

Scientometrie

aneb
jak měřit či neměřit
vědu a vědce

Vladimír Kopecký Jr.
Fyzikální ústav MFF UK
kopecky@karlov.mff.cuni.cz



Kdo vynalezl metr na vědu?

- **1950** – **Dr. Eugene Garfield** pracuje (pod patronací Národní knihovny ozbrojených sil U.S.) na expertních medicínských systémech založených na citacích literatury
- **1962** – E. Garfield zakládá **Institute for Scientific Information** spolu s Národním ústavem zdraví U.S. především pro indexaci literatury o genomice. Databáze zahrnovala literaturu pro 1, 5 a 14 let nazpět. Zpočátku sloužila výhradně pro scientometrický výzkum



Eugene Garfield

Vynalezení impakt faktoru

- **1963** – Institute for Scientific Information začíná na komerční bázi vydávat **Science Citation Index® (SCI®)**, ve kterém jsou zavedeny všechny základní indexy pro „měření vědy“
- **2009** – současná webová verze SCI pokrývá více než 10 000 časopisů z více než 150 vědeckých disciplin zpětně až do roku 1900. (Databáze ISI jsou dostupné díky grantu MŠMT pro všechny vědecké a vysokoškolské instituce v ČR.)



Citace je když...

- **Citace** = formalizovaný odkaz na určitý výsledek, metodu, či myšlenku v jiné publikaci
- **Citovanost** = počet citací dané publikace za určité období (předpokládá se, že koreluje s důležitostí výsledků)
- **Průměrná citovanost**
 - Velmi výrazně se liší dle oborů
 - Smysluplně ji lze srovnávat u různých autorů pouze v rámci jednoho oboru

[illegible]

Prevezato z V. Hořejší. Vesmír 79 (2000) 83–84.

Co jsou to autocitace?

- **Jestliže autor v článku cituje práce, na kterých je uveden jako spoluautor – jde o autocitace**
- **Citace kterýmukoli ze spoluautorů práce se někdy také počítá jako autocitace**
- **Autocitace nesmí být započítány do počtu citací dané práce (pokud není explicitně uvedeno jinak)!**
- Neexistuje žádný jednoduchý a spolehlivý způsob jak vyloučit autocitace
- Autocitace v průměru představují 20–30 % z celkového počtu citací (u některých jedinců to však může být i 90 %)

Jak kdo koho cituje...

- **Citační zvyklosti se v jednotlivých oborech liší!**
- Vysokou citovanost mají **přehledové články a publikace (review) a metodické články**
- „**Připisování**“ **autoři** (z mocenských důvodů či drobnou prací) mohou přijít levně k citacím
- **Kontroverzní publikace** rozproudí diskusi a naženou citace...
- **Ne každá citace je kladná**, aneb opublikujte „koninu“...
- Je-li **práce příliš dobrá** rychle přejde do review nebo monografií, které většina s oblibou cituje...
- Kdo hodně píše hojně **cituje své práce**
- Existují citační vzájemně se **citující „gangy“**

Astronomie a astrofyzika

astronomie a astrofyzika – některé světové „hvězdy“			
celkový počet citací	jméno a rok narození	instituce	nejcitovanější publikace
2000–3000	H. A. Bethe (1906)	Cornell University	349 ×, 209 ×, 188 ×
	R. A. Hulse (1950)	Princeton University	219 ×, 71 ×, 60 ×
1000–2000	R. A. Wilson (1936)	University of Cambridge	724 ×, 152 ×, 148 ×

- Velmi dobré publikace dosahují **řádově desítky citací**, špičkové stovky

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508–513.

astronomie a astrofyzika – čeští vědci			
■ – dlouhodobě pobývali v zahraničí			
celkový počet citací	jméno a rok narození	instituce	nejcitovanější publikace
2000 až 3000	I. Hubený (1948)	■ Goddard Space Flight Center, Greenbelt	191 ×, 132 ×, 56 ×
	Z. Sekanina (1936)	■ Jet Propulsion Laboratory, Pasadena	155 ×, 106 ×, 89 ×
1000 až 2000	P. Hadravský (1942)	Matematicko-fyzikální fakulta UK	139 ×, 44 ×, 36 ×
	Z. Švestka (1925)	■ SRON, Utrecht	140 ×, 80 ×, 47 ×
500 až 1000	M. Karlický (1949)	Astronomický ústav AV ČR	28 ×, 23 ×, 21 ×
	M. Plavec (1925)	■ UCLA, Los Angeles	47 ×, 47 ×, 40 ×
200 až 500	J. Borovička (1964)	Astronomický ústav AV ČR	39 ×, 35 ×, 33 ×
	M. Burša (1929)	ČVUT, Praha	15 ×, 4 ×, 3 ×
	Z. Cepelchová (1929)	Astronomický ústav AV ČR	48 ×, 39 ×, 36 ×
	L. Kohoutek (1935)	■ Hamburger Sternwarte	49 ×, 37 ×, 34 ×
	J. Palouš (1949)	Astronomický ústav AV ČR	36 ×, 34 ×, 23 ×
	D. Vokrouhlický (1966)	Matematicko-fyzikální fakulta UK	47 ×, 22 ×, 20 ×
	J. Vondrák (1940)	Astronomický ústav AV ČR	43 ×, 18 ×, 13 ×

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508–513.

Fyzika

fyzika (teoretická + různé experimentální obory) – některé světové „hvězdy“

celkový počet citací	jméno a rok narození	instituce	nejcitovanější publikace
4000–7000	G. 't Hooft (1946) S. Weinberg (1933)	University Utrecht University of Texas	450 x, 442 x, 382 x 526 x, 442 x, 382 x
2000–3000	S. L. Glashow (1932)	Harvard University	275 x, 152 x, 149 x

- Velmi dobré publikace dosahují **desítky až stovky citací**
- **Silná diverzita mezi fyzikálními obory**, kterým vévodí fyzika pevných látek spolu s teoretickou fyzikou

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508–513.

fyzika – čeští vědci – teoretická + různé experimentální obory ■ - dlouhodobě pobývají v zahraničí

