

# Lighting: analysis of research publications 2008-2013

Anssi Neuvonen

24.9.2014

VTT

# Data

- Source: Elsevier Scopus
- Period covered: 2008-2013
- Publications: 3504
  - Average annual publication growth 2006-2013: 14,1 %
- Data used for analysis
  - Keywords (Elsevier's index & authors'): covering 92% of publications
    - 22 364 different keywords & keyword phrases
- Search (Date: 11.9.2014)

(TITLE-ABS-KEY((smart PRE/2 lighting) OR (ubiquitous PRE/2 lighting) OR (intelligent PRE/2 lighting) OR (sustainable PRE/2 lighting) OR (interactive PRE/2 lighting) OR (adaptive PRE/2 lighting) OR (smart PRE/2 lamp) OR (ubiquitous PRE/2 lamp) OR (intelligent PRE/2 lamp) OR (smart PRE/2 illuminat\*) OR (ubiquitous PRE/2 illuminat\*) OR (intelligent PRE/2 illuminat\*) OR (adaptive PRE/2 illuminat\*) OR (smart PRE/2 luminaire) OR (ubiquitous PRE/2 luminaire) OR (intelligent PRE/2 luminaire) OR (adaptive PRE/2 luminaire) OR (((smart PRE/3 building) OR (ubiquitous PRE/3 building) OR (intelligent PRE/3 building) OR (sustainable PRE/3 building) OR (green PRE/3 building) OR (smart PRE/3 office) OR (ubiquitous PRE/3 office) OR (intelligent PRE/3 office) OR (sustainable PRE/3 office) OR (green PRE/3 office) OR (smart PRE/3 home) OR (ubiquitous PRE/3 home) OR (intelligent PRE/3 home) OR (smart PRE/3 house) OR (ubiquitous PRE/3 house) OR (intelligent PRE/3 house) OR (smart PRE/3 space) OR (ubiquitous PRE/3 space) OR (intelligent PRE/3 space) OR (smart PRE/3 environment\*) OR (ubiquitous PRE/3 environment\*) OR (intelligent PRE/3 environment\*) OR "internet of thing" OR "web of thing" OR "internet of everything" OR "machine to machine" OR "industrial internet" OR "future internet" OR "ambient intelligen\*") AND (lighting OR "light fitting" OR "light fixture" OR "light bulb" OR lamp OR illuminat\* OR luminaire OR daylight\* OR streetlight\*)) OR (("automat\* control\*" OR "remote control\*" OR "building automation" OR "energy saving" OR "energy efficien\*" OR "power efficien\*") W/5 (lighting OR "light fitting" OR "light fixture" OR "light bulb" OR lamp OR illuminat\* OR luminaire OR daylight\* OR streetlight\*)) OR (("lighting quality" OR "lighting system" OR "lighting application" OR "luminous environment") AND ((lighting OR luminous) W/5 (analys\* OR measur\* OR estimat\* OR evaluat\* OR metric OR assess\* OR survey OR control\* OR manage\*))))))

# Lighting, the viewpoint

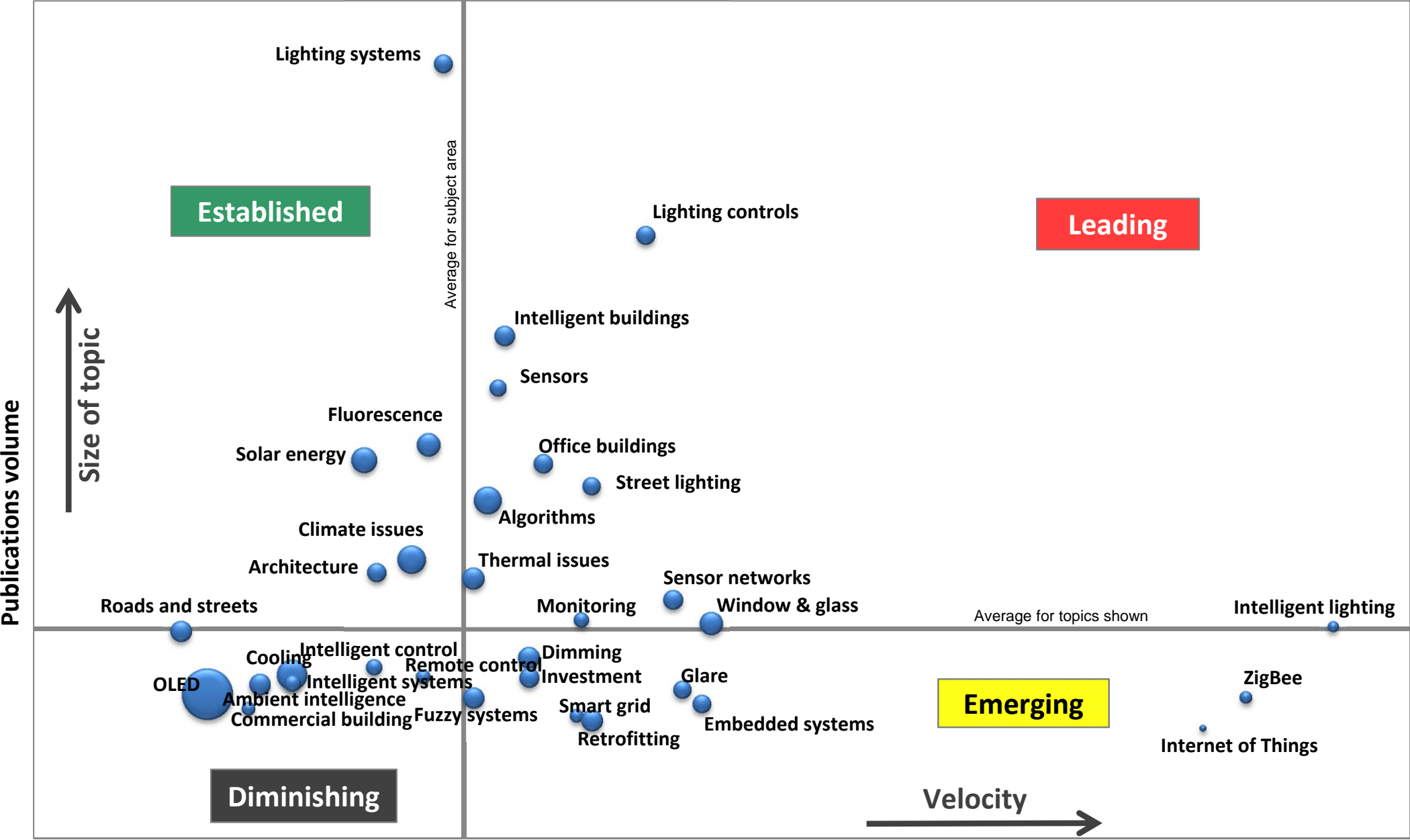
- The focus of the publications is on smart lighting
  - Smart lighting is a system that adds functionality to basic lighting systems in a manner that increases their responsiveness to outside stimuli of various kinds
  - Smart lighting systems are equipped with a range of sensors, control electronics and communications interfaces that are able to make lighting more energy efficient
  - Although smartness is becoming a major enabler and a driver, currently the technology development emphasis in the lighting industry is still mainly on lamp replacement, with energy efficiency the main driver

