχουν κοινό πολλοί συγγραφείς. Αυτό δημιουργεί πρόβλημα στη διάκριση της απόδοσης κάθε συγγραφέα. Για το λόγο αυτό, ο δείκτης g δε θεωρείται ο καταλληλότερος δείκτης για την αξιολόγηση μιας μικρής ομάδας συγγραφέων.

Δημιουργήθηκαν κι άλλοι δείκτες, εκτός απ’ το δείκτη g , με απώτερο σκοπό να αναβαθμίσουν και να βελτιώσουν τα αρνητικά στοιχεία του δείκτη h . Ένας απ’ αυτούς είναι ο δείκτης hg , που προτάθηκε απ’ τον Rousseau το 2006, σε μια προσπάθεια να δοθούν σ’ αυτόν το νέο δείκτη όλα τα πλεονεκτήματα των δεικτών h και g και να μειωθούν, όσο γίνεται, τα μειονεκτήματά τους. Ο δείκτης f , δημιουργήθηκε για να αντιμετωπίσει την αδυναμία που πηγάζει απ’ την έλλειψη των συντερματικών (coterminal) ετεροαναφορών. Ο συγκεκριμένος δείκτης, λαμβάνει υπόψη τις συντερματικές ετεροαναφορές, είναι χρήσιμος στην ακαδημαϊκή παραγωγή ορισμένων επιστημόνων της Πληροφορικής και διακρίνει άτομα, των οποίων το έργο διεισδύει σε πολλές επιστημονικές κοινότητες.

Επιπρόσθετα, στην εργασία αυτή περιγράφονται κι άλλοι δείκτες, όπως είναι ο δείκτης C που χρησιμοποιεί τη συνολική ποσότητα και τις πληροφορίες των γειτονικών κόμβων, καθώς επίσης και την ισχύ των συνδέσμων για την καταμέτρηση της κεντρικότητας ενός κόμβου, με απώτερο σκοπό τη δημιουργία μιας μοναδικής μετρικής για συλλογικότερη απόδοση. Γενικά, ο δείκτης C υπολογίζει την ικανότητα σύμπραξης ενός κόμβου σ’ ένα σταθμισμένο δίκτυο. Επίσης αναφέρεται μια νέα αυστηρά μονοτονική εκδοχή του δείκτη h , ο δείκτης h_T , ο οποίος συγκεντρώνει όλες τις ετεροαναφορές ενός συγγραφέα. Αντιπροσωπεύει την *tapered* κατανομή ετεροαναφορών, συνδυασμένη με άρθρα πολλών αναφορών, παρά την ακατάπαυστη χρήση του δείκτη h .

Παράλληλα γίνεται αναφορά και στο δείκτη S , ο οποίος σχετίζεται απόλυτα με τον αριθμό των δημοσιευμένων άρθρων μιας περιοδικής έκδοσης. Είναι ένας πρωτότυπος δείκτης αξιολόγησης, που βασίζεται στον αριθμό ετεροαναφορών κάθε άρθρου μιας συγκεκριμένης περιοδικής έκδοσης και στην ταξινόμηση του άρθρου, η οποία γίνεται σύμφωνα με τον αριθμό ετεροαναφορών. Μια άλλη αναφορά, γίνεται γύρω απ’ το δείκτη j . Ο δείκτης j προτάθηκε βασιζόμενος στο δείκτη h , σε μια προσπάθεια να διατηρηθούν τα πλεονεκτήματα του δείκτη h και να αντιμετωπιστούν επιτυχώς τα μειονεκτήματά του. Λαμβάνει υπόψη την κατάχρηση των δημοσιεύσεων στον h -core και την κατανομή των ετεροαναφορών.

Επιπρόσθετες, αναφορές γίνονται στους ακόλουθους δείκτες: ο δείκτης L προτάθηκε απ’ τους Korn et al., για την αποτελεσματική περιγραφή των επικοινωνιών στα μη σταθμισμένα δίκτυα. Ένας νέος δείκτης, ο δείκτης $h_{I,annual}$, δημιουργήθηκε με την αιτιολογία να αντιμετωπίσει επιτυχώς το μειονέκτημα του δείκτη h που δε

μπορεί να συγκρίνει το ακαδημαϊκό έργο επιστημόνων που εργάζονται σε διαφορετικούς κλάδους. Μια τελευταία αναφορά, γίνεται στο δείκτη Z ο οποίος δημιουργήθηκε για να αντιμετωπίσει και να βελτιώσει την αρνητική συνέπεια του δείκτη h, όσον αφορά στα άρθρα επιστημόνων με πολλές αναφορές.

Ένα γενικό συμπέρασμα της όλης εργασίας είναι ότι η αξιολόγηση του επιστημονικού έργου είναι ένα πολύ δύσκολο και περίπλοκο έργο, το οποίο χρειάζεται ακόμη πολλές βελτιώσεις. Σίγουρα έχουν γίνει αξιόλογες προσπάθειες για να καταμετρηθεί και να αξιολογηθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το έργο των ερευνητών, κυρίως μετά τη δημιουργία του δείκτη h και ποικίλων εναλλακτικών εκδοχών του, αλλά και μετά τη δημιουργία νέων δεικτών. Παρόλ' αυτά, η αξιολόγηση του επιστημονικού έργου, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα απασχολήσει και στο μέλλον πολλούς ερευνητές, οι οποίοι θα καταβάλουν συνεχώς προσπάθειες για να το βελτιώσουν.

17. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Adams D., Alakangas S., Harzing A.W., (December 2013) “h_{la}: An individual annual h-index to accommodate disciplinary and career length differences”. *Scientometrics*, (Available at: <http://www.harzing.com/download/hia.pdf>).
- [2] Akritidis L., Bozani P., Katsaros D. (February 2009) “The f-index: Quantifying the Impact of Coterminal Citations on scientist’s ranking”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(5): 1051-1056, (Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.21040/pdf>).
- [3] Alonso S., Cabrerizo F.J., Herrera-Viedma E., Herrera F. (2009) “h-Index: A review focused in its variants, computation and standardization for different scientific fields”. *Journal of Informetrics*, (3): 273-289, (Available at ScienceDirect: www.elsevier.com/locate/joi).
- [4] Alonso S., Cabrerizo F.J., Herrera-Viedma E., Herrera F. (February 2010) “hg-index: a new index to characterize the scientific output of researchers based on the h- and g-indices”. *Scientometrics*, (82): 391-400, DOI: 10.1007/s11192-009-0047-5, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-009-0047-5>).
- [5] Anania G., Caruso A. (2013) “Two simple new bibliometric indexes to better evaluate research in disciplines where publications typically receive less citations”. *Scientometrics*, (96): 617-631, DOI:10.1007/s11192-013-0951-6, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-013-0951-6>).
- [6] Anderson T.R., Hankin R.K.S., Killworth P.D. (2008) “Beyond the Durfee square: Enhancing the h-index to score total publication output”. *Scientometrics*, 76(3): 577-588, DOI: 10.1007/s11192-007-2071-2, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-007-2071-2>).
- [7] Aoun S.G., Batjer H.H., Bendok B.R., Dacey R.G., Rahne R.J. (November 2013) “Standardizing the evaluation of scientific and academic performance in neurosurgery – Critical review of the “h” index and its variants”. *World Neurosurgery*, (8): E85-E90, (Available at: www.worldneurosurgery.org).
- [8] Bar-Ilan J., Fenner T., Levene M., (March 2012) “A bibliometric index based on the complete list of cited publications”. *International Journal of Scientometrics*, 16(1): Paper 1, (Available at: <http://cybermetrics.cindoc.csic.es/articles/v16i1p1.html>).
- [9] Bordons M., Costas R. (2008) “Is the g-index better than the h-index? An exploratory study at the individual level”. *Scientometrics*, 77(2): 267-288, DOI: 10.1007/211192-007-1997-0, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-007-1997-0>).
- [10] Bordons M., Costas R. (2007) “The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level”. *Journal of Informetrics*, (1): 193-203, (Available at: www.elsevier.com/locate/joi).
- [11] Bornmann L., Daniel H.-D. (2007) “What do we know about h-index?”. *Wiley InterScience*, DOI: 10.1002/asi.20609, (Available at: www.interscience.wiley.com).
- [12] Bornmann L., Daniel H.-D., Mutz R. (2008) “Are there better indices for evaluation purposes than the h-index? A comparison of nine different variants of the h-index using data from biomedicine”. *Wiley InterScience*, DOI: 10.1002/asi.20806, (Available at: www.interscience.wiley.com).

