



# Nanotehnologije

## Inicijative u nanotehnologijama

*Doc.dr Pal Terek*

*Prof.dr Branko Škorić*

*Doc. dr Aleksandar Miletić*

# Nanotehnologije - Inicijativa

- Zašto su nanotehnologije interesantne?

- Zašto su nanotehnologije važne?

**21. veku nude ono što su nafta, polimeri i poluprovodnici doneli u 20. veku**

- Nauka je pokretač razvoja u nekoj oblasti
- Šta je naučni rad << Istraživanje u nekoj oblasti zbog dobijanja:
  - Fundamentalnih znanja
  - Primenljivih znanja
- Industrija treba da bude pokretač istraživanja (primenljivih)
- Rezultat istraživanja su: Naučni članak, patent, elaborat, doktorat

# Naučni članci

- Naučni članak istraživačkog tipa (*Research article*)

Šta je to?

Potreba za istaživanjem > eksperiment > rezultati i diskusija > zaključci

Rezultat

Nova saznanja iz neke oblasti spremne za primenu u industriji ili za dalji razvoj obl.

- Naučni članak preglednog tipa (*Review article*)

Šta je to?

Pregled najznačajnijih i najaktuelnijih istraživanja i rezultata iz neke oblasti

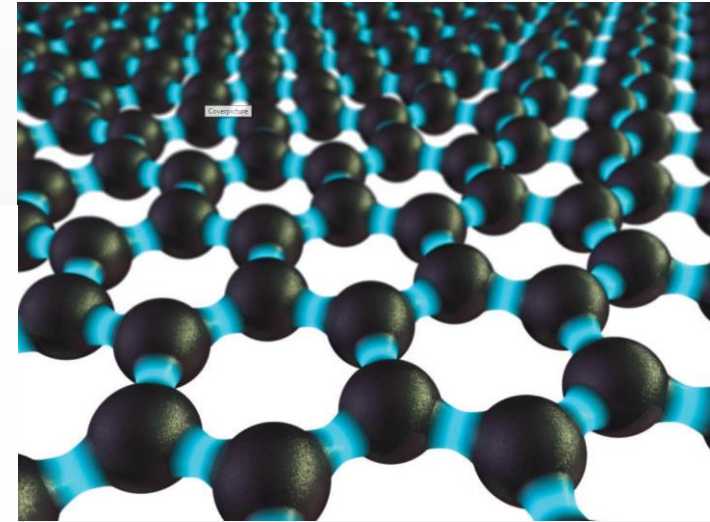
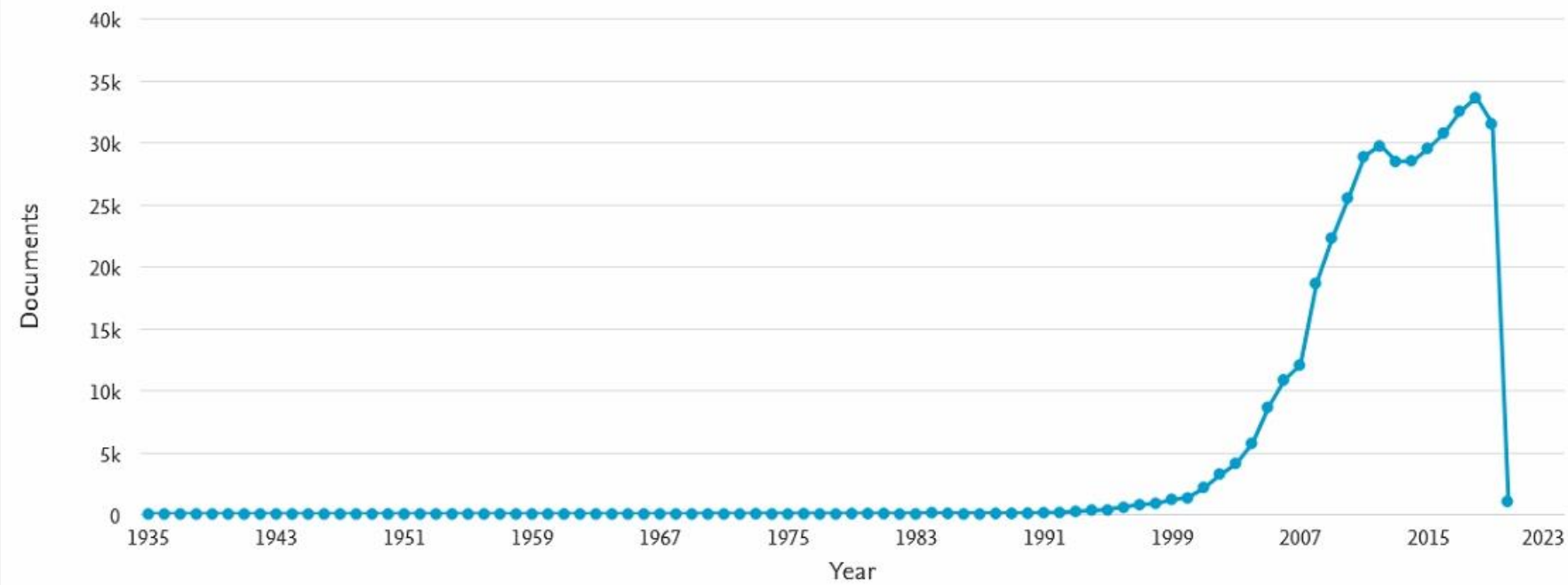
Rezultat

Sistematizovan pregled iz neke oblasti

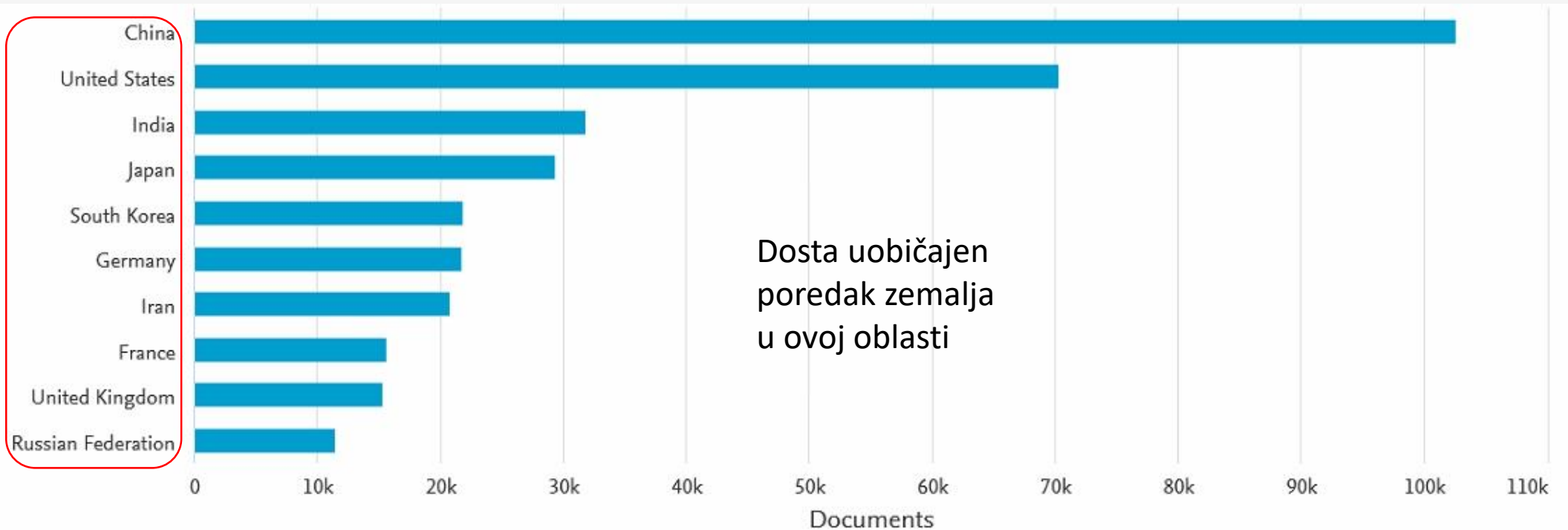
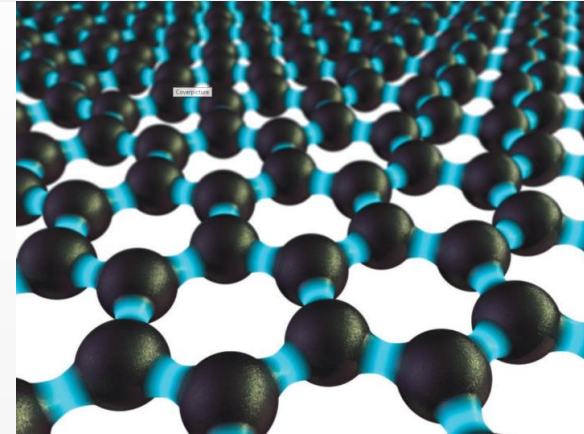
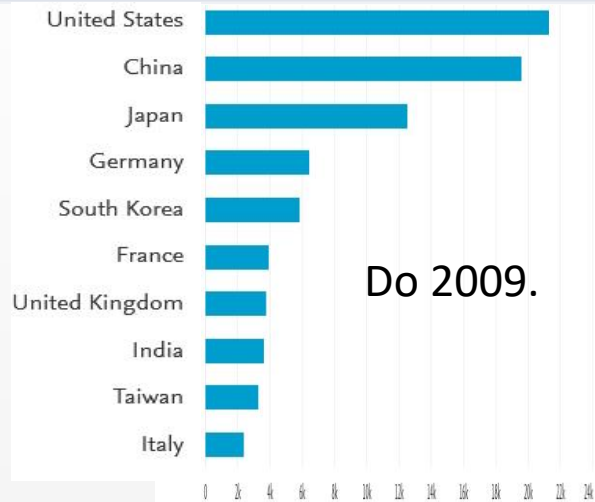
- Citiranost

# Nauka sa temom: Nano

Documents by year

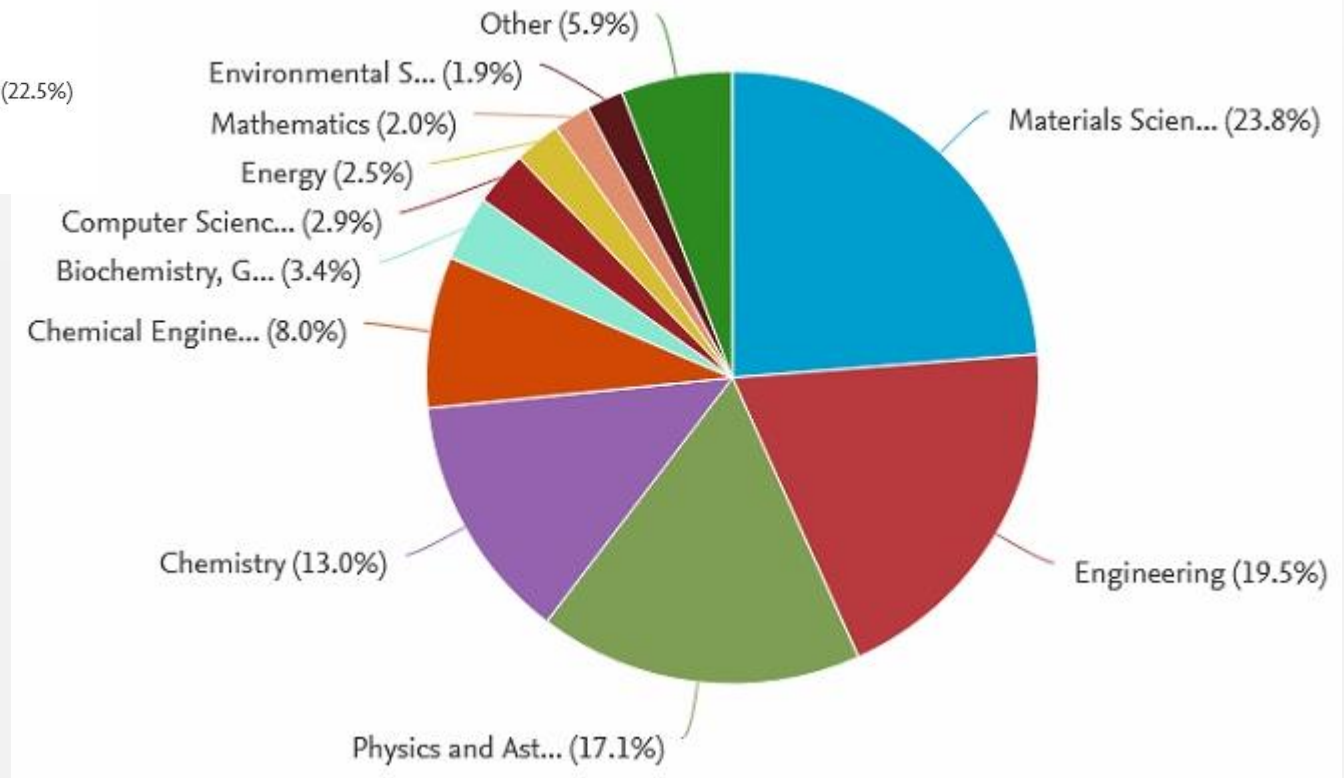
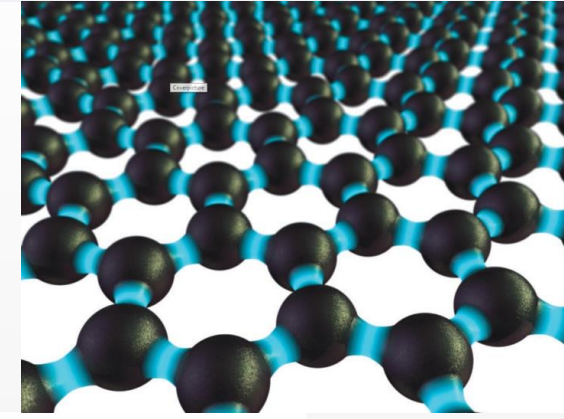
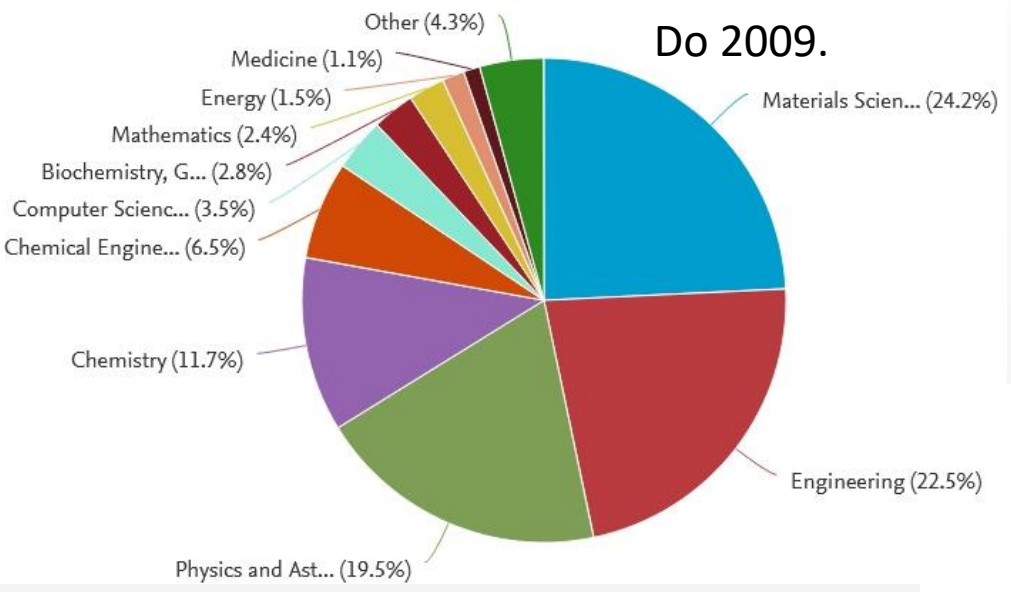


# Nauka sa temom: Nano

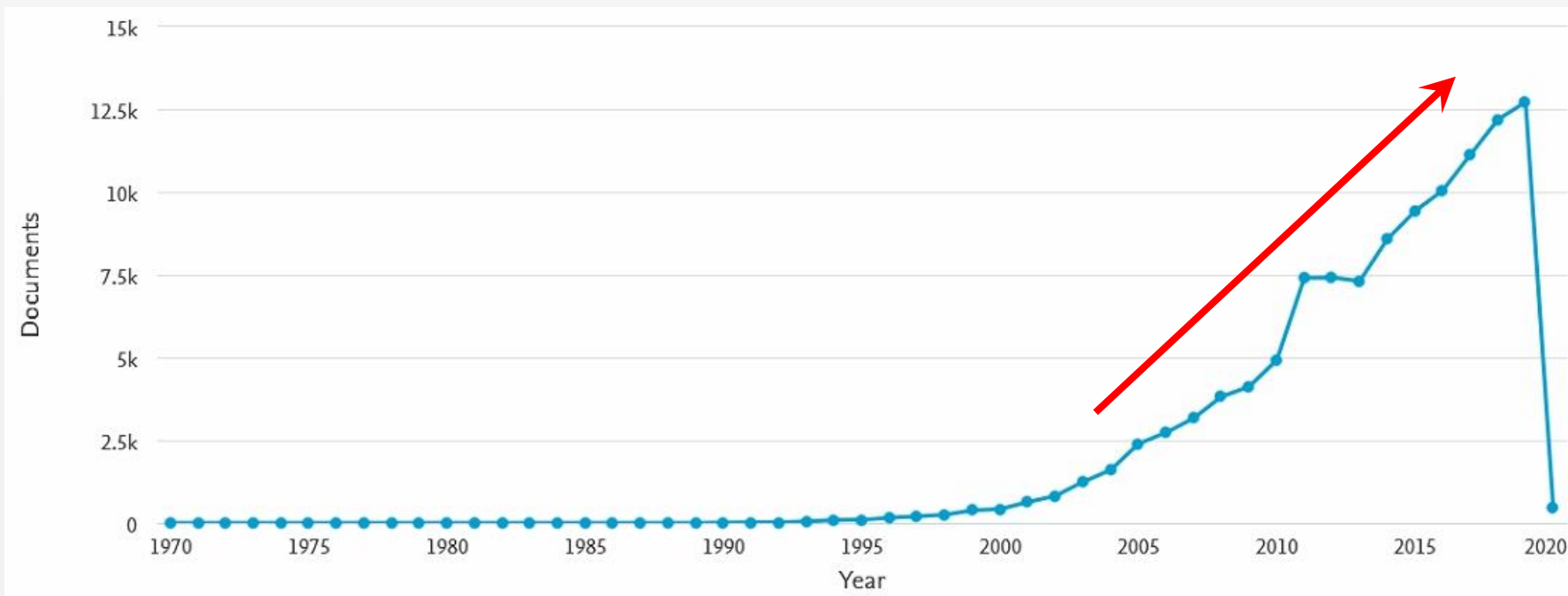
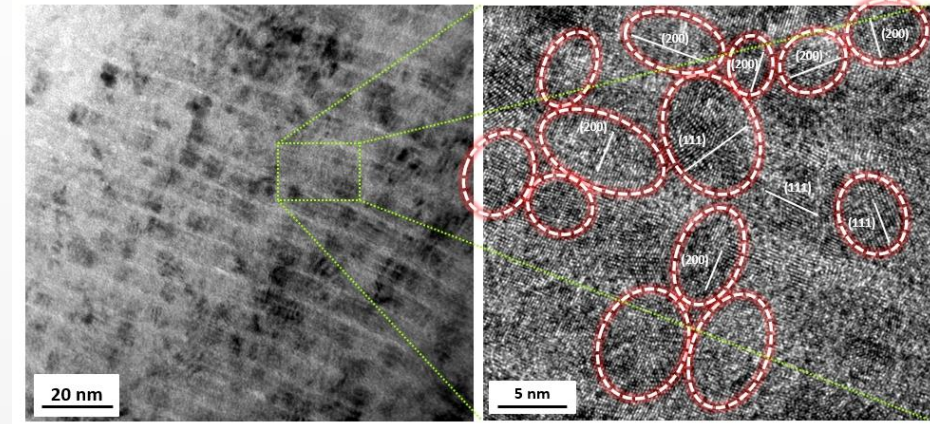