celkový počet citací	jméno a rok narození	instituce	výzkumný obor	nejcitovanější publikace
2000–5000	B. Abeles V. Vitek (1940) E. Wolf (1922) P. Winternitz	■ Exxon Research ■ University of Pennsylvania ■ University of Rochester ■ Université de Montréal	fyzika pevných látek optika teoretická fyzika	421 x, 341 x, 311 x 387 x, 252 x, 233 x 193 x, 153 x, 127 x 75 x, 69 x, 64 x
1000–2000	V. Cervený (1932) V. Dřchal (1945) G. Dorda (1932) V. Holý (1953) P. Hořava (1963) J. Humlíček (1947) M. Hlavský (1940) J. Jersák (1941) J. Kočka (1946) J. Kudrnovský (1944) K. Kunc (1941) J. Mathon M. Nita (1957) V. Palda (1946) J. Peřina (1936) V. Petříček (1940) J. Petzelt (1941) V. Sechovský (1946) R. Šifalda (1946) J. Sesták (1938) J. Taus (1922)	Matematicko-fyzikální fakulta UK Fyzikální ústav AV ČR ■ Siemens Research Labs ■ Přírodovědecká fakulta MU, Brno ■ University of California, Berkeley ■ Přírodovědecká fakulta MU, Brno Matematicko-fyzikální fakulta UK ■ RWTH, Aachen Fyzikální ústav AV ČR Fyzikální ústav AV ČR ■ CNRS a Université P. et M. Curie ■ City University, Londýn Fyzikální ústav AV ČR Fyzikální ústav AV ČR Univerzita Palackého, Olomouc Fyzikální ústav AV ČR Fyzikální ústav AV ČR Matematicko-fyzikální fakulta UK Fyzikální ústav AV ČR Fyzikální ústav AV ČR ■ Brown University, Providence	geofyzika fyzika pevných látek fyzika pevných látek fyzika pevných látek teoretická fyzika fyzika pevných látek fyzika polymérů teoretická fyzika fyzika pevných látek fyzika pevných látek matematická fyzika fyzika pevných látek fyzika pevných látek kvantová optika krytografie fyzika pevných látek fyzika pevných látek fyzika pevných látek termodynamika fyzika pevných látek	189 x, 92 x, 53 x 88 x, 53 x, 50 x 187 x, 126 x, 85 x 1301 x, 181 x, 48 x 632 x, 409 x, 154 x 116 x, 89 x, 55 x 182 x, 101 x, 48 x 105 x, 81 x, 81 x 227 x, 77 x, 53 x 88 x, 63 x, 55 x 121 x, 89 x, 62 x 304 x, 112 x, 81 x 62 x, 42 x, 34 x 304 x, 153 x, 95 x 151 x, 68 x, 67 x 119 x, 94 x, 77 x 71 x, 55 x, 51 x 148 x, 68 x, 47 x 199 x, 151 x, 147 x 280 x, 44 x, 39 x 145 x, 106 x, 88 x

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508–513.

Chemie

chemie (všechny obory kromě biochemie) – některé světové „hvězdy“

celkový počet citací	jméno	instituce	výzkumný obor	nejcitovanější publikace
>30 000	J. A. Pople (1925)	Carnegie Mellon, Univ. Pittsburgh	teoretická chemie	2895 x, 2274 x, 1375 x
10 000–20 000	A. H. Zewail (1946)	Caltech, Pasadena	fyz. chemie (rychlá reakce)	221 x, 211 x, 203 x
3000–4000	F. S. Rowland (1927)	University California, Irvine	fyz. chemie atmosféry	565 x, 306 x, 243 x

- Výborné práce mají **stovky citací**, špičkové tisíce
- Výrazně vyšší je citovanost chemických prací majících vztah k biologickým a medicínským oborům

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508–513.

chemie (kromě biochemie) – čeští vědci

celkový počet citací	jméno	instituce	výzkumný obor	nejcitovanější publikace
8000-9000	J. Michl (1939)	University of Colorado	organická a fyzikální chemie	929 x, 487 x, 156 x
5000-6000	P. Hložek (1946)	Ústav fyzikální chemie J. H. Av. CR	teoretická chemie	340 x, 184 x, 154 x
	A. Holý (1936)	Ústav org. ch. a biol. AV. CR	organická chemie	458 x, 439 x, 294 x
	J. Paldus (1935)	University of Waterloo	teoretická chemie	174 x, 110 x, 104 x
4000-5000	V. E. Bondybey (1940)	Technische Universität, München	fyzikální chemie	142 x, 107 x, 105 x
	T. Hudlický (1949)	University of Florida	organická chemie	297 x, 150 x, 129 x
	J. Janata (1937)	Georgia Institute of Technology	elektrochemie, chemické senzory	233 x, 213 x, 116 x
	J. Kopeček (1940)	University of Utah	chemie polymerů, polym. látka	209 x, 130 x, 112 x
	M. Novotný (1942)	Indiana University, Bloomington	analytická chemie	229 x, 179 x, 138 x
	V. Sklenář (1951)	Přirodovědecká fakulta MU, Brno	fyzikální chemie (NMR)	1184 x, 442 x, 291 x
3000-4000	S. J. Cyvin (1931)	University of Trondheim	fyzikální chemie	219 x, 91 x, 75 x
	J. Janáček (1932)	University of Illinois at Urbana	fyzikální chemie	150 x, 98 x, 75 x
	J. Koutecký (1922)	Freie Universität, Berlin	teoretická chemie	342 x, 272 x, 189 x
	E. Paleček (1930)	Biologický ústav AV. CR	biologická chemie	141 x, 129 x, 104 x
	I. Rosenthal (1948)	Ústav org. ch. a biol. AV. CR	organická chemie	459 x, 268 x, 212 x
	R. Rossmann (1936)	Université de Marne la Vallée	teoretická chemie	148 x, 126 x, 113 x
2000-3000	R. Běloš (1941)	Ústav fyzikální chemie AV. CR, Brno	analytická chemie	186 x, 191 x, 145 x
	K. Dušek (1930)	Ústav makromol. chemie AV. CR	makromolekulární chemie	108 x, 93 x, 90 x
	O. Exner (1924)	Ústav org. ch. a biol. AV. CR	fyzikální organická chemie	387 x, 41 x, 38 x
	Z. Havlíček (1951)	Ústav org. ch. a biol. AV. CR	teoretická chemie	214 x, 175 x, 68 x
	K. Klier (1931)	Lehigh University, Bethlehem	chemická katalýza	529 x, 319 x, 151 x
	M. Lebl (1951)	Spyder Instruments Inc., San Diego	organická chemie	208 x, 115 x, 109 x
	Z. Slavina (1949)	Tyrolská University of Technology	teoretická chemie	124 x, 79 x, 62 x
	V. Špirko (1942)	Ústav fyzikální chemie J. H. Av. CR	teoretická chemie	143 x, 119 x, 95 x
	J. Šponar (1964)	Ústav fyzikální chemie J. H. Av. CR	teoretická chemie	113 x, 108 x, 101 x
	F. Tureček (1950)	University of Washington, Seattle	hmotnostní spektrometrie	174 x, 56 x, 55 x

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508-513.

Molekulární biologie a biochemie

molekulární biologie, buněčné a biomedicínské obory, včetně biochemie

– některé světové „hvězdy“

celkový počet citací	jméno	instituce	výzkumný obor	nejcitovanější publikace
>100 000	B. Vogelstein (1940)	Johns Hopkins Medical Institute Baltimore	molekulární onkologie	20 394 x, 4201 x, 3951 x
40 000-85 000	D. Baltimore (1938)	Caltech, Pasadena	molekulární biologie	1734 x, 1518 x, 1407 x
	J. L. Strominger (1925)	Harvard University	imunologie	2381 x, 1823 x, 1187 x
	R. A. Weinberg (1942)	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge	molekulární onkologie	2250 x, 1935 x, 1587 x

- Velmi dobré práce dosahují běžně stovky až tisíce citací, špičkové až desetitisíce
- Často se projevuje závislost na financích a syndrom „šéfovských“ citací

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508-513.

molekulární biologie, buněčné a biomedicínské obory včetně biochemie – čeští vědci