# Topics





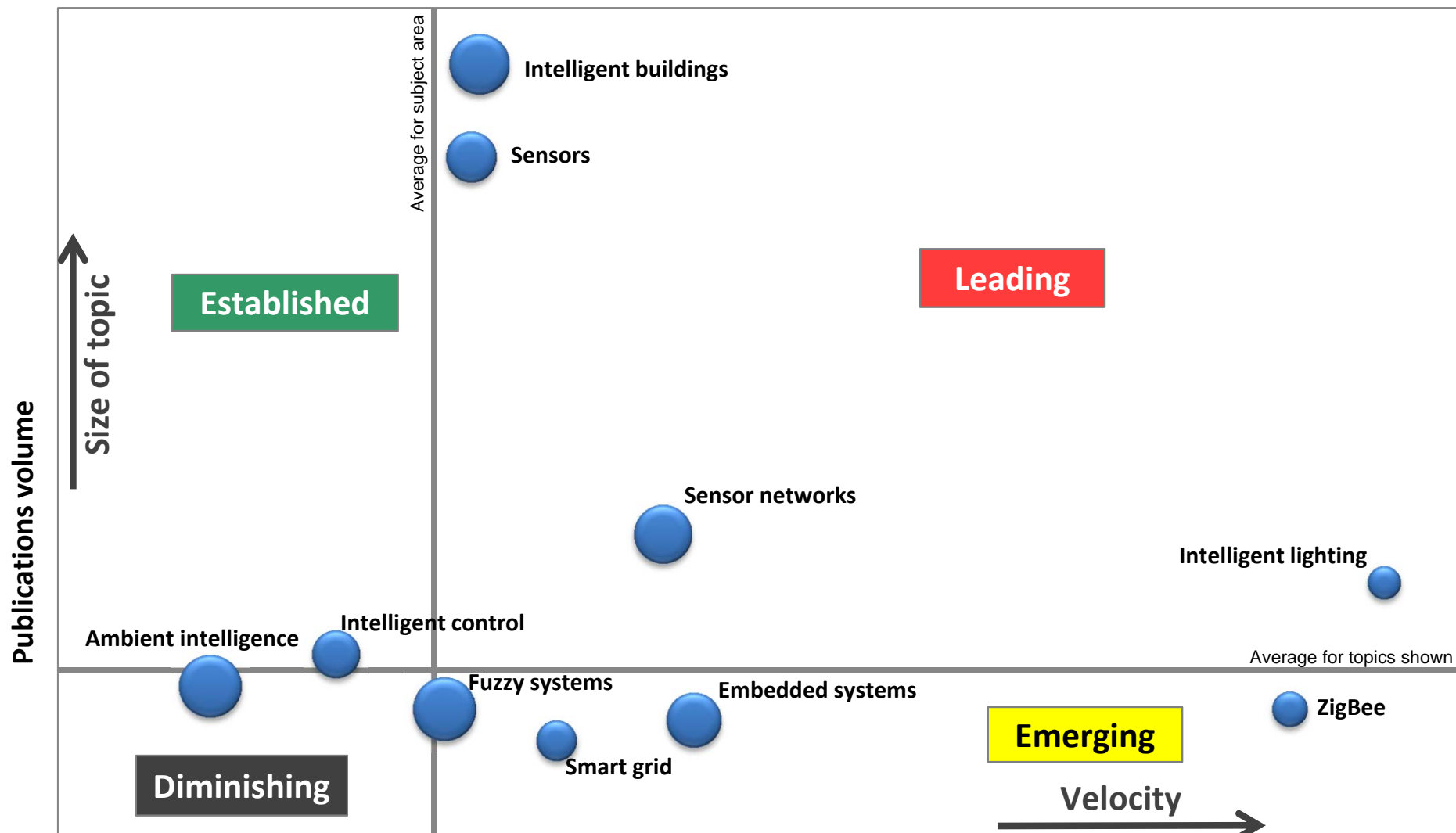
# Lighting research 2008-2013, selected topics: volume, growth rate & impact\* (number of citations) – LONG list