# Nauka sa temom: Nano

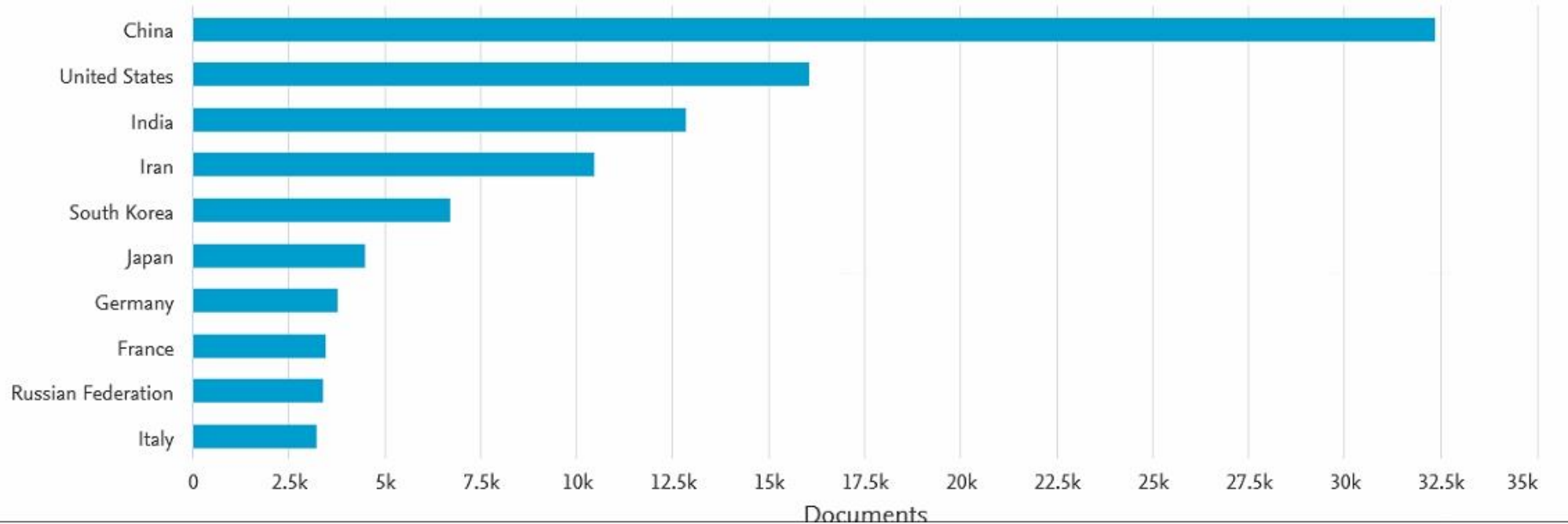
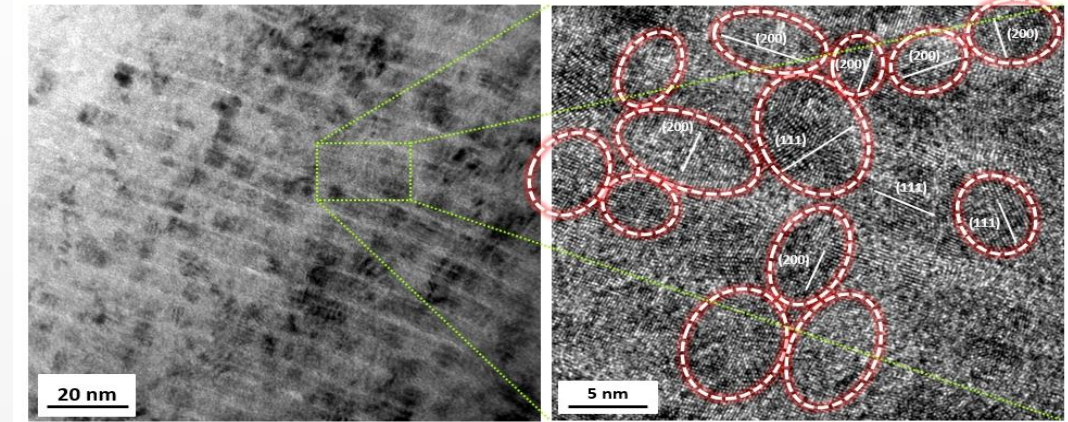
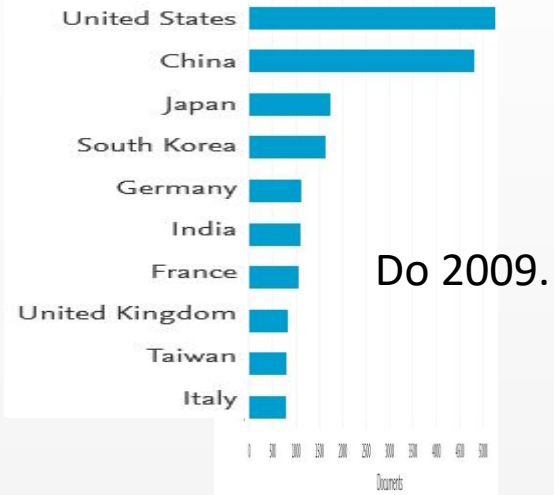
Do 2009.



# Nauka sa temom: Nanocomposite

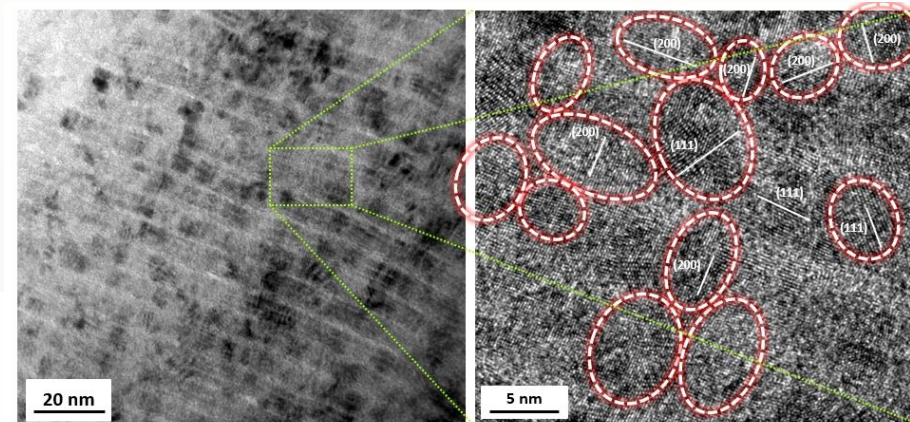
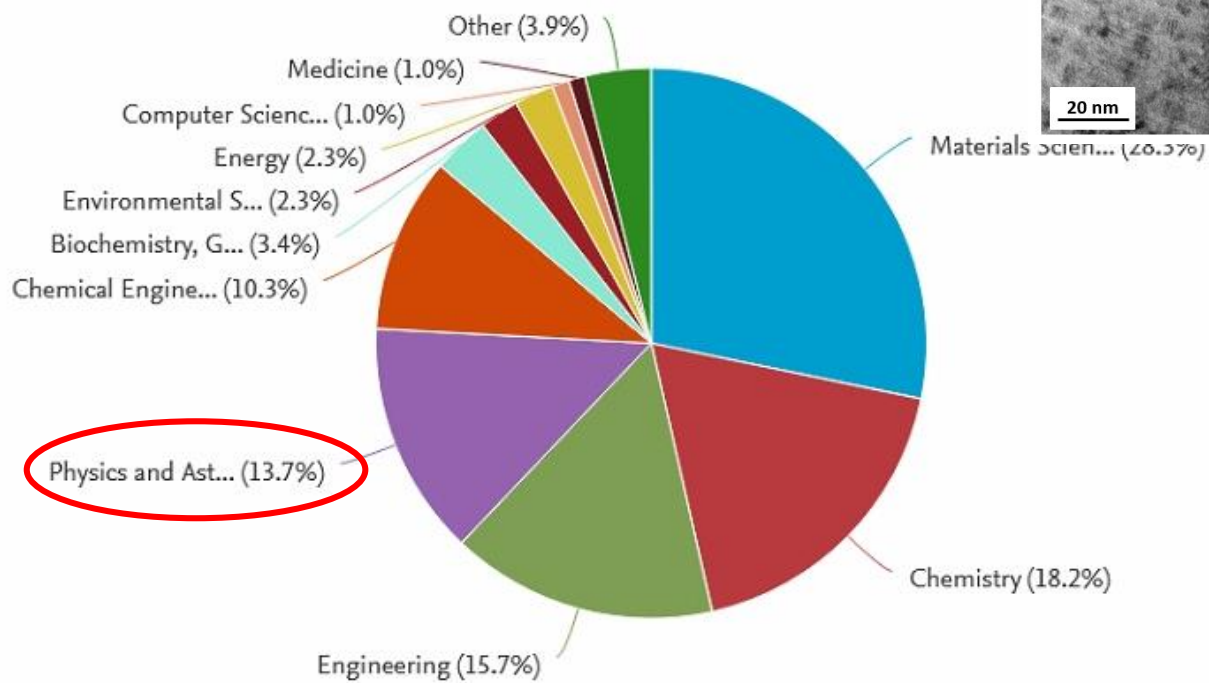


# Nauka sa temom: Nanocomposite

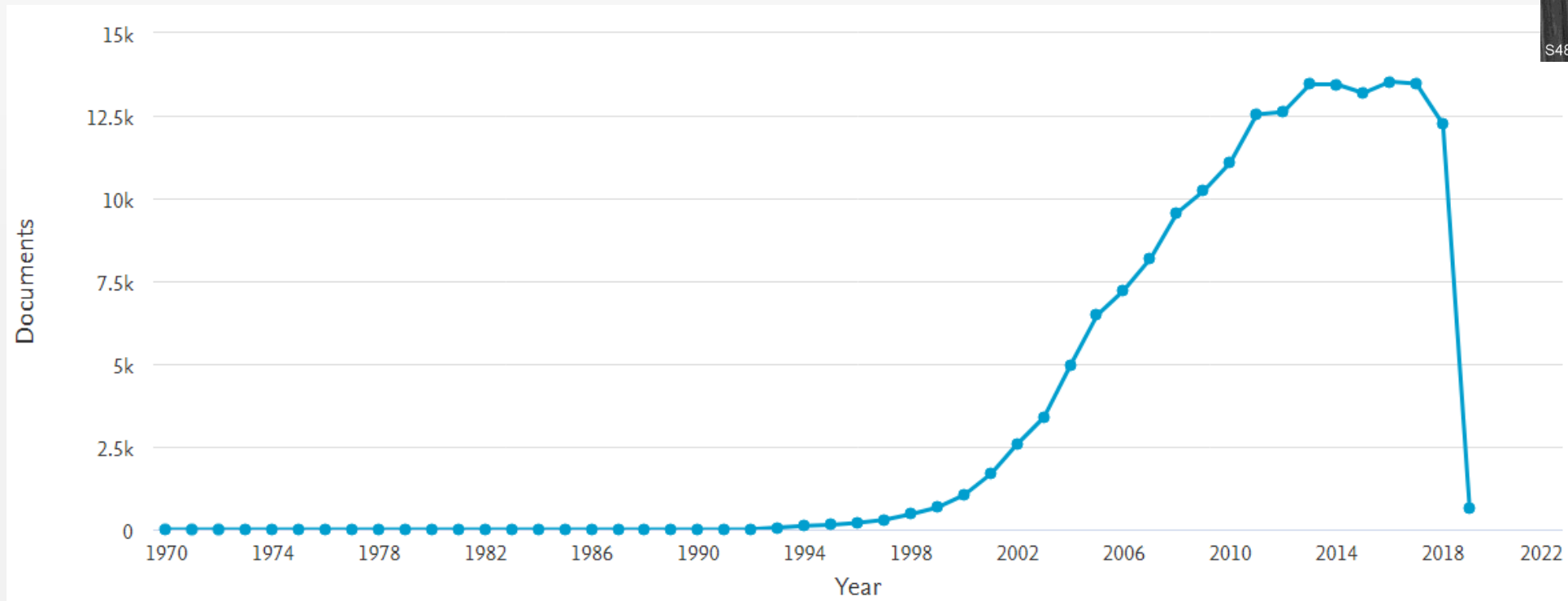
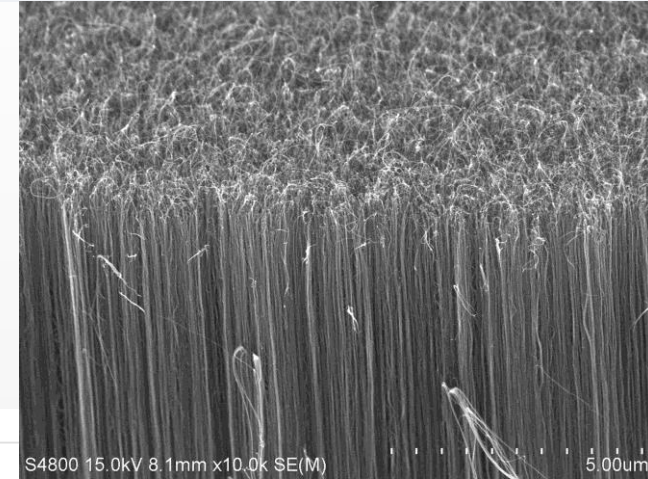




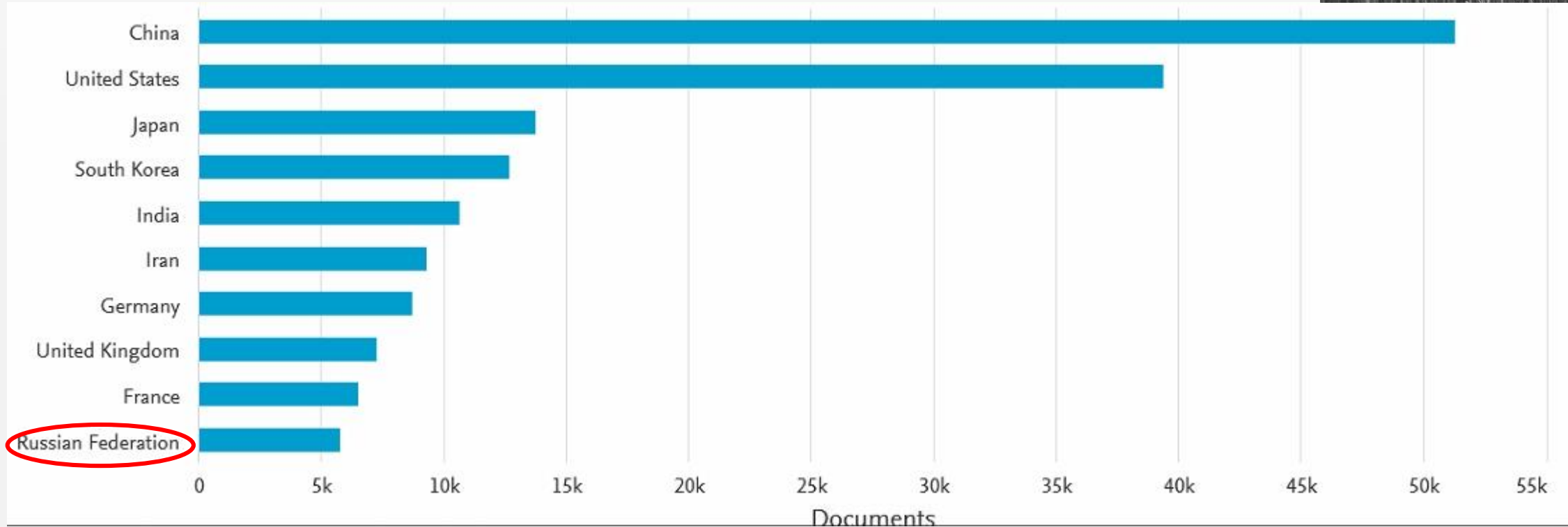
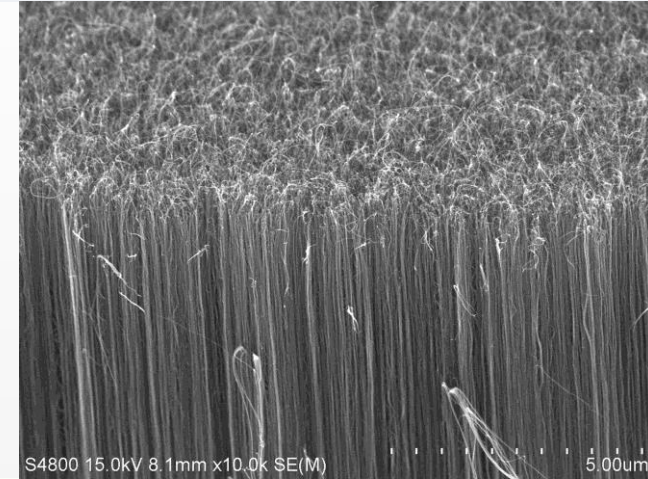
# Nauka sa temom: Nanocomposite



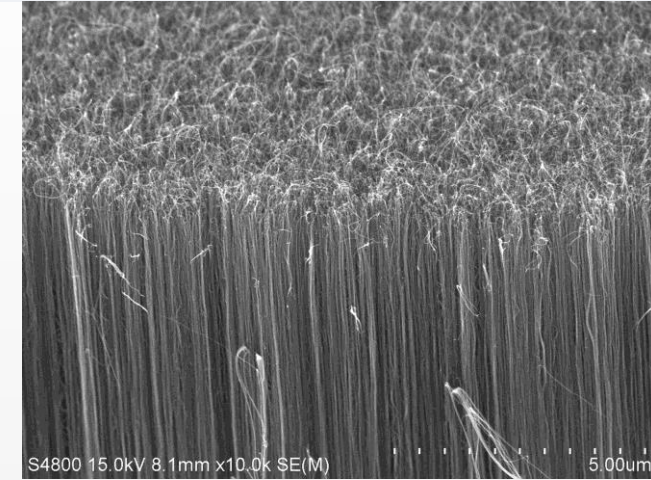
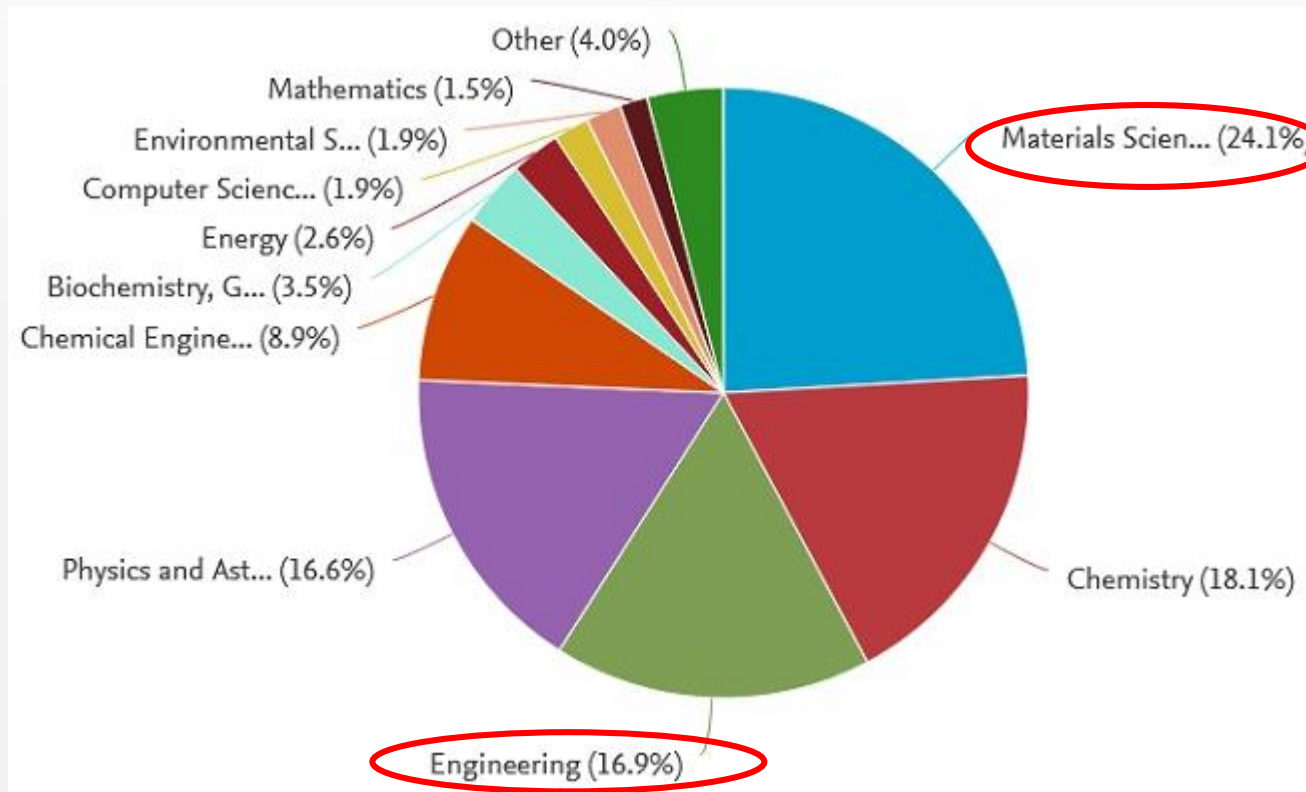
# Nauka sa temom: Nanotube