(– dlouhodobě pobývají v zahraničí)

celkový počet citací	jméno a rok narození	instituce	výzkumný obor	nejcitovanější publikace
8000-12000	J. Bartek (1953)	Inst. of Cancer Biology, Copenhagen	buněčná biol., onkologie	993 x, 579 x, 481 x
	J. Klein (1936)	University Tübingen	imunogenetika, evol. biol.	1015 x, 286 x, 248 x
	J. Městecký (1941)	University of Alabama	imunologie	580 x, 498 x, 449 x
4000-7000	W. Ansorge (1944)	EMBL, Heidelberg	molekulární biologie	665 x, 280 x, 285 x
	J. Bartková (1954)	Inst. of Cancer Biology, Copenhagen	buněčná biol., onkologie	481 x, 442 x, 299 x
	P. Hamet (1945)	University of Montreal	fyziolgie	393 x, 282 x, 278 x
	J. Vávrový (1934)	King's College, London	imunologie	344 x, 248 x, 172 x
	J. Lukáš (1961)	Inst. of Cancer Biology, Copenhagen	buněčná biol., onkologie	585 x, 481 x, 442 x
	J. Novotný (1944)	University of New South Wales	molekulární imunologie	681 x, 299 x, 220 x
	E. Skamene (1941)	McGill University, Montreal	imunologie	476 x, 285 x, 244 x
3000-4000	V. Holý (1949)	Ústav molekulární genetiky AV. CR	molekulární imunologie	609 x, 213 x, 185 x
	O. Kúchel (1924)	Clin. Res. Inst., Montreal	fyziolgie	216 x, 165 x, 136 x
	B. Vojtěšek (1961)	Masarykův onkologický ústav, Brno	buněčná biol., onkologie	442 x, 419 x, 333 x
2000-3000	J. Dureš (1926)	Fyziologický ústav AV. CR	fyziolgie	91 x, 88 x, 62 x
	P. Dismant (1940)	Netherlands Cancer Institute	immunogenetika	242 x, 92 x, 88 x
	H. Ilnerová (1937)	Fyziologický ústav AV. CR	fyziolgie	307 x, 119 x, 77 x
	S. Kazda (1931)	Bayer AG, Inst. Pharm., Wuppertal	fyziolgie, farmakologie	288 x, 173 x, 157 x
	V. Křížek (1963)	Ústav molekulární genetiky AV. CR	buněčná biol., onkologie	895 x, 634 x, 546 x
	M. Malčuková (1950)	University of Michigan	imunologie	310 x, 271 x, 126 x
	S. Tužek (1932)	Fyziologický ústav AV. CR	fyziolgie	291 x, 119 x, 90 x
	J. Vaněček (1951)	Fyziologický ústav AV. CR	fyziolgie	368 x, 307 x, 203 x
	I. Vofečkovský (1958)	Karolinska Institute, Huddinge	molekulární genetiky	594 x, 357 x, 333 x

Převzato z I. Faktor, Vesmír 81 (1999) 508-513.

Jak zjistit počet citací?

- **Web of Science** je referenční databáze článků, obsahující jejich citace
- Databáze je kompletní až od roku 1945
- Nekompletní verze sahá do roku 1900
- Databáze neobsahuje citace z knih, sborníků a časopisů nemajících impact faktor!
- Ročně přibude přes 22 milionů referencí
- Umožňuje vyhledávání pomocí logických operátorů
- **Webová adresa** – <http://portal.isiknowledge.com/>

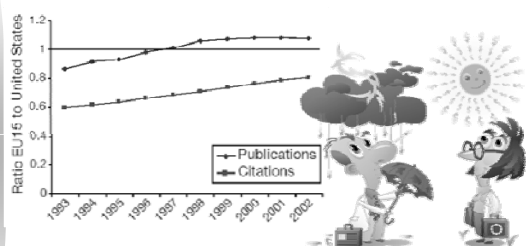


Kdo je nejcitovanější vědec?

- Volně dostupná webová databáze nejcitovanějších vědců v letech 1981–1999, etc. (průběžně vždy za posledních 20 let)
- Zahrnuje 21 vědeckých oborů a v nich vždy 250 nejcitovanějších vědců (ca. 0,5 % všech vědců)
- Citovanost se měří jakou prostý součet všech citací autora za dané období
- **Webová adresa** – <http://www.isihiglycited.com>



Evropa versus Amerika



- Porovnání poměru publikací a citací Evropské unie (15 původních států před rozšíření v roce 2004) se Spojenými státy americkými

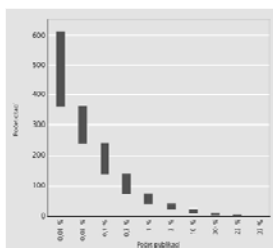
Převzato z D. A. King, Nature 430 (2004) 311–316.

Country	Publications				Citations				Top 1% highly cited publications			
	1993-97		1997-2001		1993-97		1997-2001		1993-1997		1997-2001	
	Total	Per cent world	Total	Per cent world	Total	Per cent world	Total	Per cent world	Total	Per cent comparator group	Total	Per cent comparator group
United States	1,248,733	37.46	1,268,808	34.86	21,664,121	62.0	10,850,540	40.43	22,710	66.5	13,725	62.76
EU15 (incl. UK)	1,180,730	35.42	1,347,985	37.12	15,147,205	39.57	8,628,152	39.3	11,372	52.85	14,049	37.3
United Kingdom	309,883	9.29	342,535	9.43	4,502,052	10.87	2,500,035	11.59	3,853	11.13	4,831	12.78
Germany	248,383	8.06	318,288	8.76	3,875,113	8.69	2,199,817	10.02	2,871	8.89	3,532	10.4
Japan	245,751	9.30	225,050	9.20	3,121,966	7.54	1,692,271	8.44	2,362	8.03	3,020	9.5
France	202,811	6.11	202,028	6.09	2,028,002	6.97	1,572,089	6.89	2,096	6.05	2,981	9.85
Canada	168,331	5.05	165,016	4.69	2,315,140	5.60	1,154,450	5.13	2,000	5.78	2,105	5.84
Rep.	122,396	3.67	147,023	4.05	1,535,006	3.71	964,154	4.38	1,151	3.32	1,620	4.19
Switzerland	51,004	1.52	60,701	1.69	1,112,890	2.59	647,013	2.95	1,195	3.40	1,507	4.12
Netherlands	83,000	2.51	90,505	2.55	1,315,748	3.22	756,037	3.46	1,111	3.21	1,415	3.6
Australia	88,307	2.29	102,000	2.84	1,016,740	2.67	625,000	2.84	1,026	2.49	1,049	2.70
Sweden	63,757	1.91	72,827	2.01	1,007,418	2.43	548,112	2.5	749	2.15	900	2.45
Spain	78,111	2.37	105,654	2.96	818,733	1.96	658,876	3.06	357	1.36	746	2.06
Belgium	40,147	1.2	48,010	1.32	674,005	1.30	330,805	1.56	482	1.30	630	1.60
Denmark	31,003	0.95	37,159	1.02	569,103	1.20	295,004	1.04	445	1.20	570	1.51
Italy	41,804	1.25	46,944	1.27	517,027	1.25	293,039	1.39	440	1.3	588	1.5
Finland	127,058	3.88	139,658	3.84	833,156	1.28	516,018	1.43	388	1.08	451	1.25
Portugal	18,717	0.56	24,699	0.68	437,373	1.03	252,495	1.14	308	0.89	418	1.1
Norway	25,100	0.76	33,808	0.93	332,148	0.8	218,403	1	280	0.72	363	1.04
China	68,001	2.00	115,238	3.18	562,055	0.95	311,519	1.50	153	0.44	375	0.99
South Korea	24,838	0.81	48,736	1.33	183,153	0.44	103,346	0.88	67	0.38	264	0.78
Poland	84,660	1.04	42,862	1.18	237,622	0.67	155,910	0.71	170	0.40	231	0.61
India	72,877	2.19	77,261	2.19	310,401	0.75	188,481	0.80	112	0.32	205	0.54
Brazil	27,874	0.84	43,371	1.21	211,490	0.61	156,307	0.71	150	0.20	188	0.5
Taiwan	32,620	0.98	45,325	1.25	216,853	0.62	150,743	0.69	91	0.25	151	0.4
Rep. Ireland	9,880	0.3	12,779	0.35	104,442	0.25	75,869	0.35	89	0.25	196	0.50
Israel	10,403	0.49	22,333	0.62	125,040	0.31	89,822	0.41	79	0.22	133	0.3

Převzato z D. A. King, Nature 430 (2004) 311–316.