\* Size of bubble

Compound annual growth rate

## Lighting research 2008-2013, selected topics: volume, growth rate & impact\* (number of citations) – SHORT list



\* Size of bubble

Compound annual growth rate



# Convergence: topics appearing together in publications

Publications	TOPIC	LED	Lighting systems	Intelligent buildings	Sensors	Office buildings	Street lighting	Algorithms	Thermal issues	Sensor networks	Window & glass	Intelligent lighting	Intelligent control	Investment	Intelligent systems	OLED	Fuzzy systems	ZigBee	Embedded systems	Commercial building	Smart grid	IoT
815	LED		212	19	67	21	91	34	55	20	11	46	19	17	11	26	8	19	13	3	10	3
596	Lighting systems	212		39	89	51	31	57	28	29	11	35	22	20	18	5	9	14	13	9	13	3
366	Intelligent buildings	19	39		57	57		17	30	31	16	6	11	5	8	1	9	6	17	10	11	4
322	Sensors	67	89	57		37	32	44	8	76	8	33	23	4	13		7	19	13	7	5	6
258	Office buildings	21	51	57	37			17	23	20	27	8	3	11	5	3	2	2	5	43	4	2
239	Street lighting	91	31		32			14	4	32	1	12	12	7	14		4	11			4	3
227	Algorithms	34	57	17	44	17	14		9	26	8	19	16		9	1	15	4	4	4	2	2
161	Thermal issues	55	28	30	8	23	4	9		3	21		2	5		4	4		2	3		
143	Sensor networks	20	29	31	76	20	32	26	3		1	16	15	1	10		7	21	6	5	8	9
123	Window & glass	11	11	16	8	27	1	8	21	1		6		5		5			1	3		
120	Intelligent lighting	46	35	6	33	8	12	19		16	6		3		7	1	5	10	3		2	2
86	Intelligent control	19	22	11	23	3	12	16	2	15		3		1	1		8	5	3	1	3	1
77	Investment	17	20	5	4	11	7		5	1	5		1		2		1	1		3		
72	Intelligent systems	11	18	8	13	5	14	9		10		7	1	2		1	2	3	1			1
63	OLED	26	5	1		3		1	4		5	1			1						1	
60	Fuzzy systems	8	9	9	7	2	4	15	4	7		5	8	1	2			1	4	1		1
60	ZigBee	19	14	6	19	2	11	4		21		10	5	1	3		1		6		6	6
55	Embedded systems	13	13	17	13	5		4	2	6	1	3	3		1		4	6		1	1	1
51	Commercial building	3	9	10	7	43		4	3	5	3		1	3		1	1		1		1	1
45	Smart grid	10	13	11	5	4	4	2		8		2	3					6	1	1		1
34	IoT	3	3	4	6	2	3	2		9		2	1		1		1	6	1			1