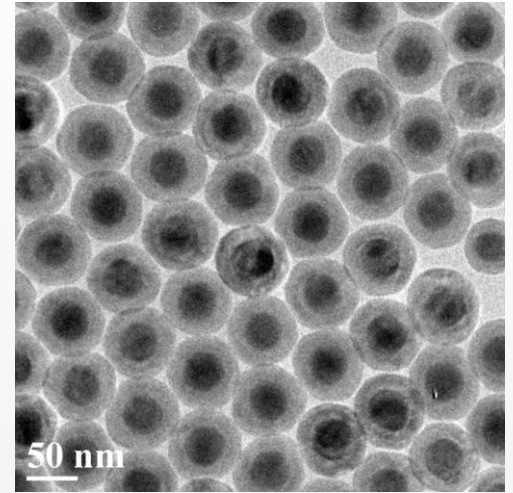
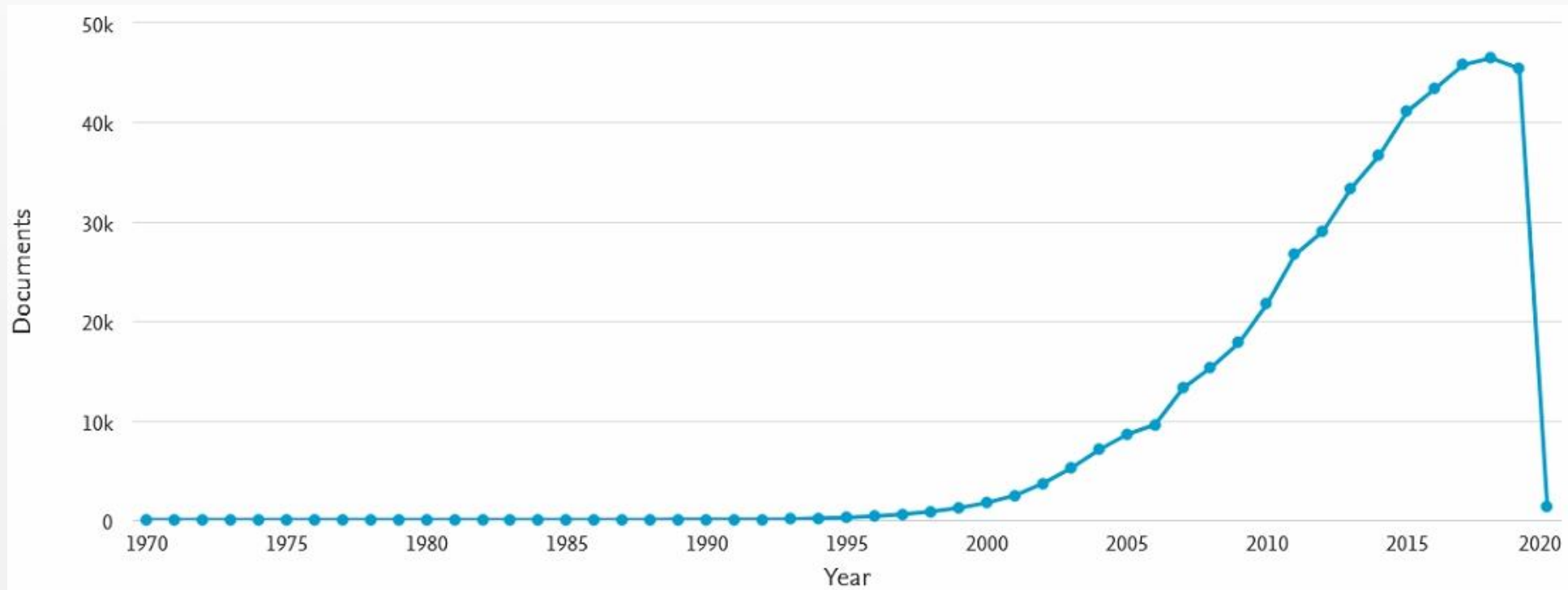
# Nauka sa temom: Nanotube



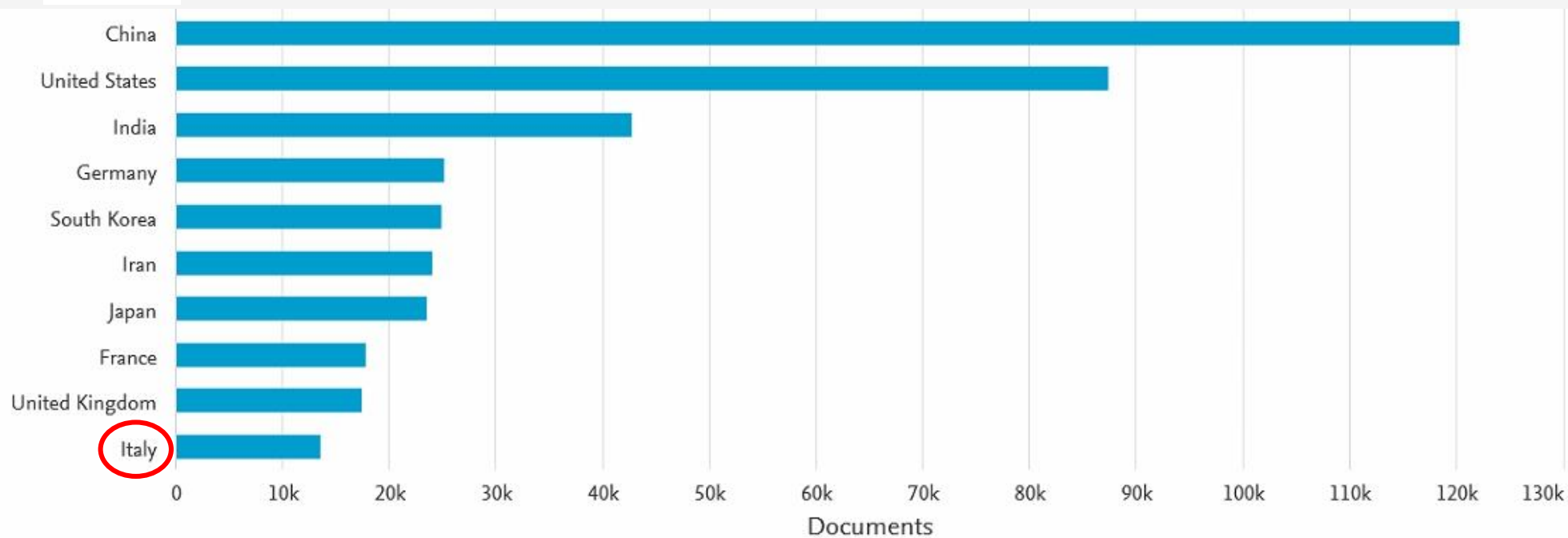
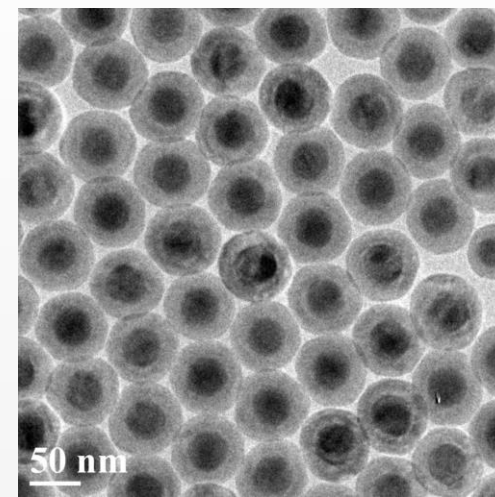
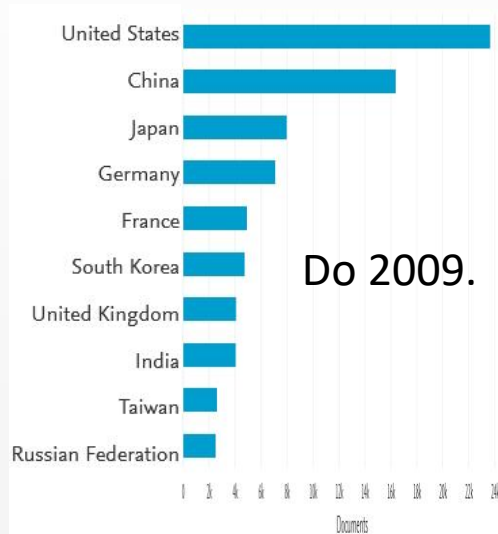
# Nauka sa temom: Nanotube



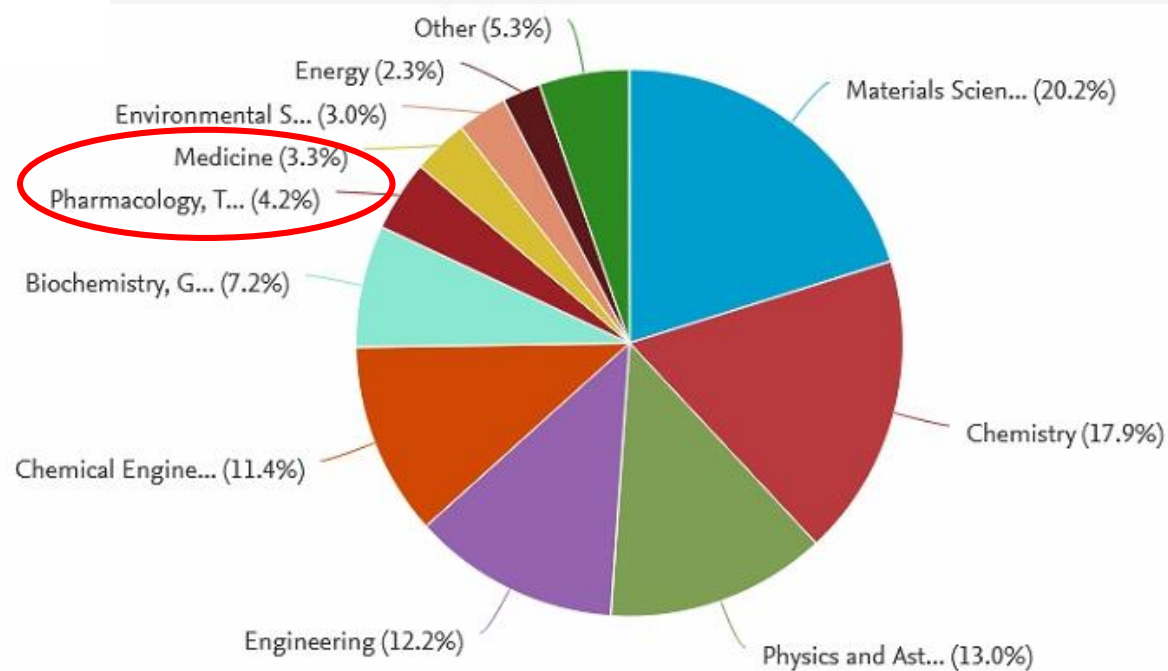
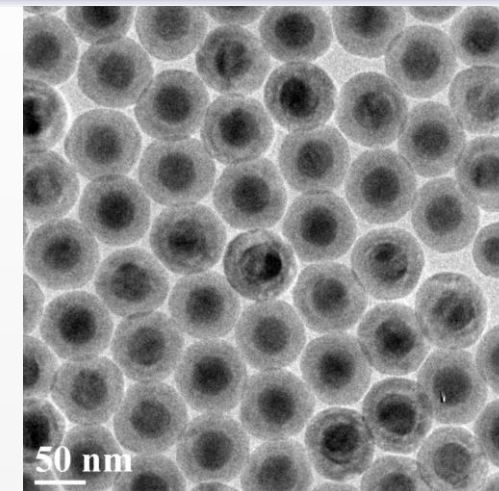
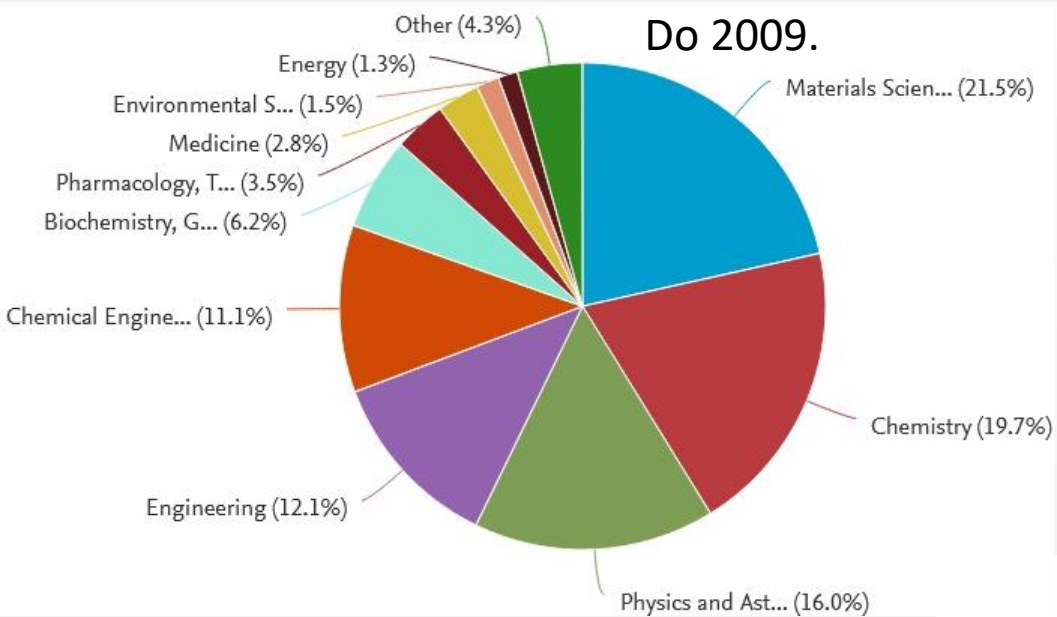
# Nauka sa temom: Nanoparticle



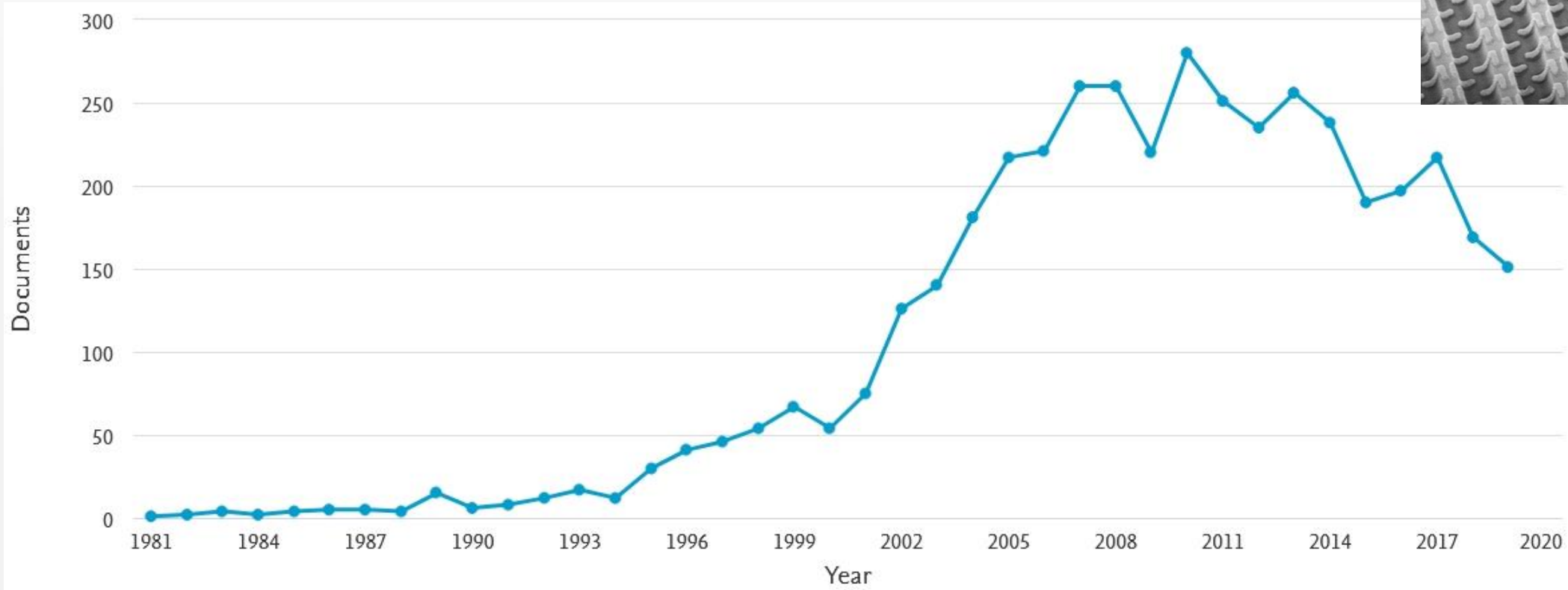
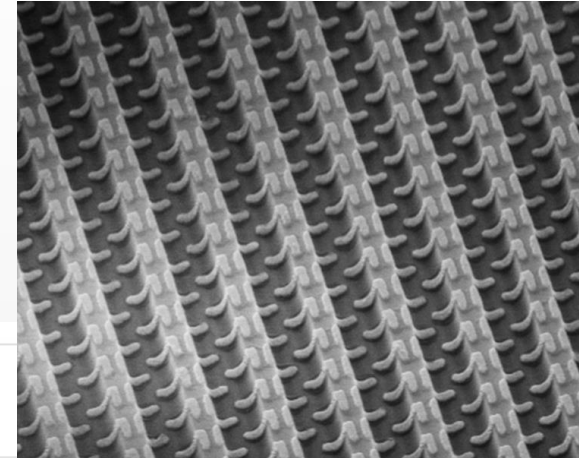
# Nauka sa temom: Nanoparticle