Jak si stojí čeští vědci?

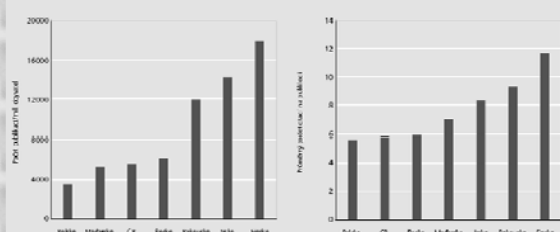
- Za období 1994 – 2005 bylo publikováno 56 653 článků
- Průměrná citovanost článku je 5,81
- **50 % publikací je citováno < 4x**
- Více než 10 citací má ~20 % publikací



Citací ohlas publikací českých autorů vydaných v letech 1994 až 2005 (bez rozlišení oborů)

Převzato z J. Vaněček: Analýza vědeckých publikací českých autorů z let 1994 až 2005 Ergo 2/2007.

Jak si stojí čeští vědci?



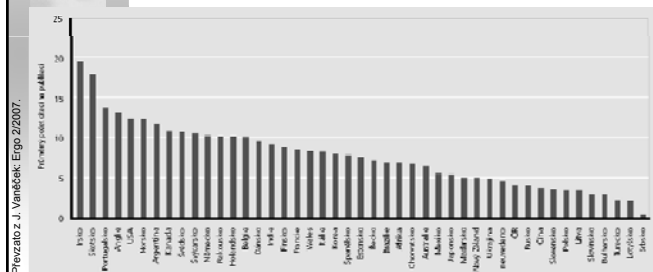
Počet vědeckých publikací vydaných v přírodovědných a technických časopisech v letech 1994 až 2005

Průměrný citací ohlas vydaných v přírodovědných a technických časopisech v letech 1994 až 2005

Převzato z J. Vaněček: Analýza vědeckých publikací českých autorů z let 1994 až 2005 Ergo 2/2007.

Jak si stojí čeští vědci?

- Citovanost publikací českých autorů podle domovské země pracoviště uvedeného jako korespondující ukazuje pozoruhodnou zálibu v Irech a Skotech...



Jak si stojí čeští vědci dle oborů?

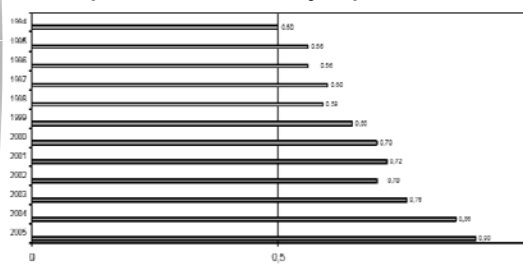
- Počty publikací a jejich citační ohlas ve fyzikálních oborech (dle Thomson Scientific)

Převzato z J. Vaněček, Ergo 2/2007.

Podobory dle klasifikace ISI	Počet publikací	Citovanost publikací	Citovanost (sklopných publikací)	Podobory dle klasifikace ISI	Počet publikací	Citovanost publikací	Citovanost (sklopných publikací)
	čl. ml. oborů	počet cit.	počet cit. publikací		čl. ml. oborů	počet cit.	počet cit. publikací
Thermodynamics	22,79	4	1,66	Statistics & Probability	23,09	5	1,65
Physics, Condensed Matter	244,21	4	6,03	Živáči vědy			
Physics, Mathematical	51,46	7	6,74	Physics, Nuclear	66,34	6	7,97
Physics, Atomic, Molecular & Chemical	120,25	6	8,40	Physics, Particle & Fields	80,52	5	12,00
Physics, Applied	161,34	4	5,15	Molekulární biologie a genetika			
Optics	67,67	4	5,29	Nephrology	10,41	5	9,15
Crytallography	77,04	5	1,59	Živáči země			
Astronomy	5,95	2	2,87	Geochemistry & Geophysics	76,22	3	4,81
Hydrology, Water & Planets	30,10	6	6,55	Chemické vědy			
Mechanics	42,37	5	2,82	Společenské vědy	60,00	1	6,35
Physics, Multidisciplinary	230,32	3	6,00	Polymers Science	111,75	7	6,90
Živáči vědy				Chemistry, Physical	250,77	6	7,48
Medicine & Dentistry				Chemistry, Inorganic & Nuclear	104,08	5	6,55
Medicine & Dentistry	4,01	5	1,12				
Astronomy & Astrophysics	82,56	5	6,85				

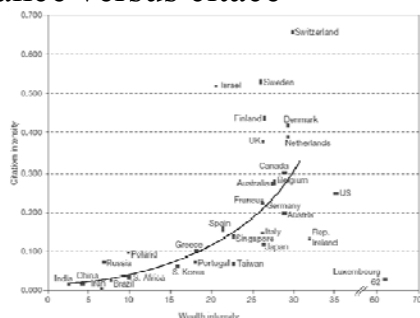
Relativní citační index

$$RCI = \frac{\text{podíl země na světových citacích}}{\text{podíl země na světových publikacích}}$$



Převzato z P. Harmanec, Vesmír 78 (1999) 365-366.

Finance versus citace



- Národní vědecká citační intenzita (poměr citací všech článků ku HDP) jako funkce národního bohatství (HDP na občana). HDP je udána v tisících US dolarů.

Převzato z D. A. King, Nature 430 (2004) 311–316.

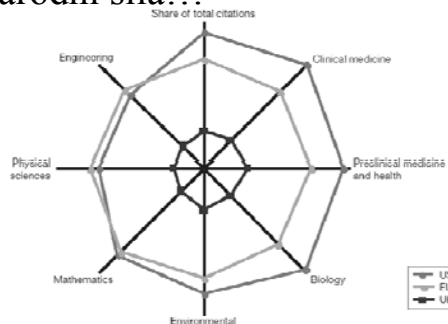
Národní síla...



- Graf porovnává národní sílu států G8 v různých vědeckých disciplínách. Vzdálenost od počátku je úměrná procentuální citovanosti v dané disciplíně.

Převzato z D. A. King, Nature 430 (2004) 311–316.

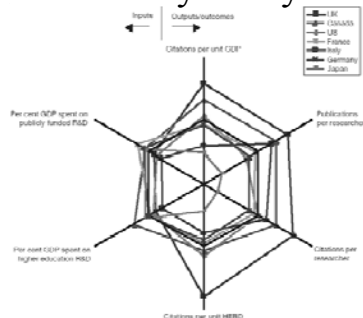
Národní síla...