# Country research profiles: percentage of publications on selected topics (top 20 countries)



TOPIC	United		United		South		Netherla		Hong	Czech										
	States	China	Taiwan	Kingdom	Germany	Japan	Korea	Italy	nds	India	Spain	Canada	Brazil	France	Malaysia	Poland	Kong	Australia	Republic	Finland
Algorithms	4,6 %	11,2 %	4,4 %	5,7 %	8,3 %	12,3 %	6,7 %	2,5 %	14,3 %	3,0 %	7,3 %	11,5 %	7,7 %	7,7 %	1,7 %	7,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,6 %
Ambient intelligence	2,2 %	0,3 %	3,8 %	1,9 %	3,2 %	2,1 %	3,0 %	11,8 %	8,6 %	1,0 %	5,2 %	1,3 %	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	7,7 %
Architecture	6,2 %	3,6 %	1,9 %	6,3 %	2,6 %	2,1 %	6,7 %	3,4 %	3,8 %	3,0 %	3,1 %	9,0 %	10,8 %	3,1 %	6,9 %	3,8 %	4,2 %	7,3 %	2,4 %	0,0 %
Climate issues	5,0 %	1,8 %	4,4 %	8,2 %	4,5 %	4,8 %	6,7 %	6,7 %	1,9 %	7,1 %	7,3 %	14,1 %	4,6 %	6,2 %	5,2 %	1,9 %	6,3 %	14,6 %	9,8 %	7,7 %
Commercial building	3,0 %	0,7 %	1,3 %	3,8 %	0,6 %	0,7 %	1,5 %	0,8 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	2,6 %	3,1 %	0,0 %	0,0 %	1,9 %	4,2 %	9,8 %	2,4 %	0,0 %
Cooling	4,0 %	0,5 %	0,6 %	2,5 %	2,6 %	1,4 %	4,4 %	0,8 %	1,0 %	3,0 %	2,1 %	6,4 %	3,1 %	1,5 %	3,4 %	0,0 %	0,0 %	7,3 %	0,0 %	2,6 %
Dimming	2,1 %	2,8 %	7,6 %	0,0 %	1,3 %	6,2 %	5,9 %	1,7 %	2,9 %	1,0 %	2,1 %	1,3 %	3,1 %	3,1 %	1,7 %	0,0 %	10,4 %	0,0 %	4,9 %	2,6 %
Embedded systems	1,6 %	3,0 %	1,3 %	0,6 %	0,6 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	1,0 %	3,0 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	3,4 %	0,0 %	2,1 %	0,0 %	4,9 %	5,1 %
Energy efficiency	44,6 %	40,8 %	41,1 %	50,0 %	40,4 %	38,4 %	40,7 %	46,2 %	32,4 %	54,5 %	45,8 %	51,3 %	46,2 %	23,1 %	50,0 %	49,1 %	54,2 %	51,2 %	36,6 %	35,9 %
Fluorescence	6,5 %	3,6 %	11,4 %	6,3 %	7,7 %	16,4 %	11,1 %	2,5 %	4,8 %	16,2 %	5,2 %	6,4 %	13,8 %	6,2 %	24,1 %	5,7 %	22,9 %	9,8 %	4,9 %	2,6 %
Fuzzy systems	0,4 %	3,8 %	2,5 %	2,5 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	3,0 %	4,2 %	1,3 %	3,1 %	3,1 %	3,4 %	0,0 %	2,1 %	2,4 %	0,0 %	2,6 %
Glare	3,3 %	0,8 %	1,3 %	1,3 %	3,2 %	2,7 %	1,5 %	0,8 %	0,0 %	3,0 %	1,0 %	2,6 %	1,5 %	0,0 %	1,7 %	0,0 %	0,0 %	4,9 %	4,9 %	7,7 %
Intelligent buildings	11,1 %	8,2 %	13,3 %	10,8 %	10,9 %	2,7 %	11,9 %	18,5 %	6,7 %	9,1 %	8,3 %	7,7 %	4,6 %	16,9 %	10,3 %	3,8 %	2,1 %	14,6 %	29,3 %	12,8 %
Intelligent control	0,6 %	8,2 %	3,2 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	4,2 %	0,0 %	3,0 %	1,0 %	1,3 %	1,5 %	1,5 %	0,0 %	1,9 %	2,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Intelligent lighting	2,4 %	6,7 %	4,4 %	0,0 %	3,8 %	8,9 %	3,0 %	1,7 %	14,3 %	5,1 %	3,1 %	2,6 %	1,5 %	3,1 %	0,0 %	5,7 %	0,0 %	0,0 %	2,4 %	7,7 %
Intelligent systems	0,7 %	3,1 %	2,5 %	2,5 %	1,9 %	5,5 %	1,5 %	2,5 %	1,9 %	0,0 %	8,3 %	1,3 %	4,6 %	1,5 %	1,7 %	5,7 %	0,0 %	2,4 %	2,4 %	0,0 %
Internet of Things	0,0 %	2,6 %	0,6 %	1,3 %	3,2 %	0,7 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	2,1 %	1,3 %	0,0 %	0,0 %	1,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Investment	2,7 %	0,8 %	3,2 %	1,9 %	0,6 %	0,0 %	0,7 %	2,5 %	1,9 %	6,1 %	1,0 %	1,3 %	4,6 %	1,5 %	3,4 %	0,0 %	6,3 %	2,4 %	0,0 %	0,0 %
LED	21,9 %	23,4 %	49,4 %	17,1 %	22,4 %	23,3 %	34,1 %	12,6 %	37,1 %	26,3 %	28,1 %	10,3 %	35,4 %	21,5 %	25,9 %	18,9 %	43,8 %	17,1 %	17,1 %	35,9 %
Lighting controls	7,7 %	23,4 %	12,7 %	8,9 %	5,8 %	17,8 %	19,3 %	16,0 %	11,4 %	13,1 %	13,5 %	10,3 %	6,2 %	1,5 %	15,5 %	13,2 %	25,0 %	7,3 %	17,1 %	15,4 %
Lighting systems	14,2 %	17,3 %	18,4 %	12,0 %	10,3 %	21,2 %	23,0 %	30,3 %	38,1 %	19,2 %	12,5 %	10,3 %	27,7 %	7,7 %	27,6 %	17,0 %	25,0 %	14,6 %	34,1 %	17,9 %
Monitoring	1,9 %	7,6 %	5,7 %	5,7 %	3,8 %	0,0 %	6,7 %	3,4 %	1,9 %	1,0 %	4,2 %	2,6 %	1,5 %	3,1 %	1,7 %	0,0 %	0,0 %	7,3 %	2,4 %	2,6 %
Office buildings	9,5 %	3,3 %	2,5 %	15,2 %	4,5 %	18,5 %	8,9 %	2,5 %	7,6 %	5,1 %	4,2 %	10,3 %	9,2 %	3,1 %	10,3 %	0,0 %	8,3 %	22,0 %	7,3 %	5,1 %
OLED	1,9 %	1,2 %	1,3 %	2,5 %	7,7 %	3,4 %	3,0 %	1,7 %	1,0 %	1,0 %	0,0 %	2,6 %	0,0 %	3,1 %	0,0 %	0,0 %	6,3 %	2,4 %	0,0 %	0,0 %
Remote control	0,7 %	4,1 %	4,4 %	2,5 %	0,6 %	1,4 %	6,7 %	3,4 %	0,0 %	0,0 %	3,1 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	1,7 %	1,9 %	0,0 %	0,0 %	4,9 %	2,6 %
Retrofitting	2,1 %	0,3 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,7 %	1,0 %	3,0 %	2,1 %	2,6 %	1,5 %	0,0 %	3,4 %	0,0 %	4,2 %	2,4 %	0,0 %	0,0 %
Roads and streets	1,5 %	7,1 %	2,5 %	1,3 %	3,2 %	1,4 %	0,7 %	9,2 %	1,0 %	2,0 %	8,3 %	0,0 %	4,6 %	1,5 %	0,0 %	3,8 %	2,1 %	0,0 %	2,4 %	17,9 %
Sensor networks	3,6 %	5,6 %	7,0 %	5,1 %	6,4 %	4,1 %	5,9 %	5,0 %	2,9 %	3,0 %	14,6 %	2,6 %	6,2 %	3,1 %	3,4 %	1,9 %	2,1 %	2,4 %	4,9 %	0,0 %
Sensors	8,6 %	12,2 %	10,8 %	5,7 %	10,3 %	11,6 %	17,0 %	10,1 %	24,8 %	9,1 %	7,3 %	7,7 %	6,2 %	3,1 %	10,3 %	7,5 %	8,3 %	4,9 %	14,6 %	2,6 %
Smart grid	1,2 %	0,7 %	0,0 %	0,6 %	0,6 %	1,4 %	2,2 %	2,5 %	1,9 %	0,0 %	4,2 %	3,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	3,8 %	2,1 %	2,4 %	2,4 %	0,0 %
Solar energy	8,4 %	7,9 %	10,1 %	12,7 %	7,1 %	2,1 %	5,9 %	5,0 %	3,8 %	13,1 %	7,3 %	17,9 %	1,5 %	7,7 %	5,2 %	3,8 %	10,4 %	9,8 %	12,2 %	2,6 %
Street lighting	2,2 %	12,8 %	7,0 %	4,4 %	0,6 %	3,4 %	2,2 %	11,8 %	2,9 %	6,1 %	19,8 %	0,0 %	18,5 %	6,2 %	8,6 %	30,2 %	6,3 %	0,0 %	7,3 %	23,1 %
Thermal issues	4,3 %	4,1 %	5,1 %	9,5 %	7,1 %	4,1 %	3,7 %	4,2 %	5,7 %	5,1 %	2,1 %	9,0 %	7,7 %	4,6 %	3,4 %	1,9 %	8,3 %	2,4 %	9,8 %	2,6 %
Window & glass	4,6 %	2,1 %	1,9 %	3,2 %	7,7 %	2,1 %	10,4 %	3,4 %	0,0 %	9,1 %	3,1 %	3,8 %	7,7 %	4,6 %	1,7 %	1,9 %	8,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
ZigBee	0,4 %	3,6 %	9,5 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	3,0 %	1,7 %	1,0 %	1,0 %	2,1 %	2,6 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	1,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