# Nauka sa temom: Nanoparticle

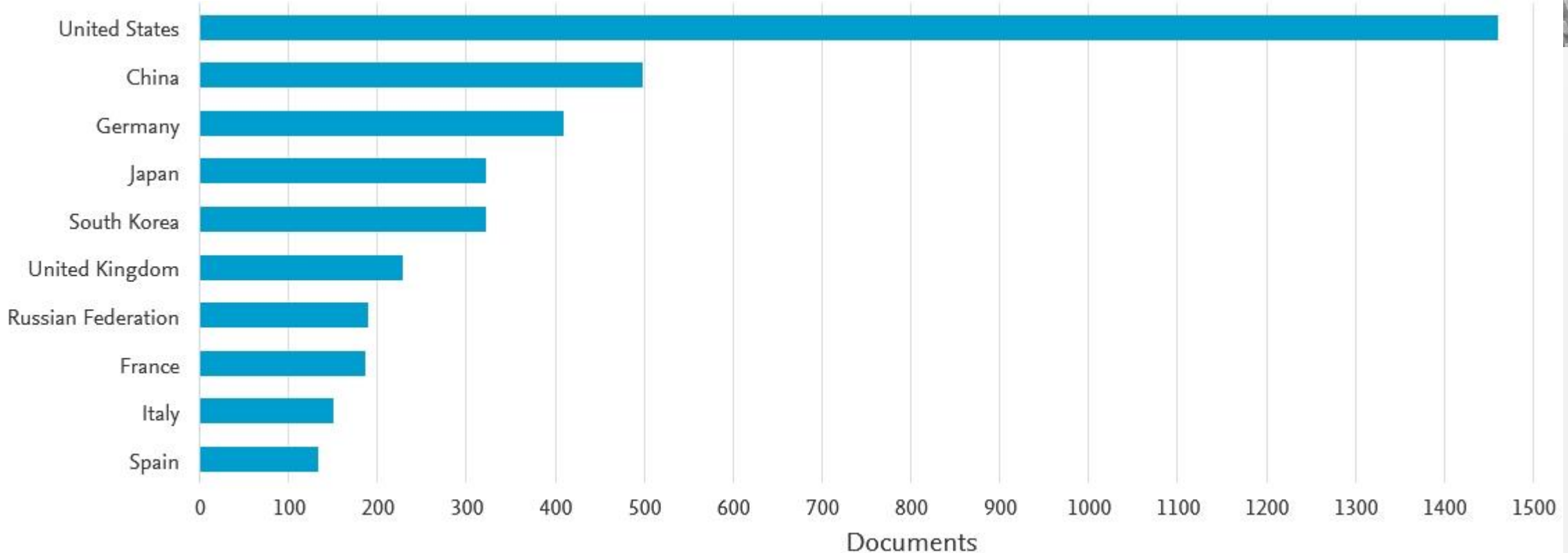
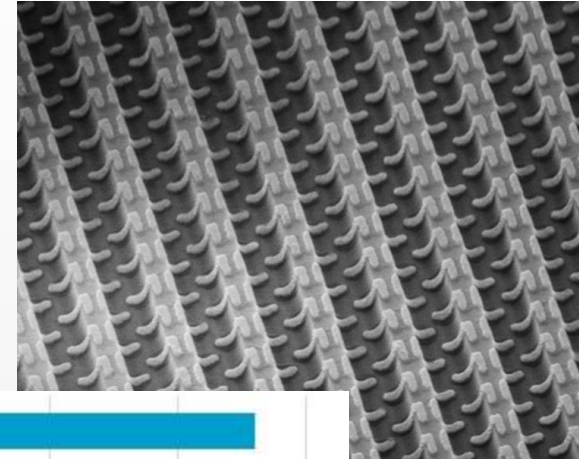
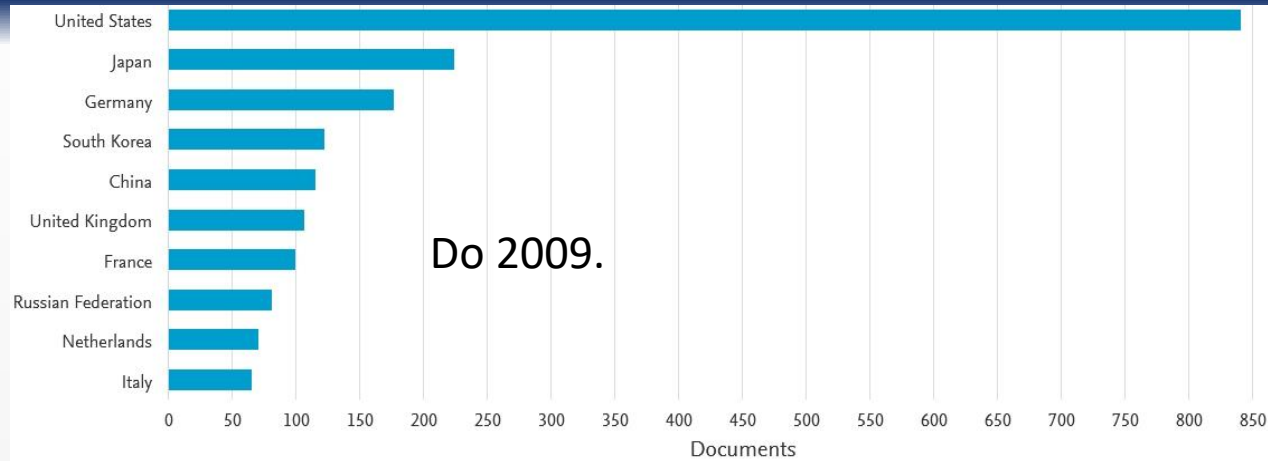


# Nauka sa temom: Nanolithography

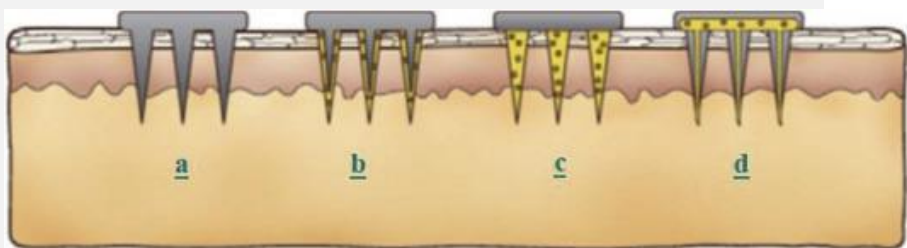
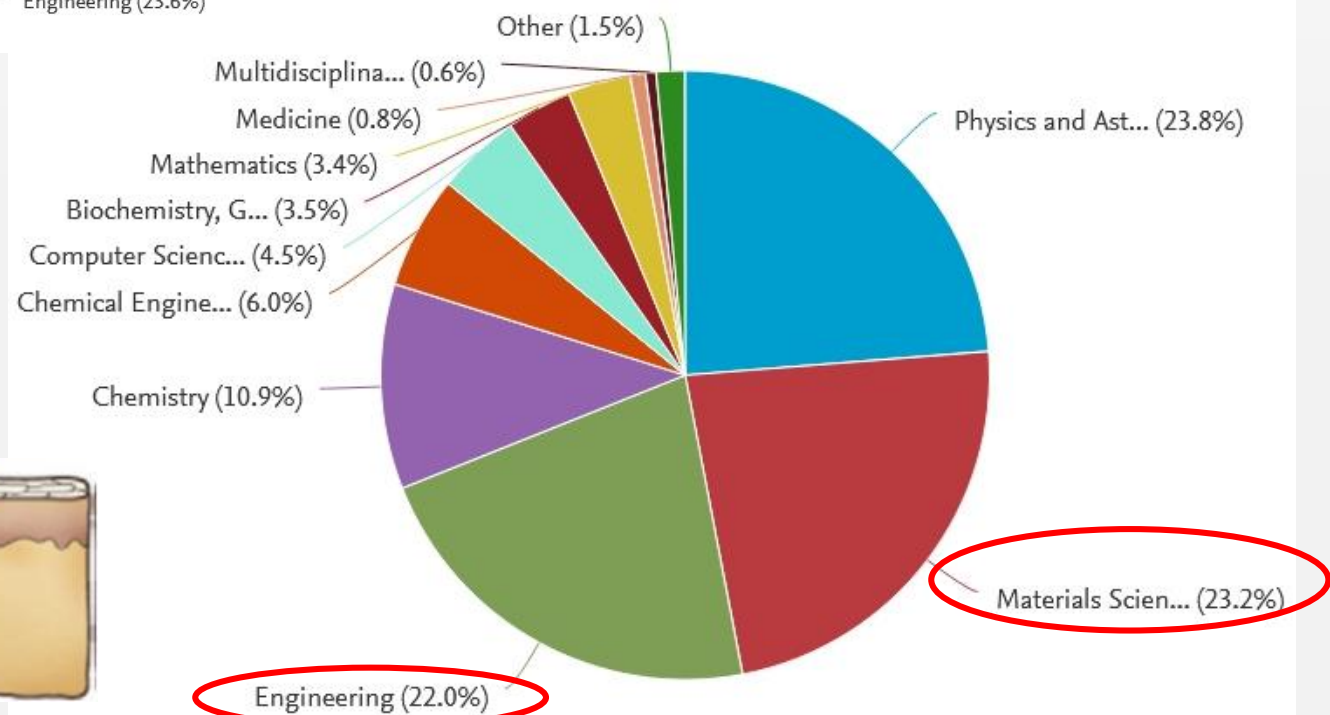
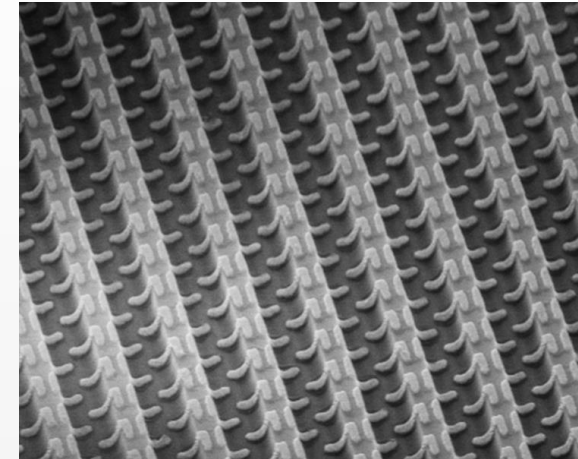
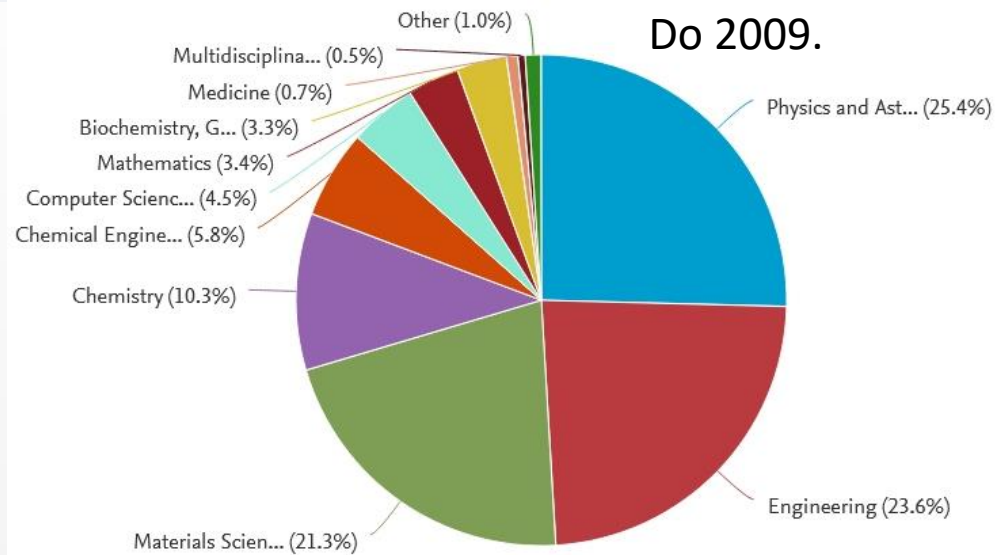




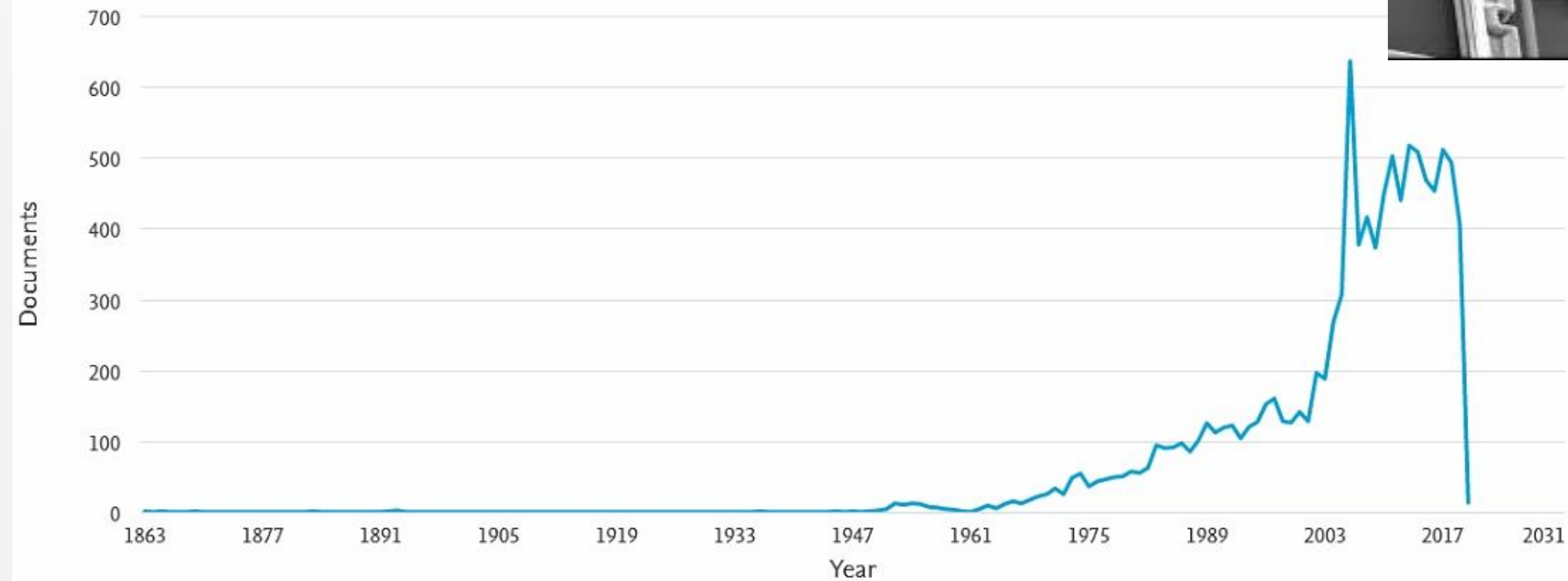
# Nauka sa temom: Nanolithography



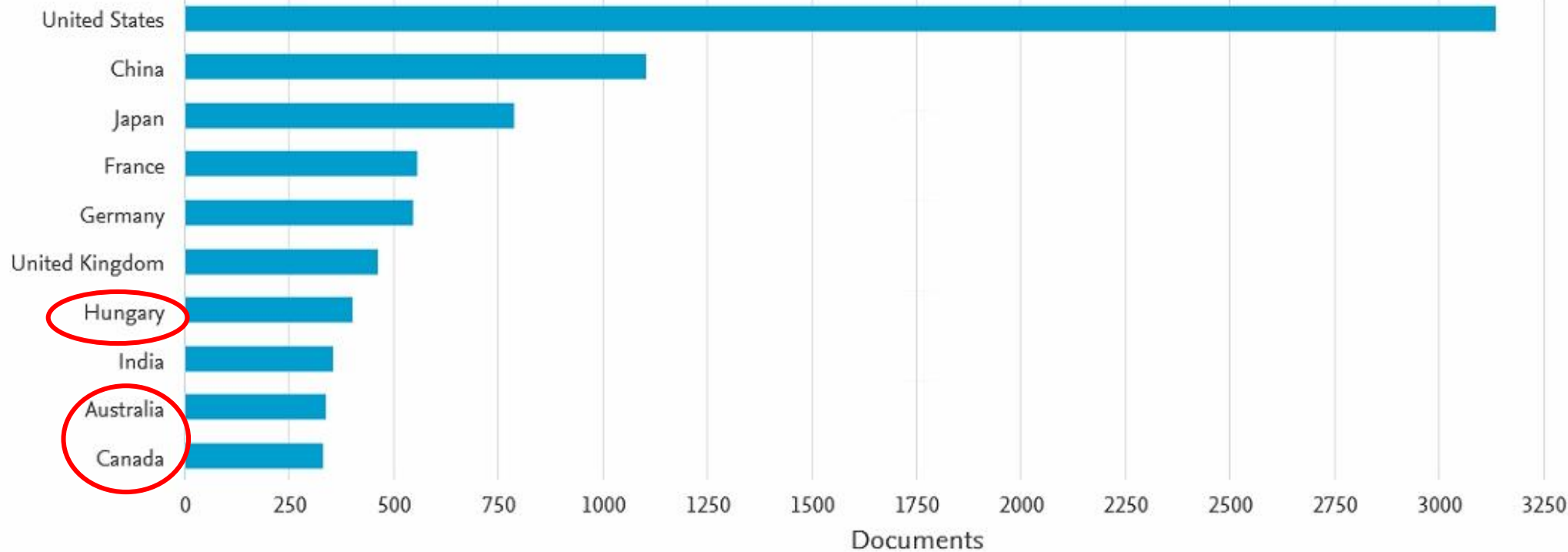
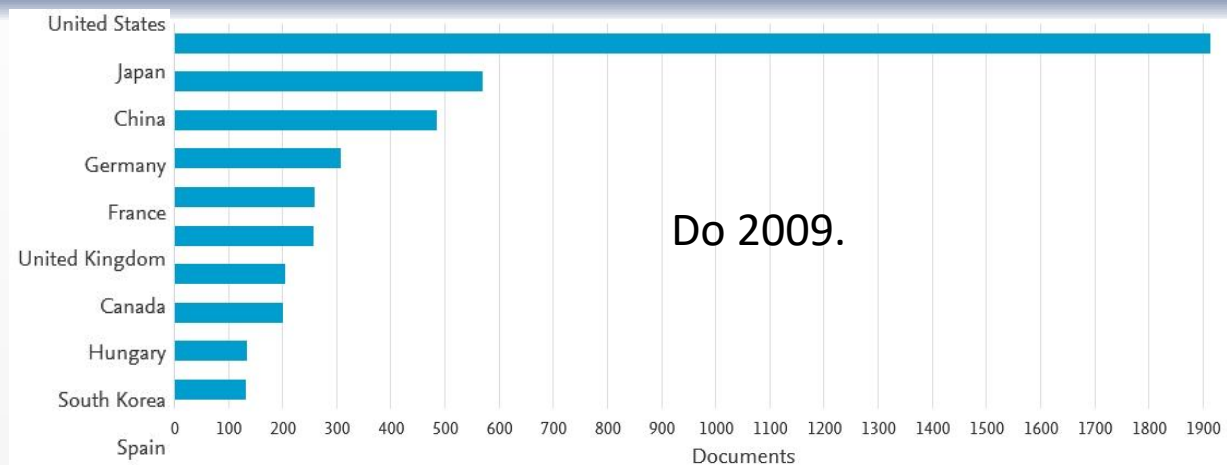
# Nauka sa temom: Nanolithography



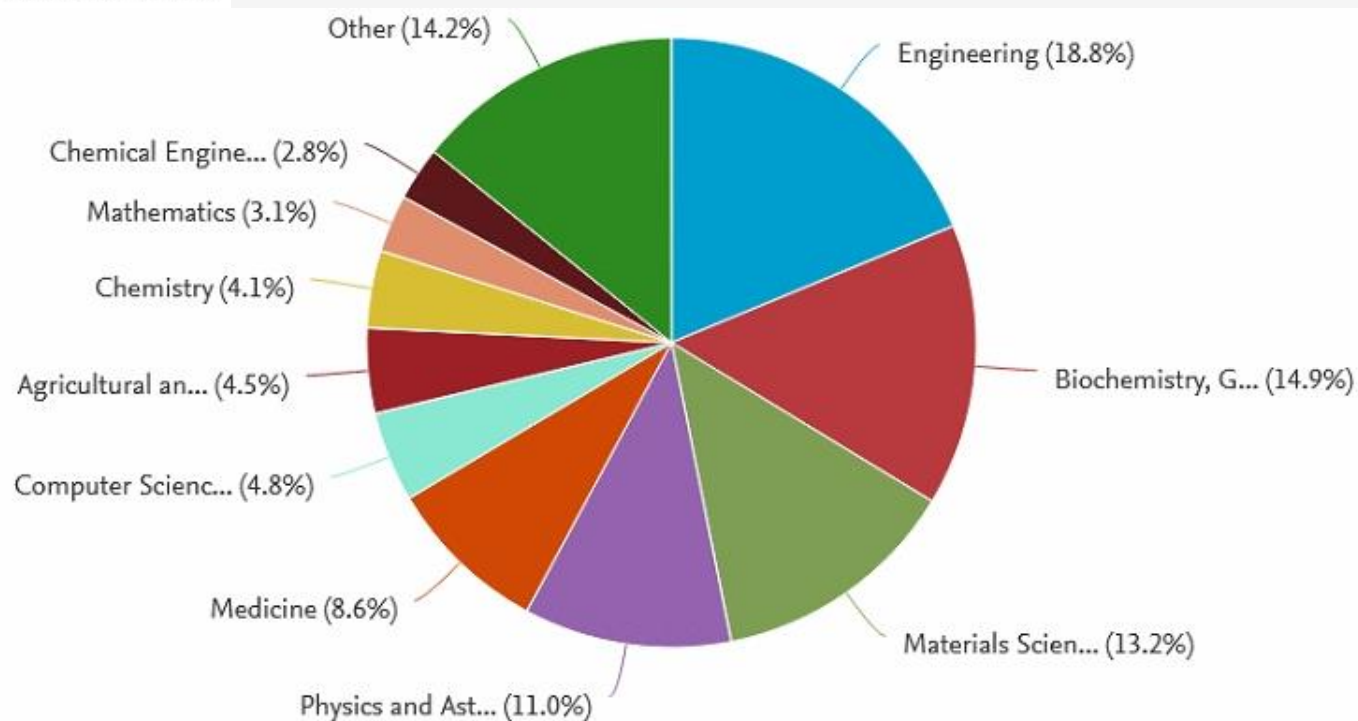
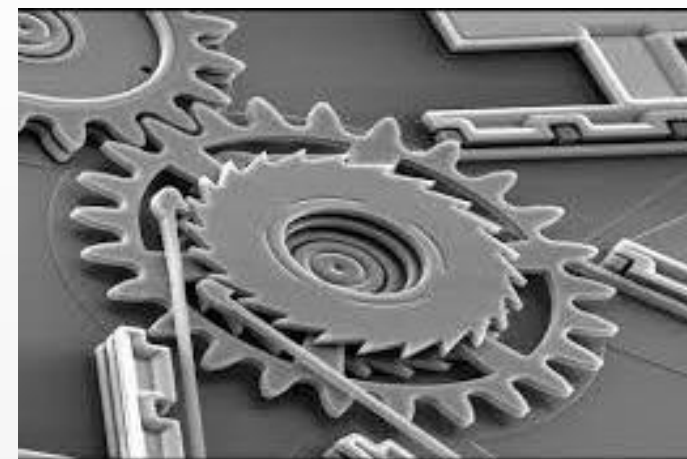
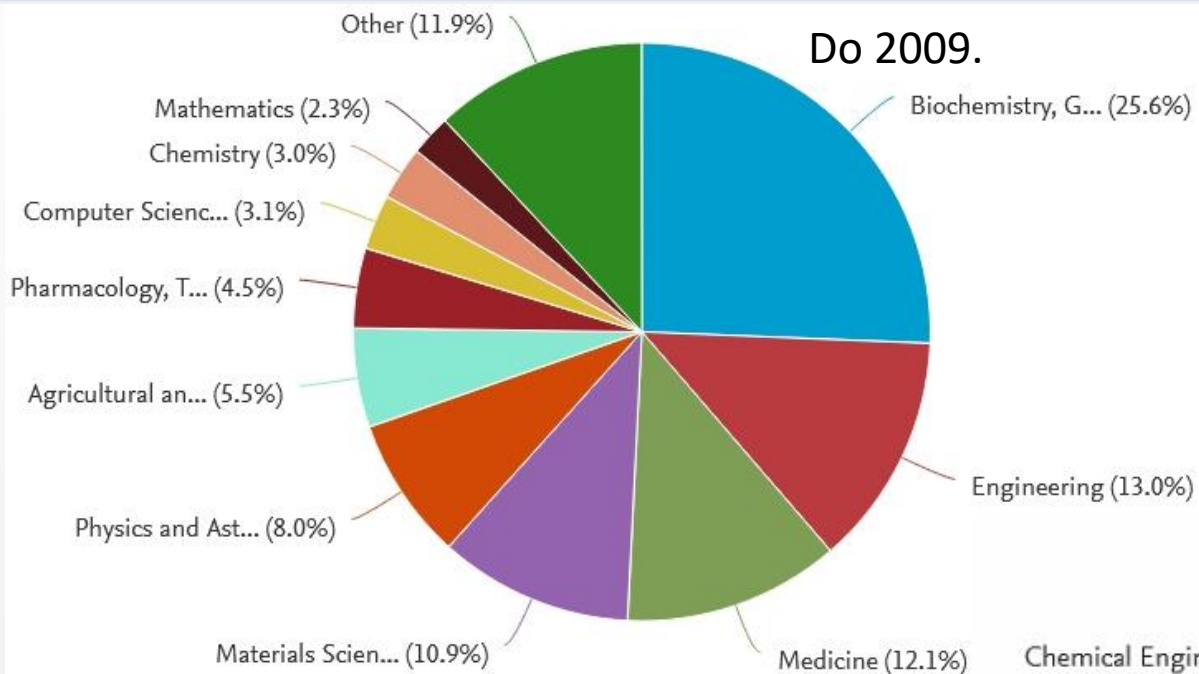
# Nauka sa temom: NEMS