- Graf porovnává národní sílu států v různých vědeckých disciplínách. Vzdálenost od počátku je úměrná procentuální citovanosti v dané disciplíně.

Převzato z D. A. King, Nature 430 (2004) 311–316.

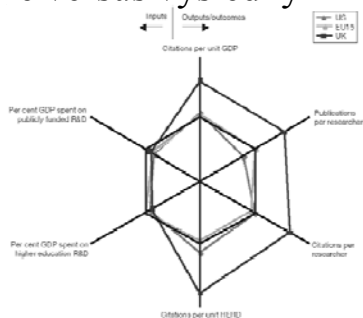
Peníze versus výsledky



- Graf porovnává poměr finančních vstupů ku vědeckým výstupům. (Data byla normalizována na průměrné hodnoty G8; R&D = research & development)

Převzato z D. A. King, Nature 430 (2004) 311–316.

Peníze versus výsledky



- Graf porovnává poměr finančních vstupů ku vědeckým výstupům. (Data byla normalizována na průměrné hodnoty G8; R&D = research & development.)

Převzato z D. A. King, Nature 430 (2004) 311–316.

Jak zjistit necitovanost?

- Scopus** – největší databáze abstraktů a referencí
- Zahrnuje 245 milionů citací, 250 milionů www stránek, 28 milionů abstraktů, 13 milionů patentů
- Nástroj **Journal Analyzer** – udává procento dosud necitovaných článků z daného časopisu
- Přístup do databáze je **placený institucionálně** (přístupnost je dána IP adresou)
- Abstrakty od roku 1996, reference od roku 1823**
- Webová adresa** – <http://www.scopus.com>

SCOPUS™ INFO

Jak hodnotit časopisy?

- **1963** – Institute for Scientific Information začíná na komerční bázi vydávat **Science Citation Index® (SCI®)**, ve kterém jsou zavedeny všechny základní indexy pro „měření vědy“
- **2009** – současná webová verze SCI pokrývá více než 10 000 časopisů z více než 256 vědeckých disciplín a více jak 110 000 konferenčních sborníků
- Webová databáze je dostupná od roku 1998
- **Databáze zahrnuje**
 - Science Edition
 - Social Sciences Edition
- **Webová adresa** – <http://portal.isiknowledge.com>



Impact Factor

- **Impact factor (faktor dopadu)** – udává frekvenci s jakou je v daném roce citován „průměrný článek“ časopisu
- **Vypočítá se jako:**
počet citací v daném roce na články publikované v předchozích 2 (5) letech

$$IF = \frac{\text{celkový počet citací v daném roce na články publikované v předchozích 2 (5) letech}}{\text{celkový počet článků publikovaných v uplynulých 2 (5) letech v daném časopise}}$$

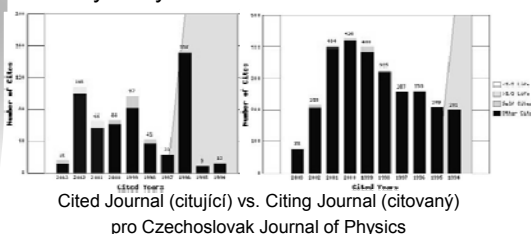
Immediacy Index

- **Immediacy index (index naléhavosti či bezprostřednosti)** – udává, jak rychle je „průměrný článek“ v daném časopise citován, neboli jak často jsou články citovány v témže roce, ve kterém vyjdou
- **Vypočítá se jakožto:**
počet citací v daném roce na články publikované v témže roce

$$II = \frac{\text{počet citací v daném roce na články publikované v témže roce}}{\text{celkový počet článků publikovaných v daném časopise v tomto roce}}$$

Citovaný a citující časopis

- **Citující** – udává jaké časopisy citují daný žurnál
- **Citovaný** – udává časopisy které jsou citovány daným žurnálem



Citační poločasy

- **Udávají dobu za jakou je citováno 50 % článků daného časopisu** (výrazně se liší podle typu časopisu...)
- **Udávají dobu za jakou je odcitováno 50 % současných citací publikovaných časopisem v referencích** (umožňuje porovnat stáří článků referovaných v daném časopise)

Jde to i jinak – PageRank

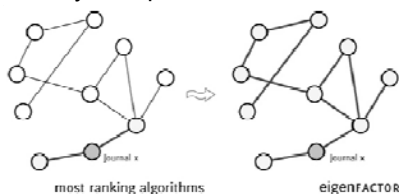
- **Algoritmus Googlu** vytvořený v roce 1995 Larry Pagem a založený na citační analýze
- **PageRank** je *pravděpodobnostní rozdělení* 0–1 získané iterativním procesem, že se uživatel náhodně odkáže na určitý dokument
- PageRank = 0,5 znamená, že osoba se náhodným odkazem dostane s 50% pravděpodobností na dokument s PR 0,5



eigenFACTOR.org
RANKING AND MAPPING SCIENTIFIC KNOWLEDGE

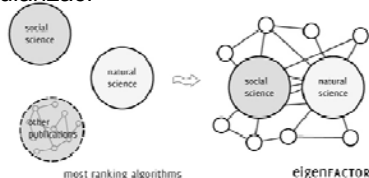
Proč Eigenfactor.org™ ?

- Algoritmy pro výpočet **Eigenfactoru™** a **Article Influence™** skóre využívají kompletní síť odkazů
- Běžně se hodnotí pouze vztah citující vs. citovaný časopis



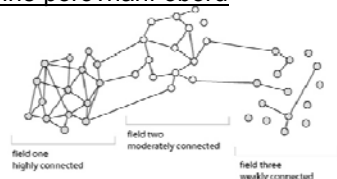
Proč Eigenfactor.org™ ?

- Užívá **síť 115 000 referenčních titulů** – od vědeckých časopisů, přes populárně naučné až po noviny
- **Přemostňuje mezeru** mezi humanitními a přírodními vědami a mezi výzkumem a popularizací



Proč Eigenfactor.org™ ?

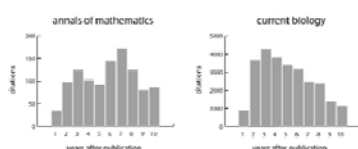
- Existují různé citační zvyklosti v různých disciplínách (např. 20–30 citací v buněčné biologii za 2 roky ve špičkovém časopise je adekvátní 2 citacím v matematice)
- Započtení celé citační sítě umožňuje lepší vzájemné porovnání oborů



Proč Eigenfactor.org™ ?