# RTOs & companies

# Most active research organisations and companies: publications by year



Publications total	Organisation	2008	2009	2010	2011	2012	2013
77	Philips	5	11	9	19	18	15
53	Rensselaer Polytechnic Inst.	6	2	3	16	16	10
38	Eindhoven U. of Technology	1	2	8	12	9	6
28	Tsinghua U. Beijing	3	3	3	4	9	6
27	City U. of Hong Kong	1	4	11	2	7	2
26	Chongqing U.	1	4	7	3	9	2
25	Kyung Hee U.		3	4	4	6	8
23	Doshisha U.	1	2	5	5	4	6
23	U. of Rome la Sapienza	1	1	3	7	4	7
21	MIT	3	2	2	6	3	5
20	Aalto U.	4	4	2	3	4	3
20	Federal U. of Santa Maria, Brazil	1	5	1	3	6	4
19	Imperial College London		2	6	1	7	3
19	OSRAM	3	3	3	6	2	2
16	Lawrence Berkeley Nat. Lab.	1	2	2	5	2	4
16	National Taiwan U. of Sci. and Tech.	2	4	8		1	1
16	VSB TU, Ostrava	1		2	5		8
14	Harbin Insti. of Tech.	3		1	4	1	5
14	U. of California, Berkeley	1	2		4	3	4
12	Delft U. of Tech.		2		3	5	2
11	Politechnika Warszawska		4	3	2		2
11	U. of Milan	3	4	2	2		
11	Vienna U. of Tech.	1	3	2	1	2	2
10	National Cheng Kung U., Taiwan	1	1	3	4	1	
10	U. of California, Davis	2			3	2	3
9	NRC of Canada	2	1	2		1	3