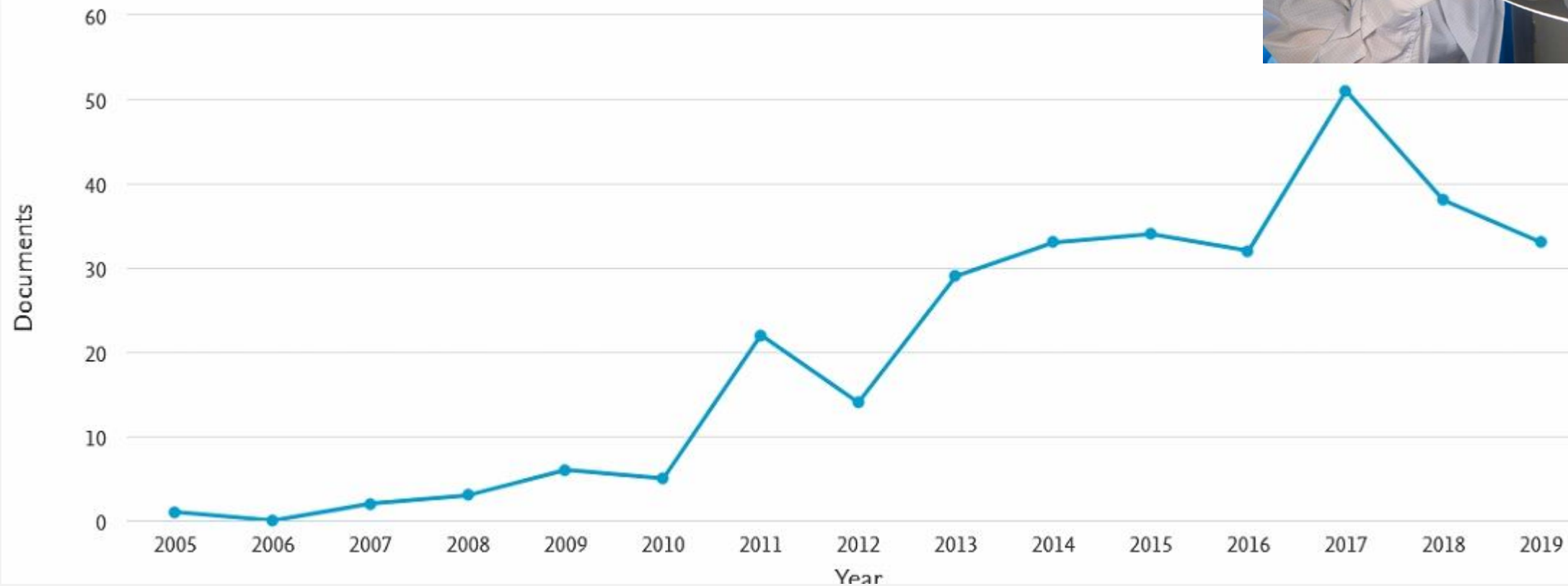
# Nauka sa temom: NEMS



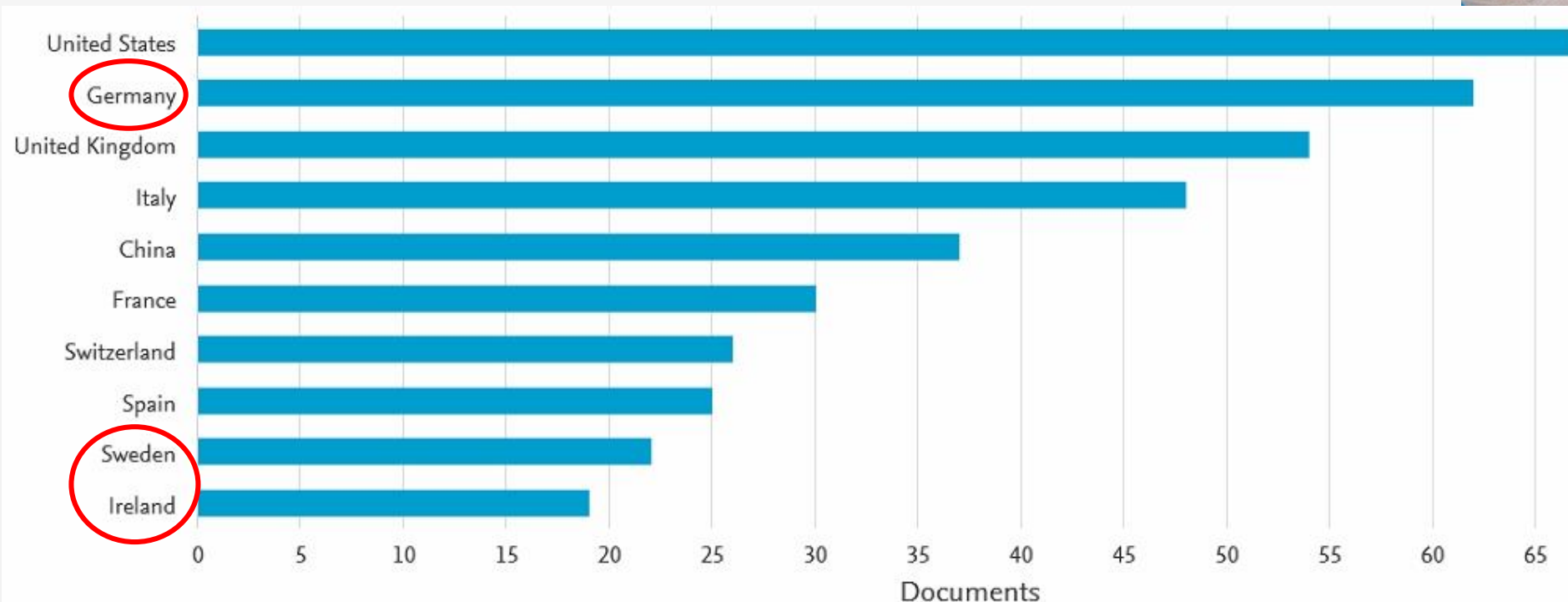
# Nauka sa temom: NEMS



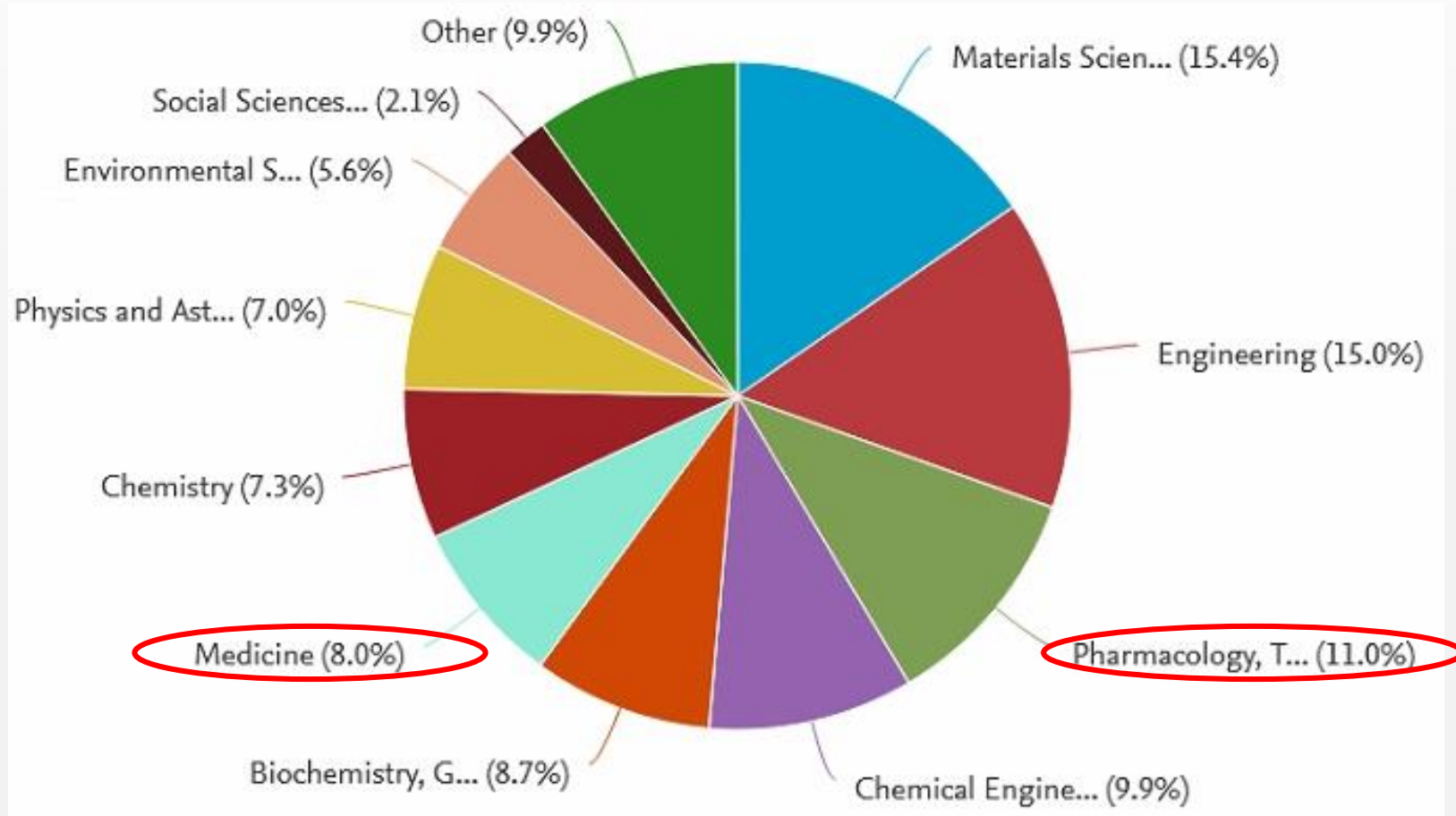
# Nauka sa temom: Nano safety



# Nauka sa temom: Nano safety



# Nauka sa temom: Nano safety

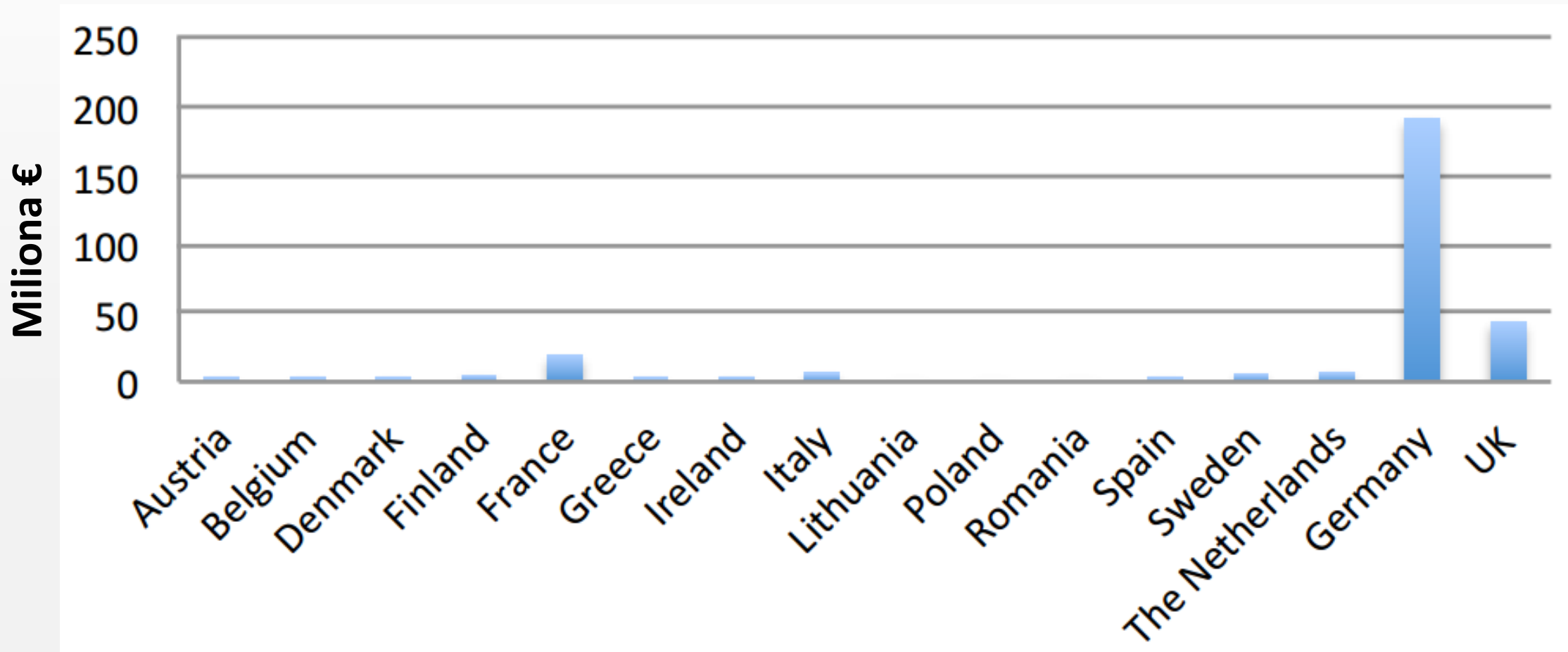




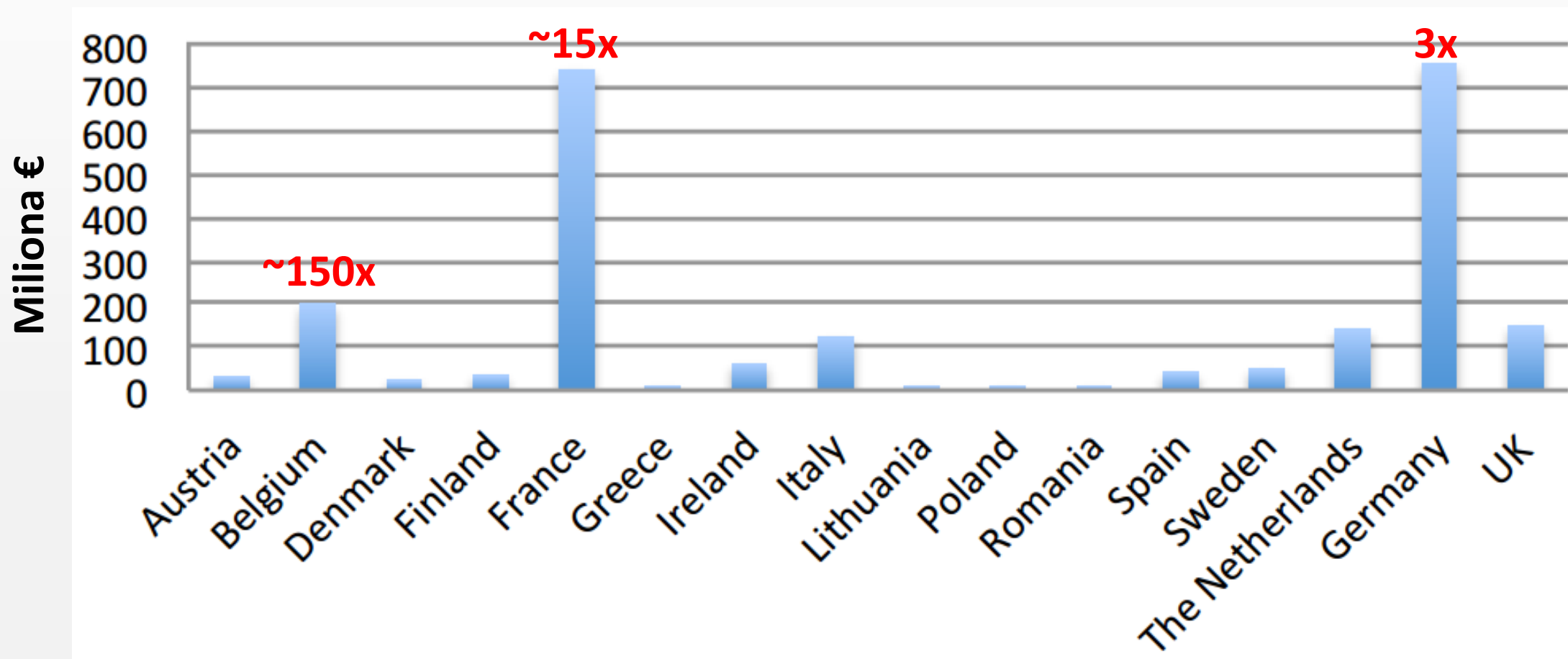
# Ocene ulaganja u nanotehnologije

- Istraživanja iz nano oblasti su često skrivena u razvoju na nekom projektu
- U svetu je već mnogo finansirano u ovoj oblasti ali treba oceniti kvalitet tih istraživanja, primeljivost rezultata
- Ocena efektivnosti finansiranja razvoja oblasti nanotehnologija
- Ocena budućeg transfera znanja u ekonomiju