- [13] Buela-Casal G., Hirsch J.E. (February 2014) "The meaning of the h-index". *International Journal of Clinical and Health Psychology*, (14): 161-164, (Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S169726001470050X>).
- [14] Cabezas-Clavijo A., Delgado-Lopez-Cozar E. (2013) "Google Scholar and the h-index in biomedicine: The popularization of the bibliometric assessment". *Medicina Intensiva*, (5): 343-354, (Available at: www.elsevier.es/medintensiva).
- [15] Campiteli M.G., Holanda A.J., Soares L.D.H., Soles P.R.C., Kinouchi O. (2013) "Lobby index as a network centrality measure". *Physica A*. (392): 5511-5515, (Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437113005839>).
- [16] Cevri C.R., Galante R., Palazzo M. de Oliveira J. (2013) "Comparing the reputation of researchers using a profile model and scientific metrics". *International Conference on Computational Science and Engineering*, DOI: 10.1109/CSE.2013.61 (Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6755240>).
- [17] Chi Pei-shan, Huang Mu-hsan (December 2010) "A comparative study of the application of H-index, G-index and A-index in Institutional-Level Research Evaluation". *Journal of Library and Information Studies*, (Available at: <http://jlis.lis.ntu.edu.tw/article/v8-2-1.pdf>).
- [18] Egghe L. (2013) "Comparative study of four impact and qualitative conclusions". *Information Processing and Management*, (49): 865-870, (Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ipm.2012.12.007>).
- [19] Egghe L. (2006) "Theory and practice of the g-index". *Scientometrics*, 69(1): 131-152, (Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7>).
- [20] Ellison G. (2013) "How does the market use citation data? The Hirsch index in Economics". *American Economic Journal*, (3): 63-90, (Available at: <http://economics.mit.edu/files/8611>).
- [21] Fan W., Yan X., Zhai L. (2013) "C-index: A weighted network node centrality measure for collaboration competence". *Journal of Informetrics*, (7): 223-239, (Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157712000946>).
- [22] Franceschini F., Maisano D. (2010) "Analysis of the Hirsch index's operational properties". *European Journal of Operational Research*, (203): 494-504, (Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221709005402>).
- [23] Franceschini F., Maisano D. (2011) "Criticism of the hg-index". *Scientometrics*, (86): 339-346, DOI: 10.1007/s11192-010-0261-1, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-010-0261-1>).
- [24] Gao Y., Liu Y., Qiao Y., Zuo W. (2013) "Comprehensive geometrical interpretation of h-type indices". *Scientometrics*, 96: 605-615, DOI: 10.1007/s11192-012-0916-1, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-012-0916-1>).
- [25] Harzing A.W. (March 2013) "A longitudinal study of Google Scholar coverage between 2012 and 2013". *Scientometrics*, 98(1): 565-575 (Available at: http://www.harzing.com/download/gsc_coverage.pdf).
- [26] Hovden R. (2013) "Bibliometrics for internet media: Applying the h-index to YouTube". *Journal of the American society for information science and technology*, (11): 2326-2331, (Available at: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1303/1303.0766.pdf>).

- [27] Katsaros D., Manolopoulos Y., Sidiropoulos A. (2007) "Generalized Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks". *Scientometrics*, 72 (2): 253-280, DOI: 10.1007/s11192-007-1722-z, (Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-007-1722-z>).
- [28] Ko Y.M., Park J.Y. (2013) "An index for evaluating journals in a small domestic citation index database whose citation rate is generally very low: A test based on the Korea Citation Index (KCI) database". *Journal of Informetrics*, (7): 404-411, (Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157713000047>).
- [29] Korn A., Schubert A., Telcs A., (January 2009) "Lobby index in networks". *Physica A*, 388(11): 2221-2226, (Available at: <http://arxiv.org/pdf/0809.0514.pdf>).
- [30] Liu Y., Rousseau R. (2009) "Properties of Hirsch-type indices: the case of library classification categories". *Scientometrics*, 79 (2): 235-248, DOI: 10.1007/s11192-009-0415-1, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-009-0415-1>).
- [31] Macri F., Mingers J., Petrovici D. (2012) "Using the h-index to measure the quality of journals in the field of business and management". *Information Processing and Management*, (48): 243-241, (Available at ScienceDirect: www.elsevier.com/locate/infoproman).
- [32] Malesios C., Panaretos J. (2009) "Assessing scientific research performance and impact with single indices". *Scientometrics*, DOI: 10.1007/s11192-008-2174-9, (Available at: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0812/0812.4542.pdf>).
- [33] Mahbuba D., Rousseau R. (2013) "Year-based h-type indicators". *Scientometrics*, DOI: 10.1007/s11192-012-0934-z, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-012-0934-z>).
- [34] Petersen A., Succi S. (2013) "The Z-index: Geometric representation of productivity and impact which accounts for information in the entire rank-citation profile". *Journal of Informetrics*, (7): 823-832, (Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2013.07.003>).
- [35] Public or Perish: <http://www.harzing.com/pop.htm>.
- [36] Schreiber M. (2013) "How relevant is the predictive power of the h-index? A case study of the time-dependent Hirsch index". *Journal of Informetrics*, (7): 325-329, (Available at ScienceDirect: www.elsevier.com/locate/joi).
- [37] Schreiber M. (September 2013) «Do we need the g-index». *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(11): 2396-2399, DOI: 10.1002/asi.22933, (Available at: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1301/1301.4028.pdf>).
- [38] Schreiber M. (2008) "The influence of self-citation corrections on Egghe's g-index". *Scientometrics*, 76(1): 187-200, (Available at: http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0707/0707.4577v1.pdf).
- [39] Schreiber M. (2010) "Twenty Hirsch index variants and other indicators giving more or less preference to highly cited papers". (Available at Digital Libraries "Physics and Society": <http://arxiv.org/abs/1005.5227>).
- [40] Soft Computing and Intelligent Information Systems "h-index: Definition, applications, advantages and disadvantages". (Available at website: <http://sci2s.ugr.es/hindex>).

[41] Todeschini R. (2011) "The j-index: a new bibliometric index and multivariate comparisons between other common indices". *Scientometrics*, (87): 621-639, DOI: 10.1007/s11192-011-0346-5, (Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-011-0346-5>).

[42] Rousseau R. (2012) "New developments related to the Hirsch index". *Industrial Sciences and Technology*, (Available at: http://eprints.rclis.org/7616/1/Hirsch_new_developments.pdf).

[43] Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/G-index>.

[44] Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/H-index>.