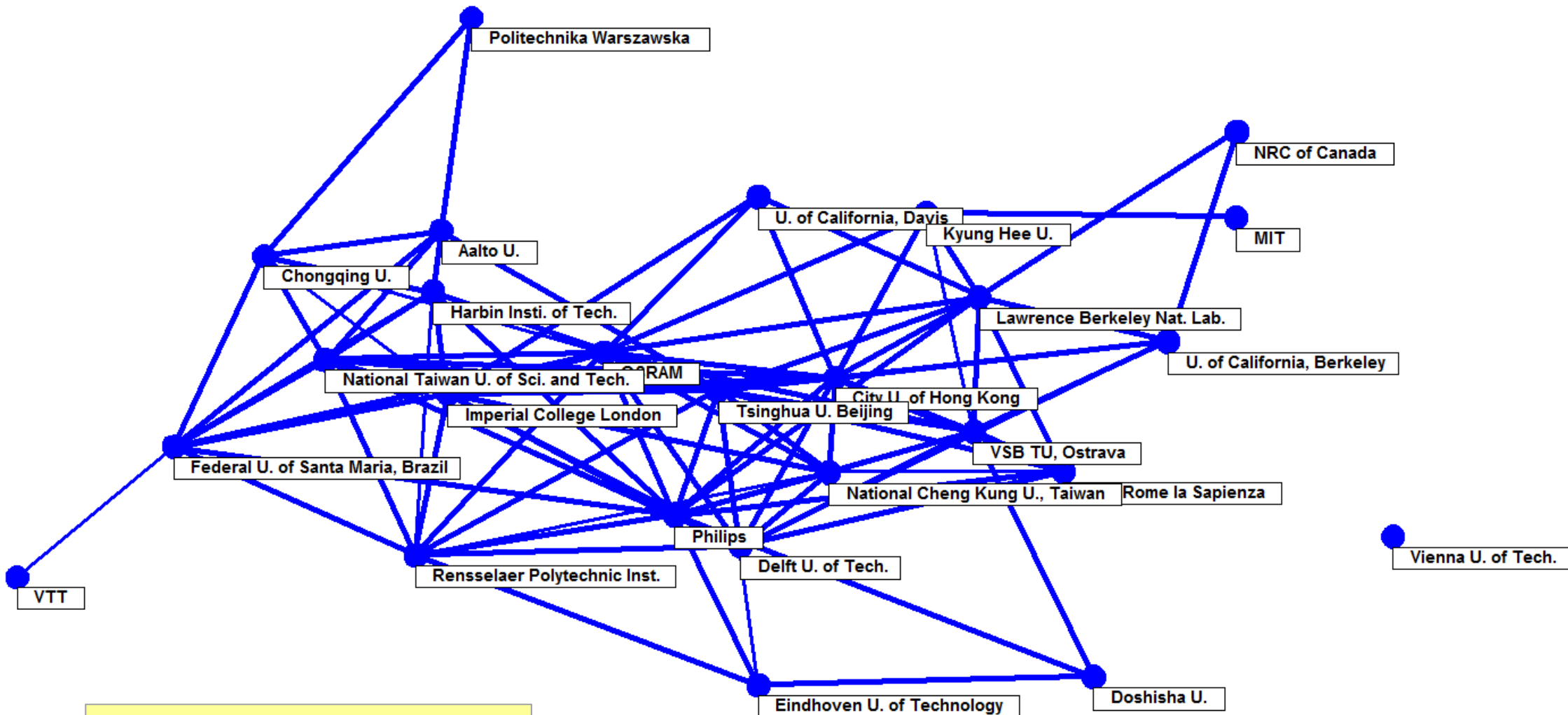
# Research profiles compared: organisations cross-correlated with 40 publication topics



Based on cross-correlation with keywords in publications, max corr. 1, correlation level indicated by colour