# Nacionalna ulaganja u nanotehnologije u EU 2001



# Nacionalna ulaganja u nanotehnologije u EU 2011



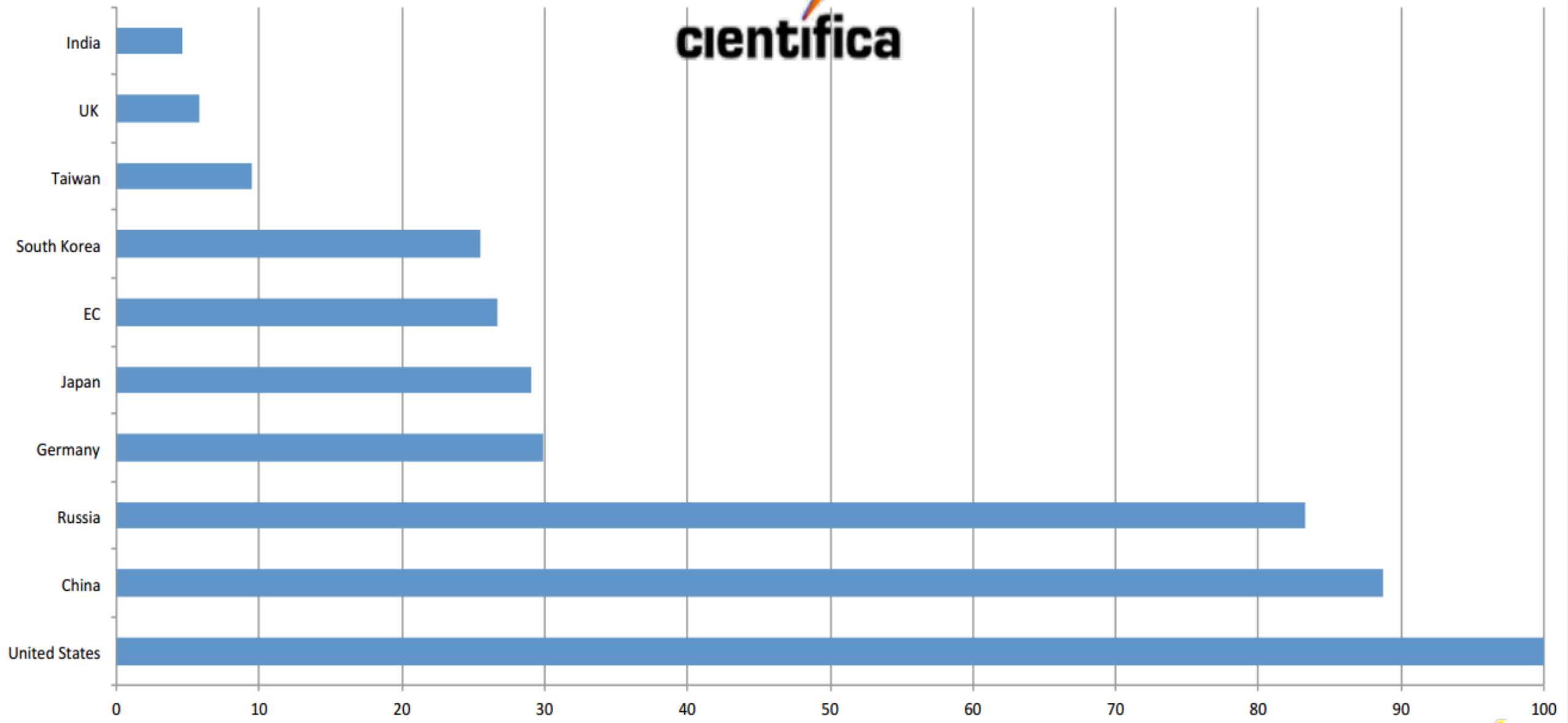
# Nanotech impact faktor

**Impakt faktor = Faktor uticaja – mera uticaja**

## **Razmatrani faktori:**

- Kvalitet istraživačkih institucija
- Kapacitet za inovaciju
- Globalna kompetencija
- Kompanije koje ulažu u istraživanje i razvoj
- Kvalitet naučnog školovanja
- Podrška države uvođenju novih tehnoloških rešenja

# Nanotech impact faktor



# Nanotech impact faktor

## **Zašto Velika Britanija nema dobre rezultate:**

- Nema jasne strategije od početka istraživanja u ovoj oblasti
- Država (vlada) strahuje od problema u oblasti bezbednosti, životne sredine i zdravlja
- Nema strateškog plana koji se oslanja na bilo koji prethodni plan
- Razdvojenost istraživanja i industrije

# Lekcije iz 10 godina i 67 milijardi

- Efektivnost programa veoma varira
- Veoma je mala šansa da se nastavi rad nakon završetka finansiranja
- Mnogo nefunkcionalnih i loše osmišljenih inicijativa
- Za uspeh je potrebna tesna saradnja između državnih institucija (vlade) industrije i naučno istraživačkih institucija

**Održivi razvoj podržava 6 milijardi ljudi na zemlji i samo on će podržavati populaciju od 9 milijardi ljudi do 2050. godine**

# Tržište

- Globalno tržište nanotehnologija će do 2024.god da pređe 125 milijardi \$
- Nanotehnologije održavaju svoj veliki uticaj na skoro sve sektore globalne ekonomije:

**Elektronike, energetike, biomedicine, kozmetike, vojne industrije, auto industrije i poljoprivrede**

## **Globalno tržište do 2024. godine prema komponentama**

- Nanomaterijali imaju najveći udeo u globalnom tržištu
  - Nanočestice učestvuju sa 85% u globalnom tržištu nanomaterijala
- Nanoalati zauzimaju drugo mesto na globalnom tržištu
  - Nanolitografski alati uzimaju veoma veliki procenat u ovom tržištu
- Nanouređaji imaju najmanji udeo u tržištu nanotehnologija



# Tržište

## Globalno tržište do 2024. godine -Prema primeni

- Tri najveće primenu nanotehnologija na tržištu su: elektronika, energetika biomedicinska primena, zajedno će zauzimati 70% tržišta nanotehnologije
- Zastupljenost:
  - 1. Elektronika, 2. Energerika, 3. Biomedicinska primena**
- Industrija kozmetike je mlada i veome propulzivna oblast
- Ukupno zastupljenost nanotehnologije za vojne primene je 2017. na globalnom nivou je učestvovala sa oko 3 milijarde \$ 2017.
- Nanotehnologije u auto industriji će imati oko 5% učešća u globalnom tržištu

# Dinamika tržišta

Pokretači nanotehnologija:

- Tehnološki napredak njihovom primenom
- Sve veća podška država i ulaganja u istraživanja

Izazovi:

- Životna i radna okolina, zdravlje, bezbednosni rizici
- Izazovi komercijalizacije nanotehnologija

## Lanac vrednosti nanotehnologija

### Nanoalati

Kapitalna oprema i softver za manipulaciju i modelovanje

AFM, nanolitografija, nanomanipulatori

Primer:

### Nanomaterijali

Nanostrukture u neprocesiranom obliku

Nanočestice, nanocevi, kvantne tačke, fulerenim nanoporozni

Nanočestice srebra i zlata

### Nano poluproizvodi

Međuproizvodi sa nano elementima

Prevlake, memorijski i logički čipovi, optičke komponente, ortopedski materijali, superprovodničke žice

Prevlake sa inkorporiranim česticama

### Nano omogućeni proizvodi

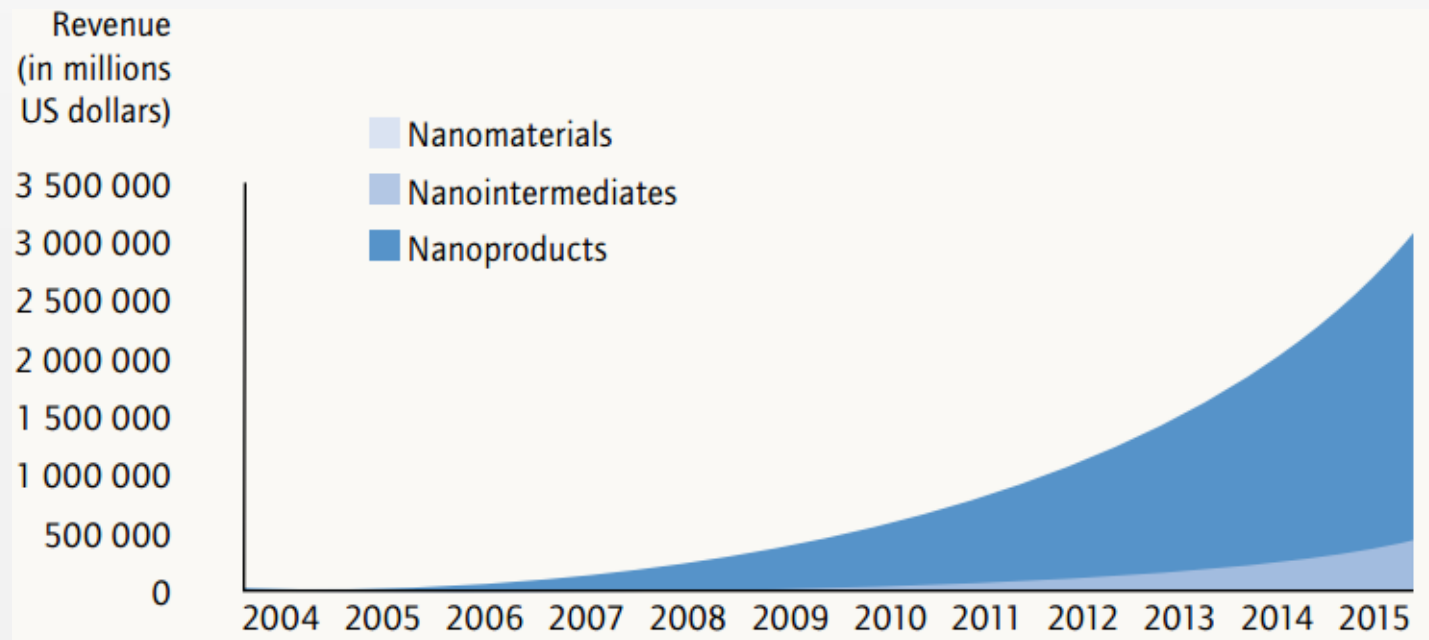
Završeni proizvodi sa inkorporiranom nanotehnologijom

Atomobili, odeća, avioni, računari, potrošačka elektronika, pomagala i lekovi

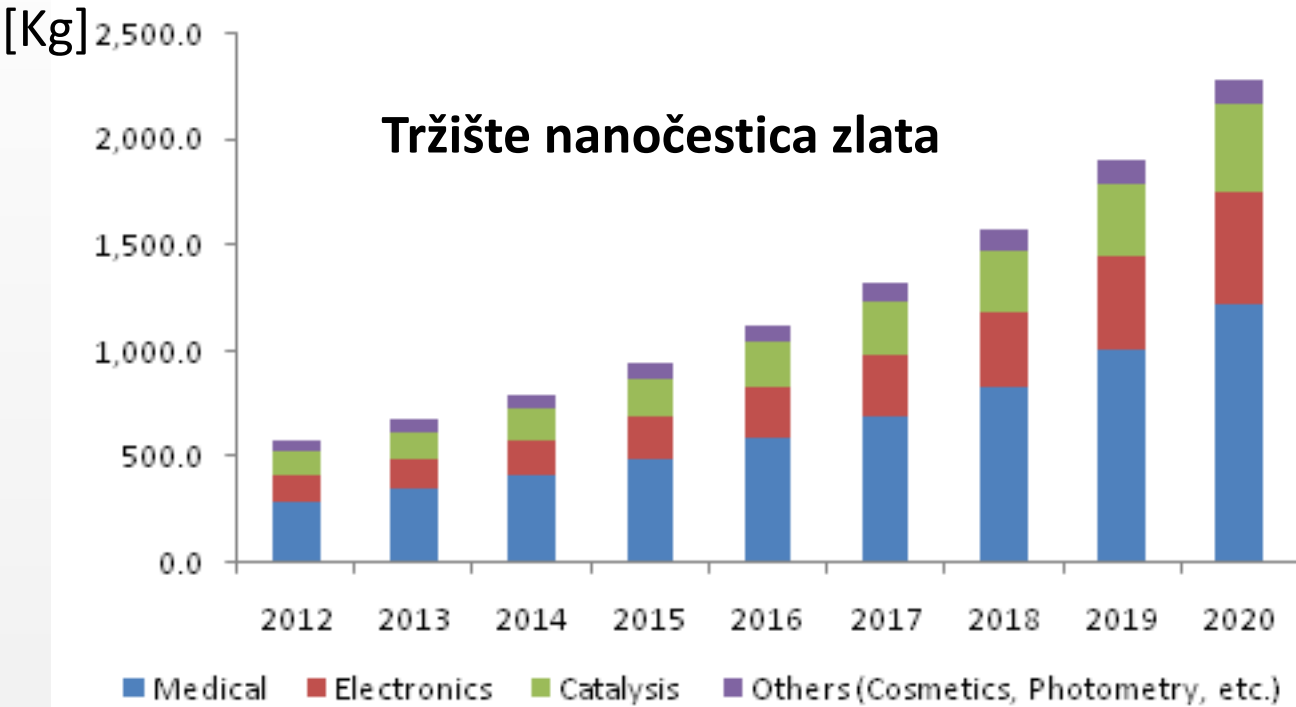
Implantat sa antibakterijskim i antikancerogenim dejstvom

# Tržište

- **Učešće nano materijala** je u tržištu **premalo** zato što je kao i kod drugih vrsta proizvoda zarada najveća na gotovim proizvodima koji su skupi
- Poluproizvodi zauzimaju isto tek neznčajniju količinu na tržištu a gotovi proizvodi zauzimaju oko 85% tržišta

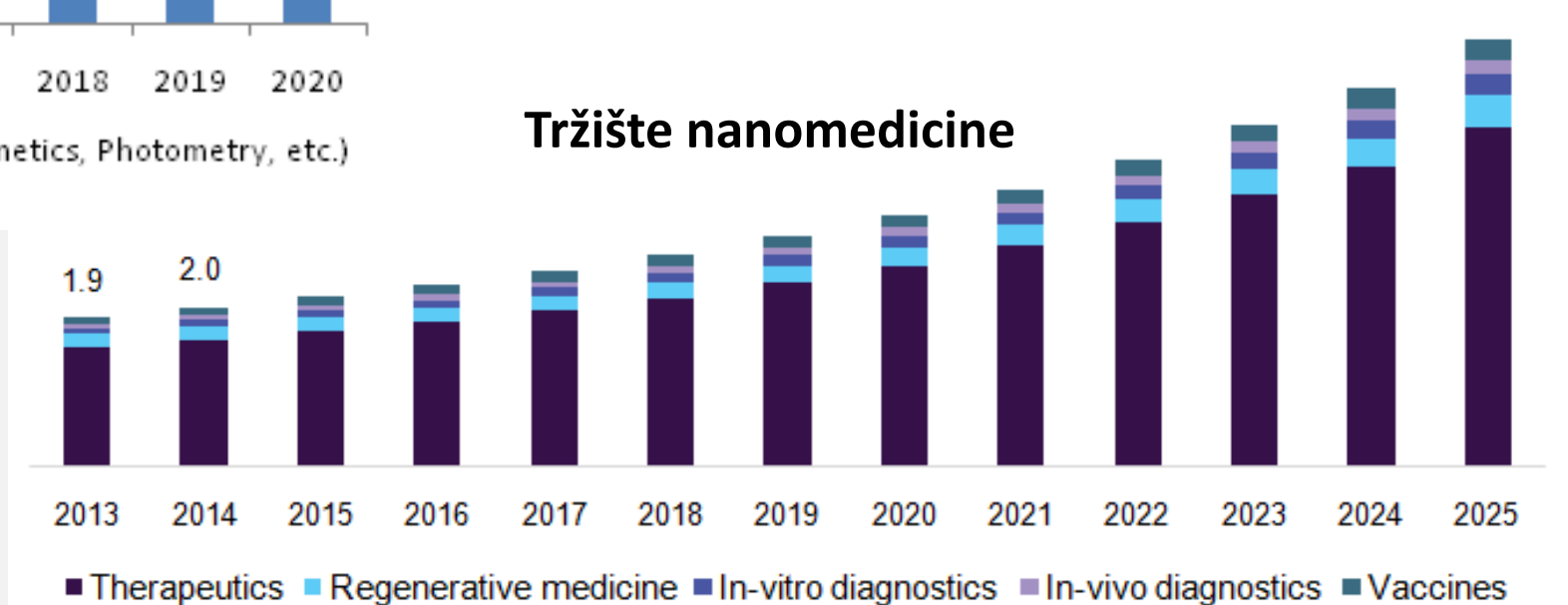


# Tržište



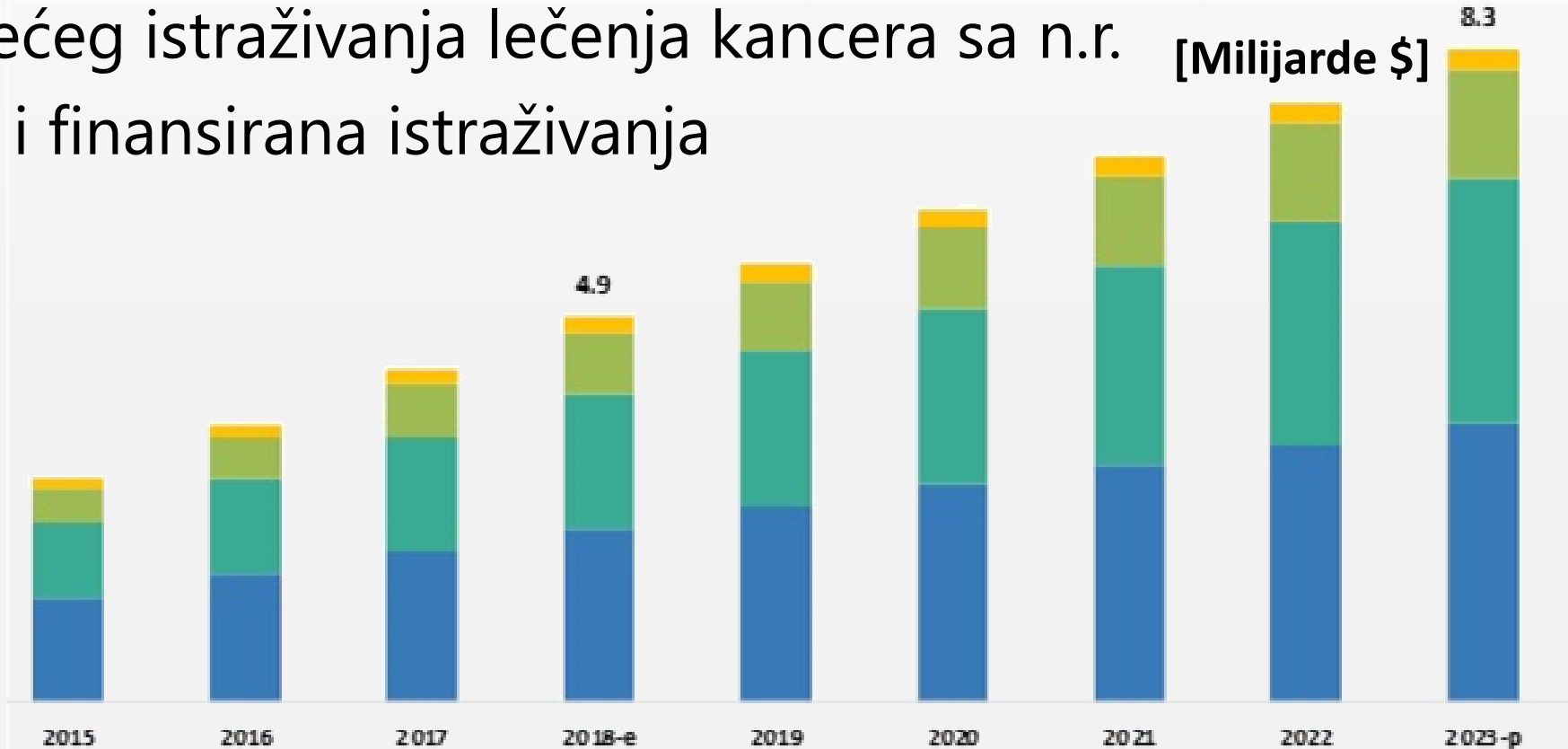
Nanoroboti će jako uticati na tržište nanomedicine, upotreba u ciljanoj dostavi lekova na određenu lokaciju

[Milijarde \$]