- **Eigenfactoru™** a **Article Influence™** skóre jsou, na rozdíl od impakt faktoru, založeny na citacích po dobu 5 let
- Spravedlivější s ohledem na různé vědní obory

number of citations vs. time in years



PageRank – Eigenfactor™

- Měří celkovou hodnotu časopisu danou **všemi články publikovanými v daném roce a jejich celkovým počtem vážených citací**
Matematický nástin:
- Vezměme kros-citační matici **Z**, kde **Z_{ij}** je počet citací z daného roku v *j*-časopise na články *i*-časopise v předchozích 5 letech
- **Z_{ij} = 0**, kde **i = j** – odstranění autocitací daného časopisu



eigenFACTOR.org™
RANKING AND MAPPING SCIENTIFIC KNOWLEDGE

PageRank – Eigenfactor™

- Normalizujeme **Z**, tj. **H_{ij} = Z_{ij} / Sum_(k) Z_{kj}**
- Vypočítáme článkový vektor **a**, kde **a_i** je počet článků publikovaných *i*-časopisem v uplynulých 5 letech
- Vytvoříme stochastickou matici **H'** záměnou sloupců = 0 v **H** za **a**
- Vytvoříme matici „náhodné procházky“
P = αH' + (1 - α) a.e^T, kde **α = 0,85** (jako Google) a **e^T** je řádkový vektor jedniček



eigenFACTOR.org™
RANKING AND MAPPING SCIENTIFIC KNOWLEDGE

PageRank – Eigenfactor™

- Definujeme vektor π^* jako první vlastní vektor $\mathbf{P}$, který odpovídá zlomku času strávenému v každém z časopisů v $\mathbf{P}$ – slouží jako váha vlivu časopisu
- Pak **Eigenfactor (EF)** definujeme jako:

$$EF = 100 \times H\pi^* / \sum_{(i)} [H\pi^*]_i$$



eigenFACTOR.org
RANKING AND MAPPING SCIENTIFIC KNOWLEDGE

PageRank – Article Influence™

- **Měří prestižnost časopisu založenou na samotných citacích článku**
- Je porovnatelný s impakt faktorem
- **Article Influence (AI)** definujeme jako:
 $AI_i = 0,01 \times EF_i / a_i$
kde EF_i je Eigenfactor skóre i -časopisu a a_i je i -vstup normalizovaného článkového vektoru
- Díky normalizaci, hodnota **AI >1 značí nadprůměrný vliv** průměrného článku v daném časopise



eigenFACTOR.org
RANKING AND MAPPING SCIENTIFIC KNOWLEDGE

F1000 – ptejte se expertů

- **Více než 10 000 vědců** (včetně laureátů Nobelových cen) **hodnotí články** (6 = doporučeno, 8 = musíte si přečíst, 10 = výjimečný, atp.) **v daných kategoriích**
- **Pokrývá biomedicínský výzkum**
- **Obsahuje 100 000 hodnocených článků z 3000 časopisů** (měsíčně přibude ~1500 hodnocení)
- Spuštěn v roce 2002 pro články, od roku 2011 i pro časopisy (dle F1000 skóre článků)
- **Subjektivní a manipulovatelné?!**
- <http://www.f1000.com>

F1000

FACULTY of 1000
POST-PUBLICATION PEER REVIEW

Jak hodnotit vědce?

- **Celkový počet článků (N_p)**
 - Výhody: měří produktivitu
 - Nevýhody: neměří důležitost ani dopad článků
- **Celkový počet citací (N_c)**
 - Výhody: měří celkový dopad práce na vědu
 - Nevýhody: těžko se hledá; není podchycen výskyt review; je zatížen veleúspěšnými články které mohou mít hodně spoluautorů
- **Citace na článek (N_c / N_p)**
 - Výhody: dovoluje porovnání bez ohledu na věk
 - Nevýhody: těžko se hledá; odměňuje nízkou produktivitu a penalizuje vysokou

Jak hodnotit vědce?

- **Počet významných článků**
 - Definuje se jako počet článků s více než y citacemi, např. $y = 50$
 - Výhody: eliminuje nevýhody předchozích metod; dává představu o širokém a trvalém dopadu
 - Nevýhody: y je arbitrární a náhodně favorizuje či znevýhodňuje; y musí být vztaženo k věku
- **Počet citací každého z q nejcitovanějších článků**
 - Výhody: eliminuje mnoho nevýhod předchozích
 - Nevýhody: nejde o jedno číslo, q je arbitrární (např. $q = 5$) a náhodně favorizuje či znevýhodňuje jednotlivé osoby

Jak hodnotit vědce – h-index...

- **J. E. Hirsch**, fyzik z University of California v roce 2005 přichází s indexem měřícím individuální výkonnost vědce – h-indexem
- **h-index = počet článků s počtem citací vyšším nebo rovným h**
- **Z dalších ($N_p - h$) článků má každý méně nebo rovno h citací**

Some of the highest-ranked physicists, by h-index

	110 Ed Witten (pictured) Princeton Institute for Advanced Study. Devised M theory.
	94 Marvin Cohen University of California, Berkeley. Condensed-matter theorist.
	91 Philip Anderson Princeton University. Condensed-matter theorist, won Nobel prize in 1977.
	86 Manuel Cardona Max Planck Institute for Solid State Research. Works on superconductors.
	79 Pierre-Gilles de Gennes ESPCI, Paris. Condensed-matter theorist, won Nobel prize in 1991.
	68 Frank Wilczek Massachusetts Institute of Technology. Won Nobel prize in 2004 for work on the strong force.
	66 David Gross Kavli Institute for Theoretical Physics, Santa Barbara. Won 2004 Nobel prize with Wilczek.

Jak hodnotit vědce – h-index...

- **Odhad celkového počtu citací (N_c):**

$$N_c = ah^2,$$

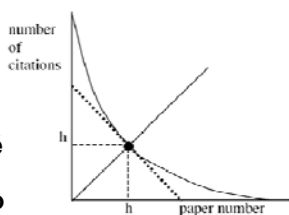
kde a je empiricky $<3, 5>$

- **h-index je přibližně lineární v čase**

- **Odhad h-indexu po n letech:**

$$h \sim mn =$$

$$= \frac{c}{(1 + c/p)} \cdot n$$

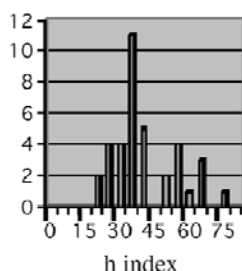


Průsečík čáry se sklonem 45° s křivkou udávající počet citací vs. počet článků udává h-index. Plocha pod křivkou je celkový počet citací.

Jak hodnotit vědce – h-index

- **h-index po 20 letech:**

- ~10–12 – typický docent
- ~15 – člen Americké fyzikální společnosti
- ~18 – typický profesor
- ~20 – úspěšný vědec ($m \sim 1$)
- ~40 – výjimečný vědec ($m \sim 2$)
- ~45 – člen Národní akademie věd USA
- ~60 – unikátní vědec ($m \sim 3$)



Histogram počtu Nobelových cen ve fyzice za posledních 20 let v závislosti na h-indexu

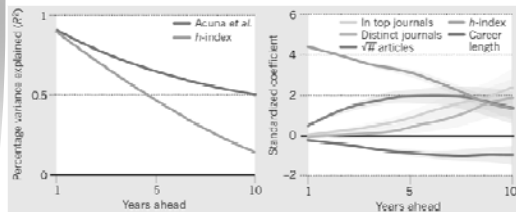
Předpověď vědeckého úspěchu...