Organisation	Philips	Rensselaer Polytechnic Inst.	Eindhoven U. of Technology	Tsinghua U. Beijing	City U. of Hong Kong	Chongqing U.	Kyung Hee U.	Doshisha U.	Rome la Sapienza	MIT	Aalto U.	Federal U. of Santa Maria, Brazil	Imperial College London	OSRAM	Lawrence Berkeley Nat. Lab.	National Taiwan U. of Sci. and Tech.	VSB TU, Ostrava	Harbin Insti. of Tech.	U. of California, Berkeley	Delft U. of Tech.	Politechnika Warszawska	U. of Milan	Vienna U. of Tech.	National Cheng Kung U., Taiwan	U. of California, Davis	NRC of Canada	VTT
Philips		0,85	0,80	0,82	0,79	0,57	0,59	0,73	0,74	0,46	0,57	0,69	0,81	0,88	0,71	0,68	0,82	0,68	0,64	0,89	0,39	0,42	0,70	0,61	0,42	0,52	
Rensselaer Polytechnic Inst.	0,85		0,68	0,73	0,66	0,59	0,55	0,49	0,55	0,40	0,59	0,84	0,80	0,82	0,47	0,73	0,65	0,68	0,34	0,78	0,34	0,23	0,67	0,50	0,23	0,65	
Eindhoven U. of Technology	0,80	0,68		0,63	0,50	0,44	0,36	0,77	0,50	0,43	0,40	0,53	0,50	0,63	0,50	0,45	0,60	0,47	0,52	0,65	0,32	0,26	0,38	0,47	0,46	0,29	0,42
Tsinghua U. Beijing	0,82	0,73	0,63		0,71	0,68	0,63	0,55	0,70	0,55	0,67	0,65	0,77	0,79	0,74	0,72	0,79	0,69	0,69	0,82	0,56	0,44	0,76	0,66	0,62	0,49	
City U. of Hong Kong	0,79	0,66	0,50	0,71		0,61	0,70	0,61	0,71	0,46	0,64	0,60	0,83	0,82	0,79	0,69	0,78	0,63	0,67	0,71	0,50	0,46	0,73	0,76	0,53	0,47	
Chongqing U.	0,57	0,59	0,44	0,68	0,61		0,53	0,24	0,51	0,45	0,93	0,77	0,70	0,69	0,60	0,89	0,52	0,83	0,52	0,51	0,85	0,27	0,47	0,62	0,45	0,59	
Kyung Hee U.	0,59	0,55	0,36	0,63	0,70	0,53		0,28	0,65	0,69	0,55	0,39	0,65	0,73	0,75	0,63	0,66	0,62	0,61	0,71	0,51	0,27	0,63	0,58	0,61	0,26	
Doshisha U.	0,73	0,49	0,77	0,55	0,61	0,24	0,28		0,62	0,30	0,31	0,39	0,49	0,58	0,30	0,68	0,38	0,61	0,60	0,60	0,48	0,42	0,46	0,37			
U. of Rome la Sapienza	0,74	0,55	0,50	0,70	0,71	0,51	0,65	0,62		0,39	0,62	0,41	0,53	0,63	0,75	0,61	0,90	0,67	0,67	0,78	0,51	0,54	0,68	0,46	0,46	0,23	
MIT	0,46	0,40	0,43	0,55	0,46	0,45	0,69	0,39	0,39		0,42	0,32	0,50	0,66	0,64	0,40	0,49	0,35	0,63	0,52	0,42	0,36	0,54	0,59	0,57	0,23	
Aalto U.	0,57	0,59	0,40	0,67	0,64	0,93	0,55	0,30	0,62	0,42		0,71	0,64	0,64	0,63	0,84	0,62	0,80	0,56	0,57	0,78	0,33	0,53	0,58	0,49	0,54	
Federal U. of Santa Maria, Brazil	0,69	0,84	0,53	0,65	0,60	0,77	0,39	0,31	0,41	0,32	0,71		0,76	0,74	0,34	0,85	0,48	0,74	0,27	0,63	0,51	0,54	0,50		0,69		
Imperial College London	0,81	0,80	0,50	0,77	0,83	0,70	0,65	0,39	0,53	0,50	0,64	0,76		0,90	0,64	0,76	0,63	0,69	0,52	0,71	0,51	0,70	0,80	0,48	0,59		
OSRAM	0,88	0,82	0,63	0,79	0,82	0,69	0,73	0,49	0,63	0,66	0,64	0,74	0,90		0,77	0,78	0,73	0,67	0,66	0,81	0,51	0,34	0,75	0,76	0,50	0,58	
Lawrence Berkeley Nat. Lab.	0,71	0,47	0,50	0,74	0,79	0,60	0,75	0,58	0,75	0,64	0,63	0,34	0,64	0,77		0,59	0,78	0,60	0,85	0,67	0,64	0,47	0,65	0,72	0,77	0,22	
National Taiwan U. of Sci. and Tech.	0,68	0,73	0,45	0,72	0,69	0,89	0,63	0,30	0,61	0,40	0,84	0,85	0,76	0,78	0,59		0,60	0,83	0,46	0,68	0,71	0,60	0,57	0,31	0,58		
VSB TU, Ostrava	0,82	0,65	0,60	0,79	0,78	0,52	0,66	0,68	0,90	0,49	0,62	0,48	0,63	0,73	0,78	0,60		0,65	0,73	0,83	0,50	0,64	0,79	0,61	0,55	0,34	
Harbin Insti. of Tech.	0,68	0,68	0,47	0,69	0,63	0,83	0,62	0,38	0,67	0,35	0,80	0,74	0,69	0,67	0,60	0,83	0,65		0,46	0,62	0,74	0,20	0,49	0,52	0,42	0,43	
U. of California, Berkeley	0,64	0,34	0,52	0,69	0,67	0,52	0,61	0,61	0,67	0,63	0,56	0,27	0,52	0,66	0,85	0,46	0,73	0,46		0,67	0,56	0,52	0,50	0,62	0,79		
Delft U. of Tech.	0,89	0,78	0,65	0,82	0,71	0,51	0,71	0,60	0,78	0,52	0,57	0,63	0,71	0,81	0,67	0,68	0,83	0,62	0,67		0,41	0,37	0,73	0,55	0,44	0,38	
Politechnika Warszawska	0,39	0,34	0,32	0,56	0,50	0,85	0,51		0,51	0,42	0,78	0,51	0,51	0,64	0,71	0,50	0,74	0,56	0,41		0,37	0,55	0,54	0,27			
U. of Milan			0,26																								
Vienna U. of Tech.	0,42	0,23	0,38	0,44	0,46		0,27	0,48	0,54	0,36	0,33			0,34	0,47		0,64	0,20	0,52	0,37			0,51	0,26	0,42	0,33	
National Cheng Kung U., Taiwan	0,70	0,67	0,47	0,76	0,73	0,47	0,63	0,42	0,68	0,54	0,53	0,54	0,70	0,75	0,65	0,60	0,79	0,49	0,50	0,73	0,37	0,51		0,66	0,41	0,42	
U. of California, Davis	0,61	0,50	0,46	0,66	0,76	0,62	0,58	0,46	0,46	0,59	0,58	0,50	0,80	0,76	0,72	0,57	0,61	0,52	0,62	0,55	0,55	0,26	0,66		0,59	0,34	
NRC of Canada	0,42	0,23	0,29	0,62	0,53	0,45	0,61	0,37	0,46	0,57	0,49		0,48	0,50	0,77	0,31	0,55	0,42	0,79	0,44	0,54	0,42	0,41	0,59			
VTT	0,52	0,65	0,42	0,49	0,47	0,59	0,26		0,23	0,23	0,54	0,69	0,59	0,58	0,22	0,58	0,34	0,43		0,38	0,27	0,33	0,42	0,34			

# Correlation\* map of organisations



\* Top organisations (27) cross-correlated with **major technology topics** (40). Proximity of institutions indicate relatively close correlation of research contents, particularly strong similarity indicated with a line (& thickness).