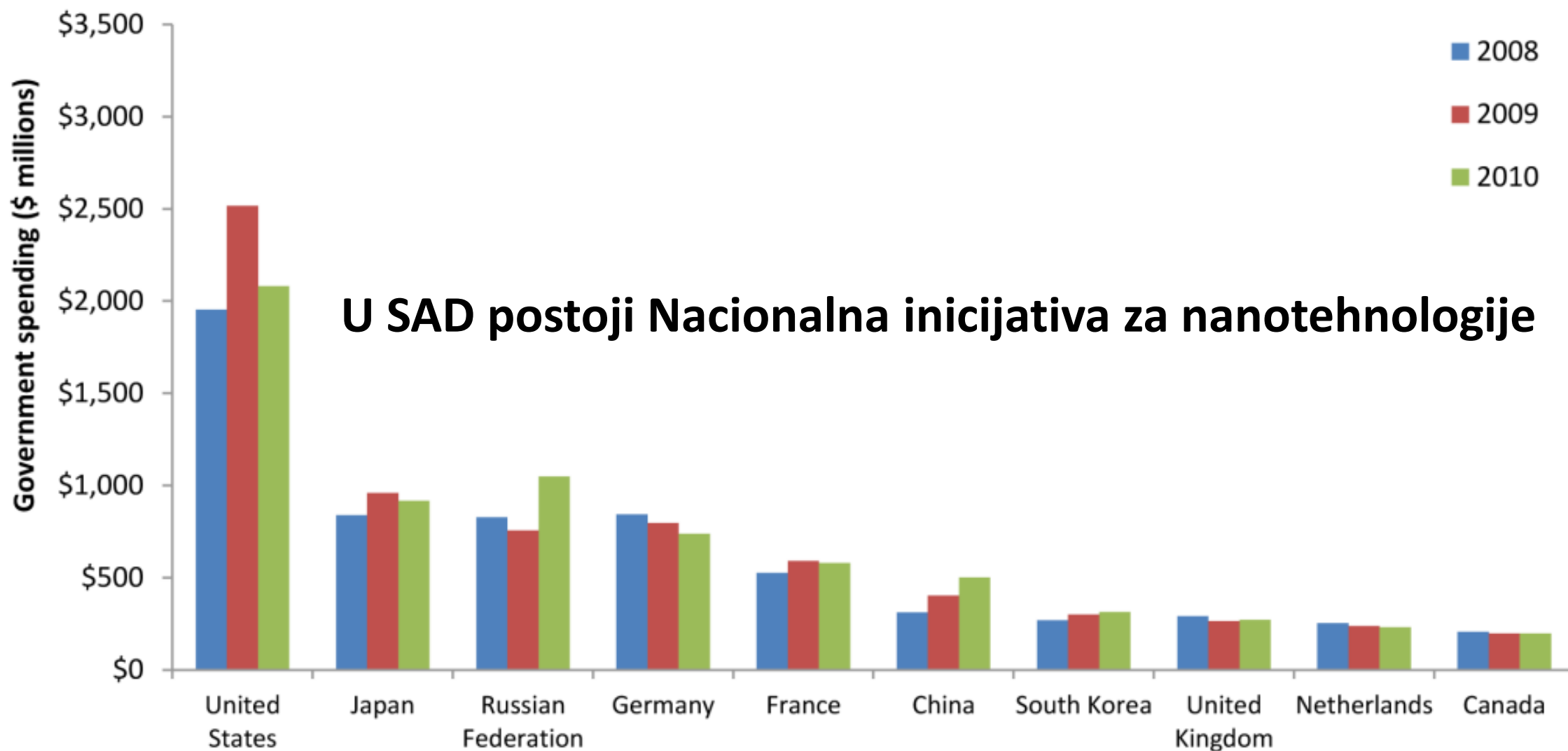


# Tržište

- Tržište nanorobota u EU raste zbog starosti stanovništva te visokih troškova medicinskog lečenja zbog čega se razvija medicina
- EU jedan je od prvih regiona koji su prepoznali benefite nanorobota
- Porast je zbog sve većeg istraživanja lečenja kancera sa n.r. to su veoma tražena i finansirana istraživanja

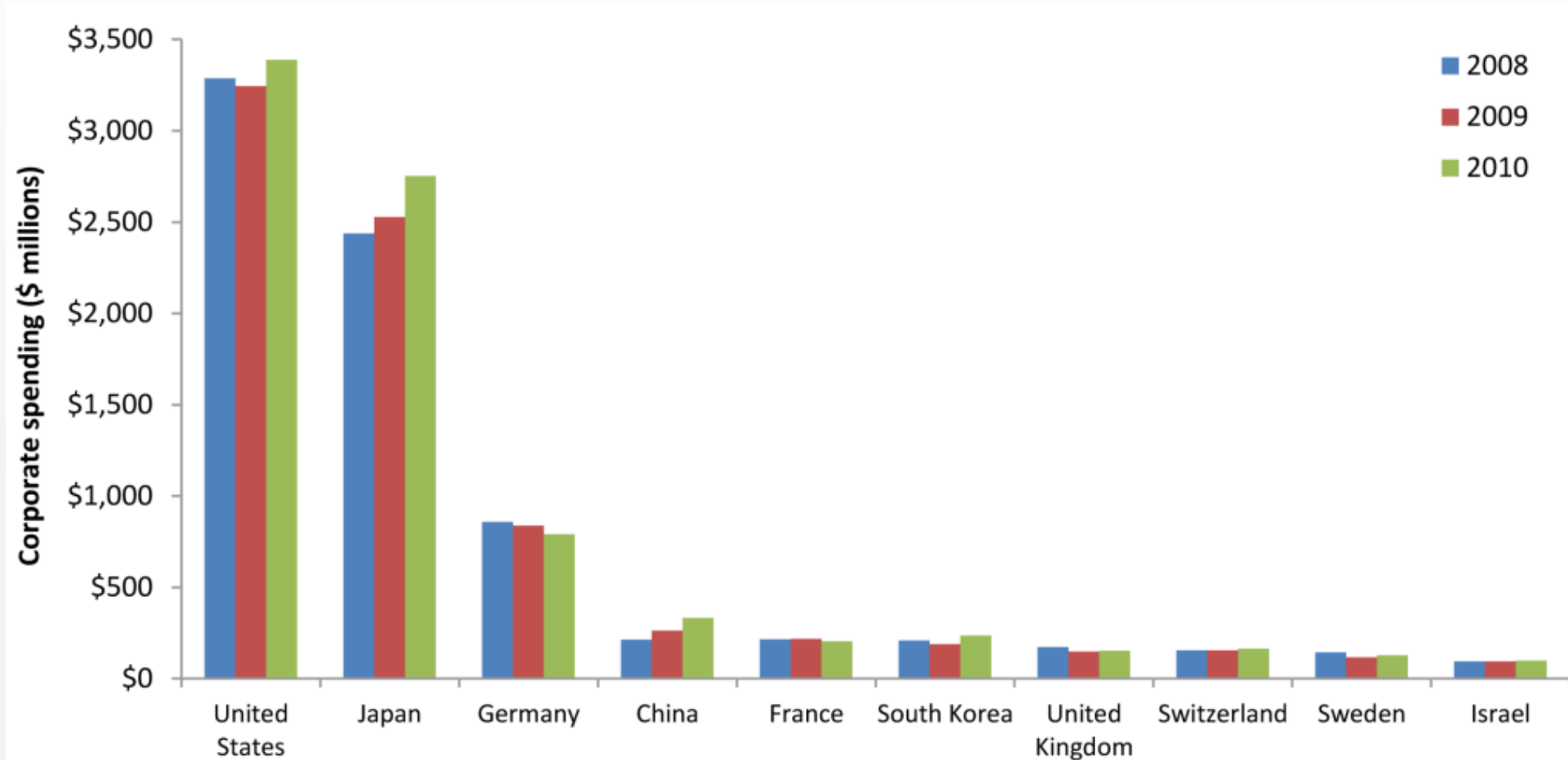


# Državna ulaganja u nanotehnologije na globalnom nivou



Source: A. Xue and D. Hwang, "Nanotechnology Funding: Corporations Grab the Reins," *Lux Research*, April 2011.

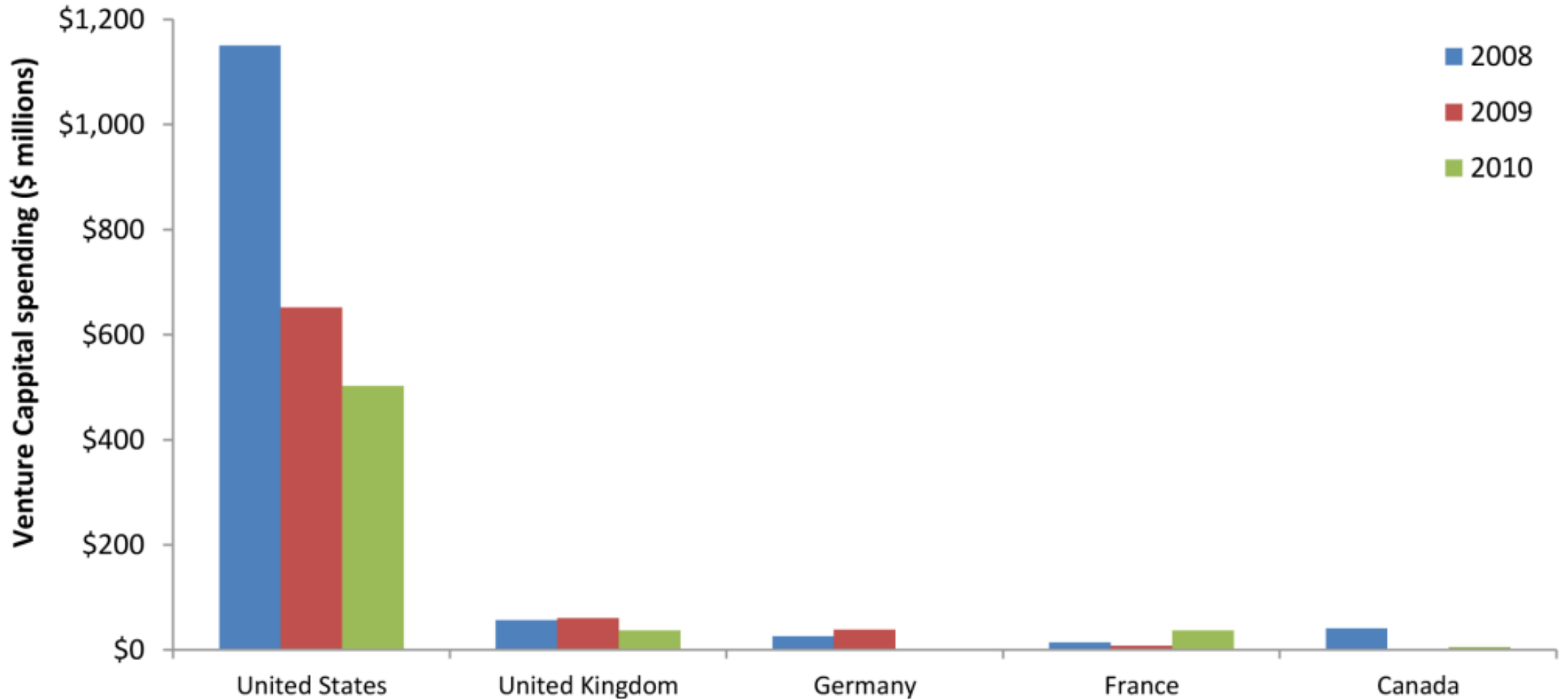
# Korporativna ulaganja u nano na globalnom nivou



Source: A. Xue and D. Hwang, "Nanotechnology Funding: Corporations Grab the Reins," *Lux Research*, April 2011.



# Preduzetnička ulaganja u nano na globalnom nivou



Source: A. Xue and D. Hwang, "Nanotechnology Funding: Corporations Grab the Reins," *Lux Research*, April 2011.

Note: No data were available for Germany's Venture Capital spending for 2010.

# Budžeti za nanotehnol. u SAD od strane različitih institucija

**Table 2: NNI Budget, by Agency, 2014–2016**  
(dollars in millions)

Agency	2014 Actual	2015 Estimated*	2016 Proposed
CPSC	2.0	2.0	7.0
DHS**	25.0	28.4	17.0
DOC/NIST	97.8	83.6	86.3
DOD	189.6	141.7	130.4
DOE***	309.4	329.7	342.2
DOT/FHWA	2.1	1.5	1.5
EPA	15.5	15.1	15.3
<b>DHHS (total)</b>	<b>430.3</b>	<b>437.8</b>	<b>448.6</b>
FDA	9.3	15.8	14.6
NIH	410.0	411.0	423.0
NIOSH	11.0	11.0	11.0
NASA	22.4	19.1	15.8
NSF	464.5	413.4	416.4
<b>USDA (total)</b>	<b>15.6</b>	<b>15.6</b>	<b>14.8</b>
ARS	2.0	3.0	3.0
FS	5.6	4.6	4.5
NIFA	8.0	8.0	7.3
<b>TOTAL****</b>	<b>1574.3</b>	<b>1487.8</b>	<b>1495.3</b>

**Table 2: NNI Budget, by Agency, 2017–2019**  
(dollars in millions)

Agency	2017 Actual	2018 Estimated*	2019 Proposed
CPSC	1.9	1.0	1.0
DHS	0.4	0.4	0.3
DOC/NIST	80.7	70.1	57.9
DOD	143.3	143.7	125.9
DOE**	341.2	327.2	324.1
DOI/USGS	0.1	0.1	0.0
DOJ/NIJ	2.0	1.7	1.7
DOT/FHWA	0.3	1.5	1.5
EPA	10.7	10.7	4.5
<b>HHS (total)</b>	<b>472.3</b>	<b>469.1</b>	<b>464.3</b>
FDA	11.6	12.5	12.5
NIH	449.6	445.5	440.7
NIOSH	11.1	11.1	11.1
NASA	9.5	7.8	6.0
NSF	465.7	420.8	387.7
<b>USDA (total)</b>	<b>24.2</b>	<b>23.3</b>	<b>20.7</b>
ARS	3.0	3.0	2.0
FS	6.2	5.3	3.7
NIFA	15.0	15.0	15.0
<b>TOTAL***</b>	<b>1552.3</b>	<b>1477.4</b>	<b>1395.6</b>

Nacion. bezbedn.

Dep. za odbranu

Dep. za energiju

Zaš.živ.sred

Zdrav. i ljudski serv

Fondacija za nauku

Poljoprivreda

# Institucije u SAD sa budžetima za nanotehnologije

**ARS** Agricultural Research Service (USDA)

**FS** Forest Service (USDA)

**NIFA** National Institute of Food and Agriculture

**USDA** U.S. Department of Agriculture

**NSF** National Science Foundation

**NASA** National Aeronautics and Space

**FHWA** Federal Highway Administration (DOT)

**NIST** National Institute of Standards and Technology

**DHHS** Department of Health and Human Services

**DOE** Department of Energy

**DOD** Department of Defense

**DOC** Department of Commerce

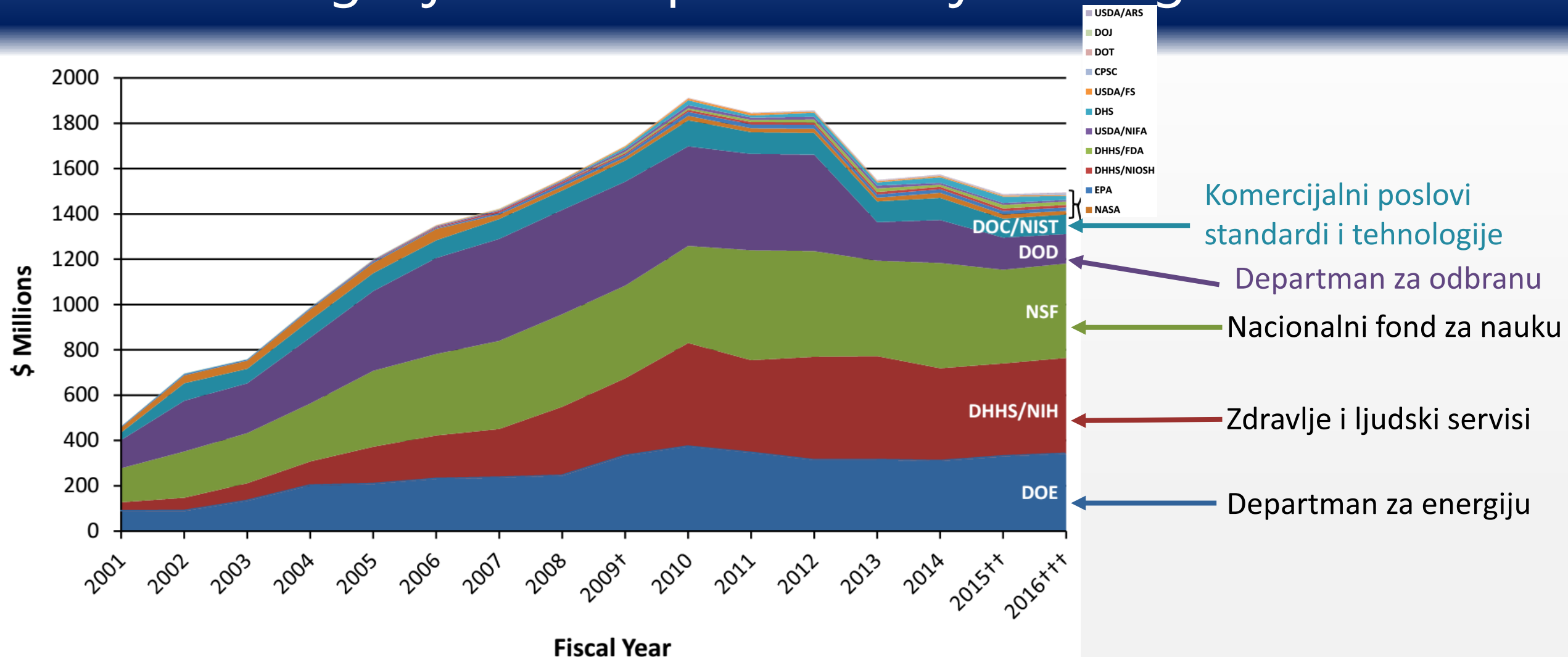
**DHS** Department of Homeland Security

**CPSC** Consumer Product Safety Commission

**EPA** Environmental Protection Agency

**FDA** Food and Drug Administration (DHHS)

# Ulaganja u SAD po instituciji za 15 godina



**Figure 1. NNI Funding by Agency, 2001–2016.**

† 2009 figures do not include American Recovery and Reinvestment Act funds for DOE (\$293 million), NSF (\$101 million), NIST (\$43 million), and NIH (\$73 million).

†† 2015 estimated based on 2015 enacted levels and may shift as operating plans are finalized.

††† 2016 Budget.

# Ciljevi strateških planova u oblasti nanotehnologija SAD

## Cilj 1. Unaprediti istraživanje i razvoj iz nanotehnologija

Podržati RI koji proširuje vidike nanotehnologija i umrežava više naučnih disciplina

Identifikovati i podržati istraživanja koja su u skladu sa nacionalnim planom

Ocenjivati performanse RI u programima nanotehnologija

Unaprediti nanoinicijative inicijative koje podržava više institucija i uvrstiti u prioritete

## Cilj 2. Podrška transferu tehnologija u proizvode komercijalnog i javnog značaja

Pomoći biznisima iz nano oblasti i osvestiti ih o nacionalnim ulaganjima

Ojačati fokus na komercijalizaciju nanotehnologija i dati podršku javnim i privatnim saradnjama

Promovisati pristupačnost naučnih centara da bi se poboljšao transfer rezultata u ind.