- Najímání vědců je sázka na jejich budoucnost...
- **Jak odhadnout h-index?**
- Výzkum na více jak 3000 vědcích z oblasti neurověd, molekulární a evoluční biologie odhalil možnost spolehlivějšího odhadu h-indexu do budoucna
- Subjekty 5–12 let od počátku kariéry
- **Pravděpodobně je odhad funkční i pro jiné obory (ale s mírně jinými parametry)**



Předpověď vědeckého úspěchu

- Na rozdíl od přibližně lineárních odhadu indexu do budoucna, má nový lepší predikční schopnost
- Příspěvek každého z faktorů se **vyvíjí nelineárně v čase** (stínování odpovídá 95% spolehlivosti)



Předpověď vědeckého úspěchu...

- **Předpověď na další rok** – ($R^2 = 0,92$)
 $h_{t+1} = 0,76 + 0,37\sqrt{n} + 0,86h - 0,07y + 0,02j + 0,03q$
- **Předpověď na 5 let do budoucna** – ($R^2 = 0,67$)
 $h_{t+5} = 4 + 1,58\sqrt{n} + 0,86h - 0,35y + 0,06j + 0,2q$
- **Předpověď na 10 let do budoucna** – ($R^2 = 0,48$)
 $h_{t+10} = 8,73 + 1,33\sqrt{n} + 0,48h - 0,41y + 0,52j + 0,82q$
- kde n je počet článků, h představuje h -index, y roky od začátku publikování, j počet časopisů, q počet článků v Nature, Science, PNAS a Neuron
- Kalkulačka na <http://go.nature.com/z4rroc>

K čemu dále je dobrý h-index

- **Jak odhadnout postdoka?**
 - Hodnoceno dle úspěšnosti při aplikaci o granty (do 6 let po zahájení publikování)
 - **0–3** – většinou neúspěšní žadatelé
 - **3–5** – úspěšní žadatelé
- **H-index vědeckých institucí**
 - Souhrnné výsledky za období 2001–5
 - Univerzita Karlova 52 (další instituce <25–30)
 - Akademie věd České republiky 53
 - Tokyo, Cambridge 150
 - Stanford, MIT 180
 - Harvard 230

Přesné výpočty a nepřesná čísla

- Různé, většinou nepříliš dobré způsoby hodnocení vědců a jejich práce:
- $(IF / \text{Počet autorů článku}) \times \text{pořadí autora v dané práci}$
- $\text{Průměrný citační index} = (\text{Počet publikací} / \text{Počet autorů}) \times IF$
- ... každá instituce má obvykle své vlastní postupy...

Co se u vědce hodnotí?

- Sdělení v impaktovaných časopisech
- Knihy a kapitoly v knihách a monografiích
- Rozsáhlejší (více jak 1 str.) konferenční příspěvky (sborníky s ISBN)
- Krátká konferenční sdělení
- Vědecko-popularizační články a příspěvky
- Pedagogická a osvětová činnost

Jak se stát doc. a prof. na UK

- Požadavky kladené na udělení doc./prof.

Obor	Publ.	Publ. s IF	Autorství*	Citace**
Biologie	20/40	10/20	4/10	20/50 WoS***
Chemie	20/40	10/30	4/15	20/50 WoS
Fyzika	20/40	12/30	—	20/50 WoS
Matematika	20/40	6/20	—	15/50 odborné
Informatika	20/40	6/20	—	15/50 odborné
Geologie	20/40	6/10	2/4	10/30 WoS
Geografie	20/40	2/5	—	50/100 odborné
Lékařské†	20/30	3/10	2/6	10/25 WoS

* Pro doc. se rozumí 1. autor, pro prof. korespondující/senior/poslední autor

** Citace se rozumí bez „autorských“ autocitací dle WoS

*** WoS – Web of Science; † jde o hrubý odhad, neb je nutno členit na různé podobory

Hodnocení výzkumu a vývoje

- **Rada pro výzkum a vývoj ČR** stanovila v r. 2007 následující bodová pravidla hodnocení
 - Článek v IF časopise
 - **Body = 5 + 15 × (IF / medián IF oboru)**
 - V případě více oborů je užít medián souboru mediánů
 - Článek v recenzovaném časopise bez IF 2 / 1 *
 - Odborná kniha 25 / 12,5
 - Kapitola v knize 2 / 1
 - Článek ve sborníku 0,2 / 0,1
 - Patent 500 / 50

* Udána je hodnota mezinárodní jazyk / český či slovenský jazyk (hodnocení se týká přírodních a technických věd)

Jak hodnotit univerzity...

- **THES – QS World University Rankings**
- Publikován *The Times Higher Education Supplement*
- <http://www.topuniversities.com>
- **50 % je zjišťováno dotazováním, sic!**
- **Co se zjišťuje**
 - **Peer review score (40 %)** – dotaz na akademiky na 30 nejlepších
 - **Recruiter review (10 %)** – dotaz na zprostředkovatele práce
 - **International Faculty Score (5 %)** – podíl mezinárodních zaměstnanců
 - **International Students Score (5 %)** – podíl mezinárodních studentů
 - **Student Faculty Score (20 %)** – podíl studentu vs. Zaměstnanců
 - **Citations per Faculty (20 %)** – počet citací vs. počet zaměstnanců (vztaženo na posledních 5 let)

Jak hodnotit univerzity...

- **THES – QS World University Rankings**

	Název univerzity	Země	Peer Review	Recruiter Review	Intl. Faculty	Intl. Students	Faculty / Student	Citations / Faculty	Calchem
1	Harvard University	USA	92.6	100.0	15.0	25.2	56.4	55.1	100.0
2	Univ. Cambridge	UK	100.0	79.4	57.6	42.2	63.5	16.9	96.8
3	Univ. Oxford	UK	96.8	76.5	52.5	38.6	60.6	15.4	93.7
4	Yale Univ.	USA	71.5	81.5	45.0	25.7	93.1	23.7	89.2
4	Massachusetts Inst. of Tech. (MIT)	USA	81.4	93.3	10.6	38.9	42.2	52.9	89.2
6	Stanford Univ.	USA	82.2	85.1	9.0	33.9	32.3	54.7	85.4
7	California Inst. Tech.	USA	52.6	21.3	23.9	39.7	67.2	100.0	83.8
8	Univ. California, Berkeley	USA	91.9	74.9	6.0	12.6	21.7	39.3	80.4
9	Imperial Coll. London	UK	65.0	44.0	55.2	56.3	88.2	12.3	78.6
10	Princeton Univ.	USA	67.8	61.1	20.6	29.0	52.6	33.6	74.2
248	Charles Univ.	ČR	25.2	0.0	10.6	18.2	29.8	1.8	25.0

- V roce 2007 je Univerzita Karlova na 290 místě...
- 230. a 239. jsou Lomonosovova a St. Petersburg
- 18. je Hong Kong a 36. Peking
- předstihuje nás i 254. Dehli...

Jak hodnotit univerzity...