# Companies' research profiles 2008-2013: number of publications on a topic

Publications TOTAL	Company	TOPIC																											
		Energy efficiency	LED	Lighting systems	Lighting controls	Intelligent buildings	Sensors	Fluorescence	Solar energy	Office buildings	Street lighting	Algorithms	Climate issues	Architecture	Thermal issues	Sensor networks	Monitoring	Windows & glass	Intelligent lighting	Roads and street lighting	Dimming	Intelligent lighting	Ambient intelligence	Glare	OLED	ZigBee	Embedded systems	Commercial buildings	Smart grid
77	Philips	35	36	34	15	4	16	3	5	6	2	10	1	1	6	3	1	6	4	3	4	1	2	2	2	2	2	2	4
19	OSRAM	11	10	4	2	1	2	1		2					1	2		2				1			1				1
7	Panasonic	5	2	1	3		1	1		2			2	1										1	1				
7	Siemens AG	2	1			2	1			1		1	1	1	1	1	1			1		1							
7	Toshiba Corp	6	3		2	1		3		2			1	1															1
5	NOVALED AG	3	3					2																	5				

# Research profiles compared: companies\* cross-correlated with 40 publication topics

Publications: total	Organisation	Philips	Aalto U.	OSRAM	Panasonic	Siemens AG	Toshiba Corp	NOVALED AG	VTT
77	Philips		0,57	0,88	0,69	0,30	0,62	0,44	0,52
20	Aalto U.	0,57		0,64	0,64	0,35	0,64	0,33	0,54
19	OSRAM	0,88	0,64		0,75	0,40	0,79	0,57	0,58
7	Panasonic	0,69	0,64	0,75		0,37	0,87	0,49	0,33
7	Siemens AG	0,30	0,35	0,40	0,37		0,42	0,12	0,26
7	Toshiba Corp	0,62	0,64	0,79	0,87	0,42		0,53	0,42
5	NOVALED AG	0,44	0,33	0,57	0,49	0,12	0,53		0,31
5	VTT	0,52	0,54	0,58	0,33	0,26	0,42	0,31	

\* Aalto and VTT included

Based on cross-correlation with keywords in publications, max corr. 1, correlation level indicated by colour

# 2014 publications

# Year 2014: top\* research organisations' research profiles - number of publications on a topic



Publications, total	Organisation	TOPIC																																						
		LED	Ener gy utiliz ation	Light ing contr ols	Intell igent build ings	Light ing res	Light ing fixtu res	Light ing syste ms	Sens ors	Offic e build ings	Intell igent light ing	Simu latio n	Dayli ght	Light sour ce	Solar ener gy	Fluor esce nce	Stree t light ing	Lumi nanc e	Solid light ing	Sens ors	Intell igent netw orks	Intell igent illum inat ion	Windm ill	Inca ndes cent lamps	Ther mal issue s	Carb on diox ide	Clim ate issue s	Intell igent contr ol	Redu ce ener gy cons umpt ion	Road and stree ts	Air cond ition ing	Ener gy effici ent build ings	Head light ing	Cooli ng	Dim ming	Fuzz y syste ms				
7	Eindhoven U. of Tech		1	4	1	1	2	3	2				1	3						1																				
7	Philips	1	2	4	1	1	2	3	3			1	2	3						1					1															
6	Nat. Taiwan U. of Sci. and Tech.	1	2									1			1						4																			
6	U. of Rome la Sapienza	2	2	4	4	3	3		1						1																								1	
5	Changchun U. of Sci. and Tech.	1		1		1						1			1	1				2				1															1	
5	Rensselaer Polytechnic Inst, NY	1		2	2	1	1	2		2	1	1	1	1		1	1		2	1				1															1	
4	Aalto U.	2	1							1					1	1			1					1															1	
4	AGH U. of Sci. and Tech., Poland			1					1	2	1						1																						1	
4	Carnegie Mellon U.													2		1																							2	
4	Delft U. of Tech.	2	1	1				2			1		2			1			3						2														1	
4	Lawrence Berkeley Nat. Lab.	1	3	1		1		2				3		1									2																3	
3	Arizona State U.			1	1			1																																
3	Kyung Hee U., Korea	1			2													1		1																			1	
3	Nanyang Tech. U. Singapore	1	1			1	1		1		2	1				1																								
3	North China Electric Power U.	1		1										1		1							1				1													1
3	R.T.M. Nagpur U., India	2	1			1													3						1															
3	Slovak U. of Tech., Bratislava					1		1				1				1																								
3	Zhaoqing U.	2		1	1			1																																

# Research hot spots 2014



**Key:**

- Warmer the colour, the more there are publications
- Bigger the font, the more there are publications
- Closer the topics are on the map, more they appear together in publications