- **Academic Ranking of World Universities**
- Publikován Šanghajskou Jiao Tong univerzitou
- <http://www.arwu.org/ranking.htm>
- Žebříček strani přírodním vědám, sic!
- **Co se zjišťuje**
 - **Alumni (10 %)** – laureáti Nobelovy a Fieldsovy ceny – absolventi
 - **Award (20 %)** – laureáti Nobelovy a Fieldsovy ceny – pracovníci
 - **HICI (20 %)** – pracovníci v ISI HighlyCited
 - **Nature & Science (20 %)** – články v Nature a Science
 - **Články v SCI (20 %)** – články ve Web of Science
 - **Velikost (10 %)** – vážený součet výše zmíněných kritérií dělený počtem pracovníků instituce
- Existují i další žebříčky, např. Leidenský <http://www.cwts.nl/cwts/LeidenRankingWebSite.html>

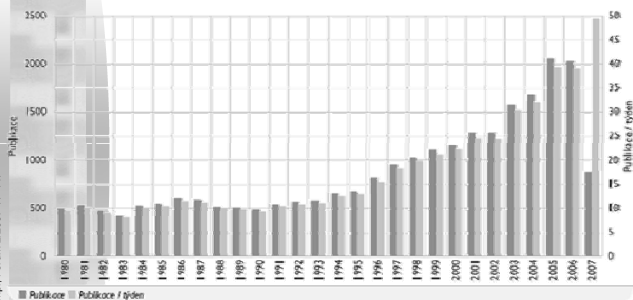
Jak hodnotit univerzity

- **Academic Ranking of World Universities**

	Název univerzity	Země	Alumni	Award	HICI	N&S	SCI	Size	Celkem
1	Harvard Univ.	USA	100	100	100	100	100	73	100
3	Stanford Univ.	USA	42	78,7	86,1	69,6	70,3	65,7	73,7
4	Univ. California, Berkeley	USA	72,5	77,1	67,9	72,9	69,2	52,6	71,9
2	Univ. Cambridge	UK	93,6	91,5	54	58,2	65,4	65,1	71,6
5	Massachusetts Inst. of Tech. (MIT)	USA	74,6	80,6	65,9	68,1	61,7	53,1	70,0
6	California Inst. Tech.	USA	55,5	69,1	58,4	67,6	50,3	100	64,4
7	Columbia Univ.	USA	76	65,7	56,5	54,3	69,6	46,4	63,2
8	Princeton Univ.	USA	61,3	80,4	59,3	42,9	46,5	58,9	59,5
9	Univ. Chicago	USA	70,8	80,2	50,8	42,8	54,1	41,3	58,4
10	Univ. Oxford	UK	60,3	57,9	46,3	52,3	65,4	44,7	56,4
...									
203-304	Charles Univ.	CR	14,4	0	0	11,3	37,1	15,8	

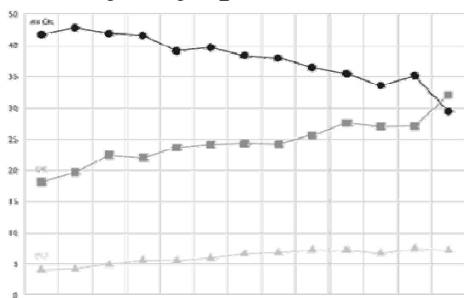
- V roce 2007 je Univerzita Karlova na 203–304 nerozlišeném místě...
- společně s École Polytechnique (Francie), Univerzitou Peking...
- A mimo jiné i Univerzitou Hong Kong
- A pak větě žebříčkům...

UK je lepší a ještě lepší...



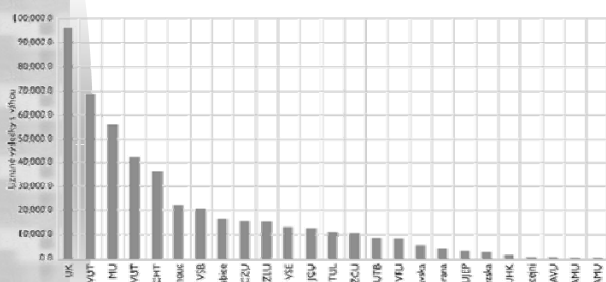
Publikace Univerzity Karlovy dle roků a v přepočtu na týdenní produkci (dle Web of Science)

Jak si stojí nejlepší v ČR



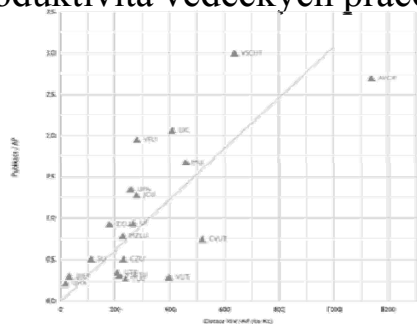
Podíl Univerzity Karlovy (UK), Akademie věd (AV ČR) a Masarykovy univerzity (MU) na celkové produkci publikací v České republice (dle Web of Science)

Výsledky vysokých škol



Souhrnné výsledky českých veřejných vysokých škol za rok 2006, dle materiálů Rady pro výzkum a vývoj

Produktivita vědeckých pracovišť

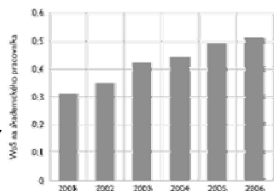


Produktivita výzkumných institucí v České republice v letech 2001–2005. Na vodorovné ose je dotace na vědu a výzkum přepočtena na akademického pracovníka, na svislé ose je počet publikací dle Web of Science na akademického pracovníka.

Jak si stojí průměr...

- **Roční počet publikací/citací na pracovníka/publikaci**

- UK (přírodní vědy) 2,0 / 1,54
- AV ČR 2,7 / 1,69
- VŠCHT 3,0
- University of Tokyo 10
- Stanford, Princeton 17
- Oxford, Cambridge, MIT 21 / 2,7
- Harvard 25



Průměrný počet publikací na jednoho akademického pracovníka Univerzity Karlovy (dle Web of Science)

- **34 % publikací vzhledem k Oxfordu (pouze 6 % s ohledem na Nature a Science, v ČR 50–60 %)**

- **Do 5 let citováno 80 % publikací (zhruba 7×); zbylé nejsou většinou již citovány nikdy**

Převzaté z V. Hampel, Fórum 2/2007 11–14.

K čemu je to vše dobré?

- **Uspěl by Immanuel Kant (1724–1804)?**
- **Milujeme žebříčky...**
- Přejeme si mít modulární systém vzdělávání implementovaný firemním řízením?
- Lze **vědění** vytvářet **jako zboží** (management vědění, poločas vědění, balast vědění)?
- „Zpola pochopená a zpola zažitá látka není předstupněm vzdělanosti, nýbrž jejím smrtelným nepřítelem.“ (T. W. Adorno)
- **Permanentní „reforma“ vědy a vzdělávání bez reformy** → odbourávání sociálního státu a privatizace veřejného vlastnictví

K. P. Liessmann: Teorie nevzdělanosti. Academia, Praha 2010.

Doporučená literatura

- **P. Ball: Index aims for fair ranking of scientists.** Nature 436 (2005) 900.
- **Eigenfactor.org:** <http://www.eigenfactor.org>
- **I. Faktor: Nejcitovanější čeští vědci.** Vesmír 81 (2002) 508–513.
- **J. E. Hirsch: An index to quantify an individual's scientific research output.** PNAS 102 (2005) 16569–16572. (<http://arxiv.org/abs/physics/058025>)
- **D. A. King: The scientific impact of nations.** Nature 430 (2004) 311–316.
- **K. P. Liessmann: Teorie nevzdělanosti. (Omyly společnosti vědění).** Academia, Praha 2008, 2010.
- **ISI Highly Cited:** <http://www.isihighlycited.com>
- **Journal of Citational Reports:** <http://isi10.isiknowledge.com>
- **Z. Šesták: Jak psát a přednášet o vědě.** Academia, Praha 2000.