Aktiviranje u internacionalnim aktivnostima

## Cilj 3. Razviti i održati edukacione resurse stručne radne snage, infrastrukturu i opremu za napredak nanotehnologija

Držati i/ili Povećati vidljivost i mogućnosti nanotehnologija u javnosti

Uspostaviti programe koji će obezbediti i održati radnu snagu iz oblasti nanotehnologija

Omogućiti deljenje i zajedničko korićenje infrastrukture za RI i povećati kooperativnost

## Cilj 4. Podržati odgovorni razvoj nanotehnologija

Napraviti bazu znanja za procenu rizika i benefita nanotehnologija za okolinu, ljudsko zdravlje i bezbednost

Pevećati vidljivost problematike uticaja na ž.s. i zdravlje

Razviti državne organe koji će definisati specifične implikacije nanotehnologija na z.ž. sredine i zdravlje

Uvesti održivost u odgovornost razvoja nanotehnologije

# Održivost razvoja

U fazi dizajna nano  
proizvoda  
inkorporirati  
održivost

Nanotehnologije  
imaju veoma veliki  
potencijal u  
rešavanju problema  
održivosti

## Održivost

Razvoj održivog proizvoda sa nanomaterijalima i proizvoda omogućenih nanotehnologijama i procesi kraja životnog veka proizvoda moraju da uključuju društvene, ekonomske, i činjenice životne sredine

## Održivi razvoj

**Okruženje i ekonomija**  
(nestanak resursa i motivacije)

**Okruženje**  
(resursi planete)

**Ekonomija**  
(npr. profitabilni rast)

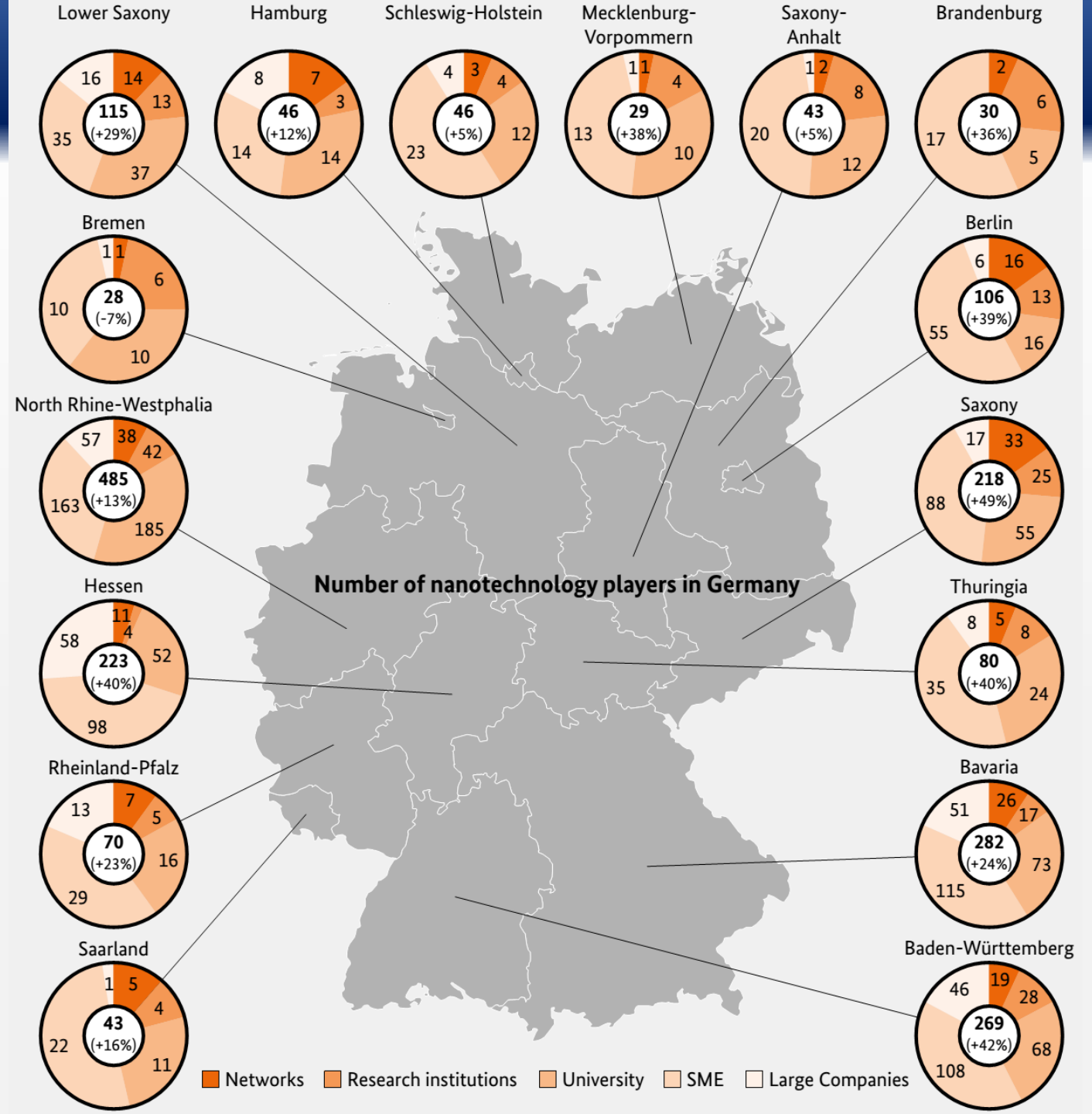
**Društvo**  
(kvalitet života, standard)

**Društvo-okruženje**  
(npr. Upravljanje globalnim resursima)

**Društvo-ekonomija**  
(npr. fer prodaja)

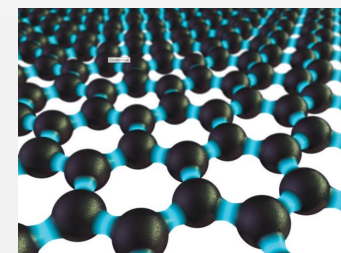
**Source:** Martin L. Green, NIST; figure adapted from "Materials for Sustainable Development", *MRS Bulletin* 37(4), 304 (2012).

# Nanoinicijativa u Nemačkoj



# Nanoinicijativa u Nemačkoj

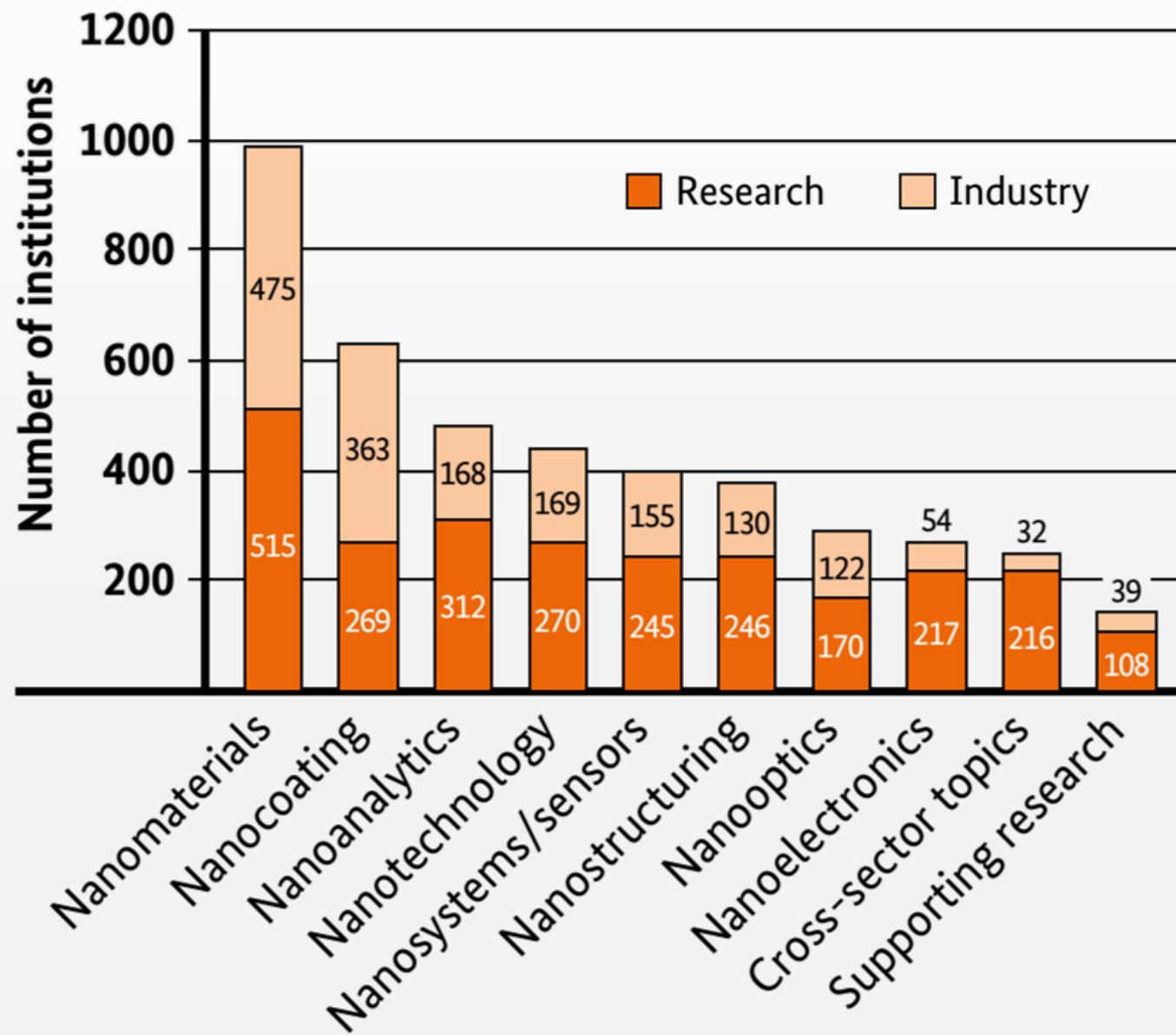
- Posmatrajju Nanotehnologije kao tehnologije koje omogućavaju druge tehnologije i krajnje proizvode
- Veći broj svetski No.1 instituta i grupa instituta radi na razvoju različitih polja u nanotehnologijama pogotvo za zastitu z.s.
- Federalni insstitut za bezbednost a i rizike i zaštitu radi na pracenju zdravlja naučnika koji razvijaju nanomaterijale
- Zavodi za materijale, standardizacije i metrologiju podrzavaju razvoj novih materijala i metoda karakterizacije
- Istituti za reciklazu i konverziju materijala nanotehnologijama
- Nanotehnologije u ishrani
- Oko 1000 većih kompanija, stotine SME, 65000 zaposlednih 2007. koji zavise od nanotehnologija





# Nanoinicijativa u Nemačkoj

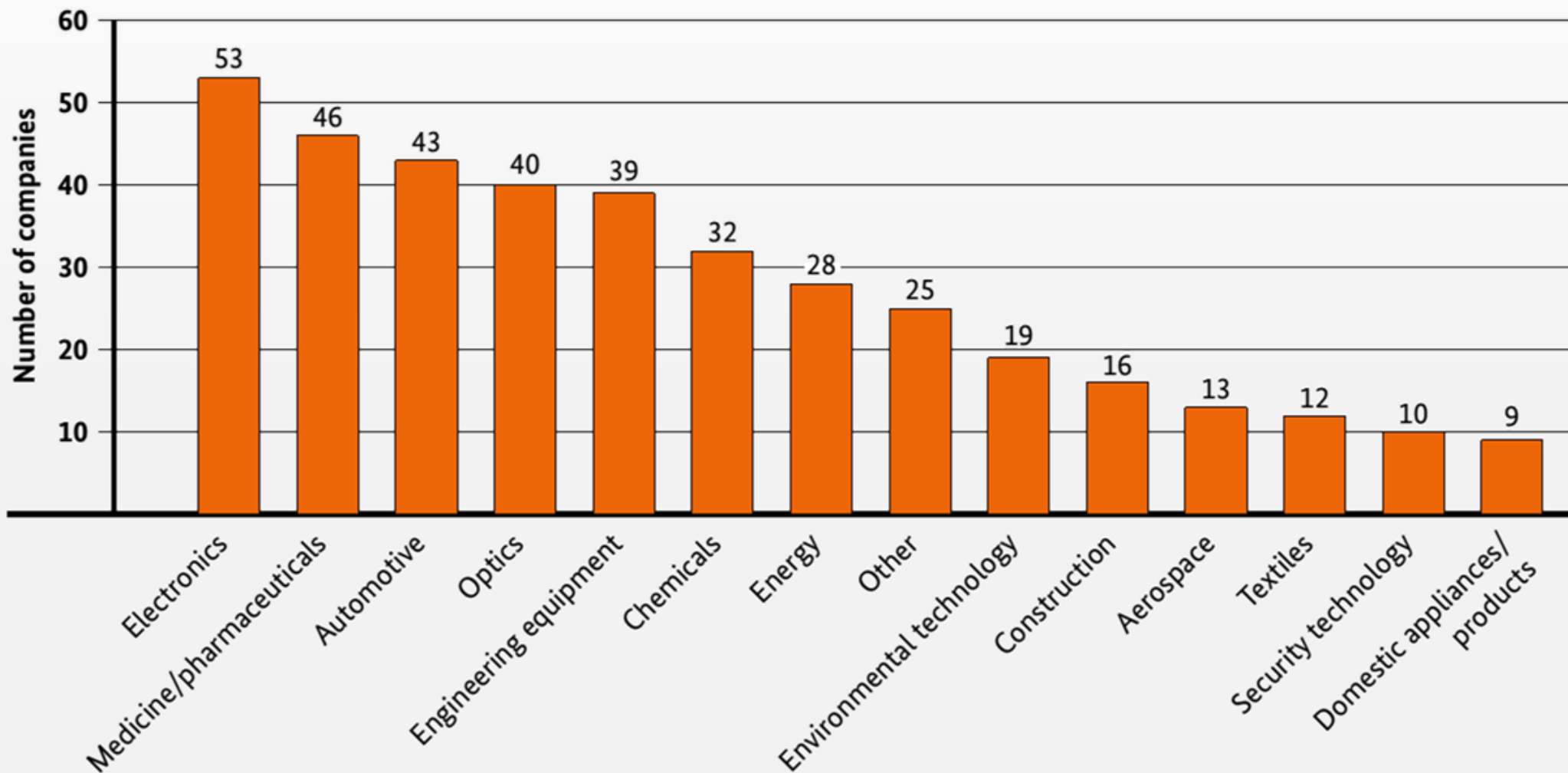
Broj institucija i firmi koje se bave nekim od oblasti u nanotehnologijama



# Nanoinicijativa u Nemačkoj

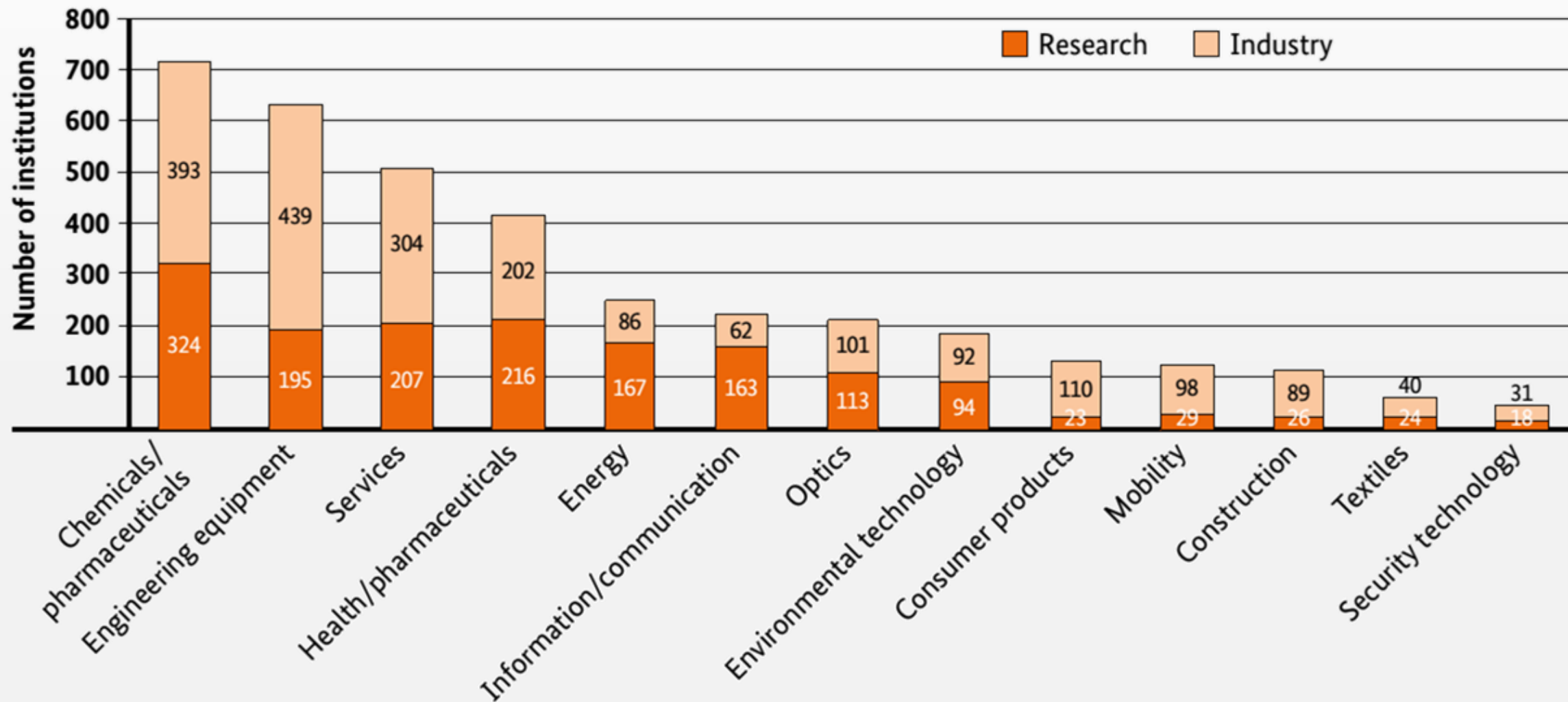
- Anketa kompanija:

Najvažnija polja primene proizvoda od nanotehnologija



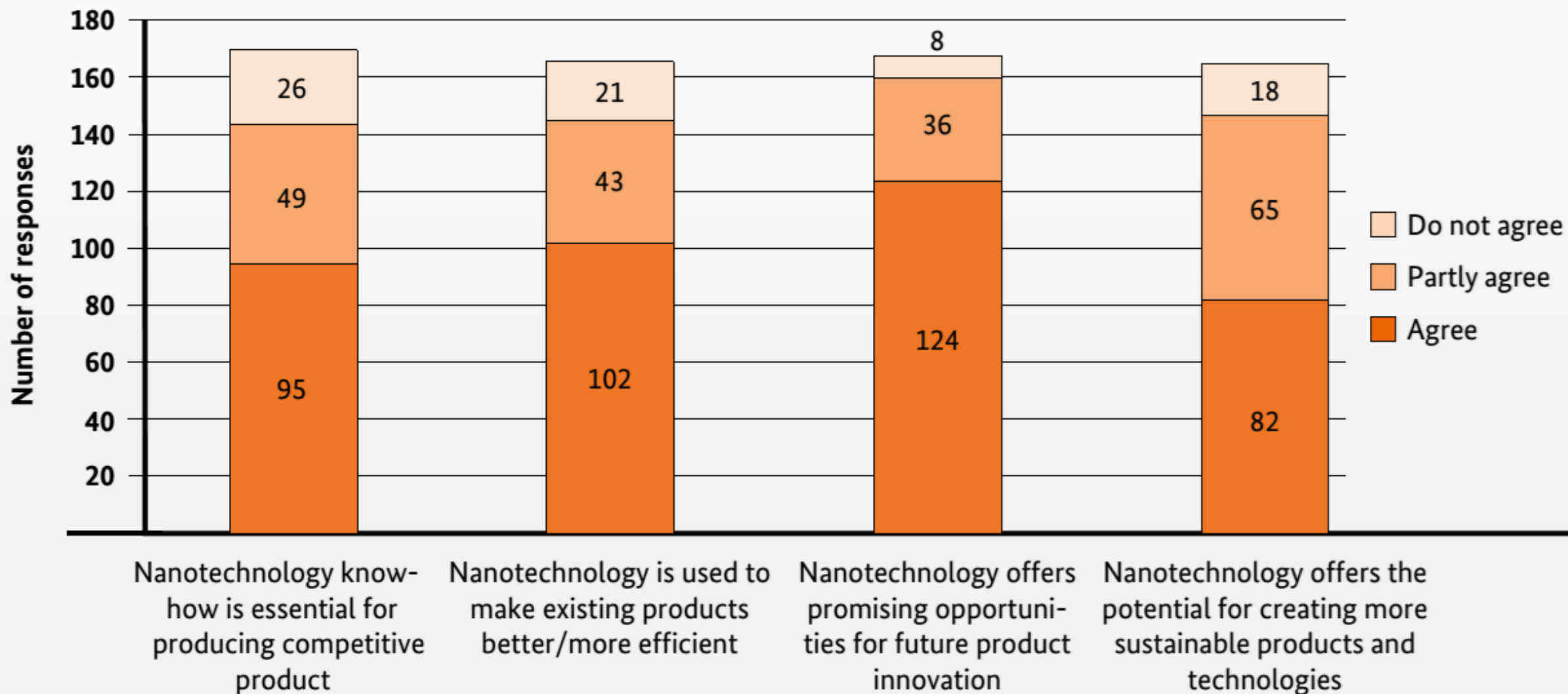
# Nanoinicijativa u Nemačkoj

Broj institucija/kompanija koja se bave određenim poljima nanotehnologija

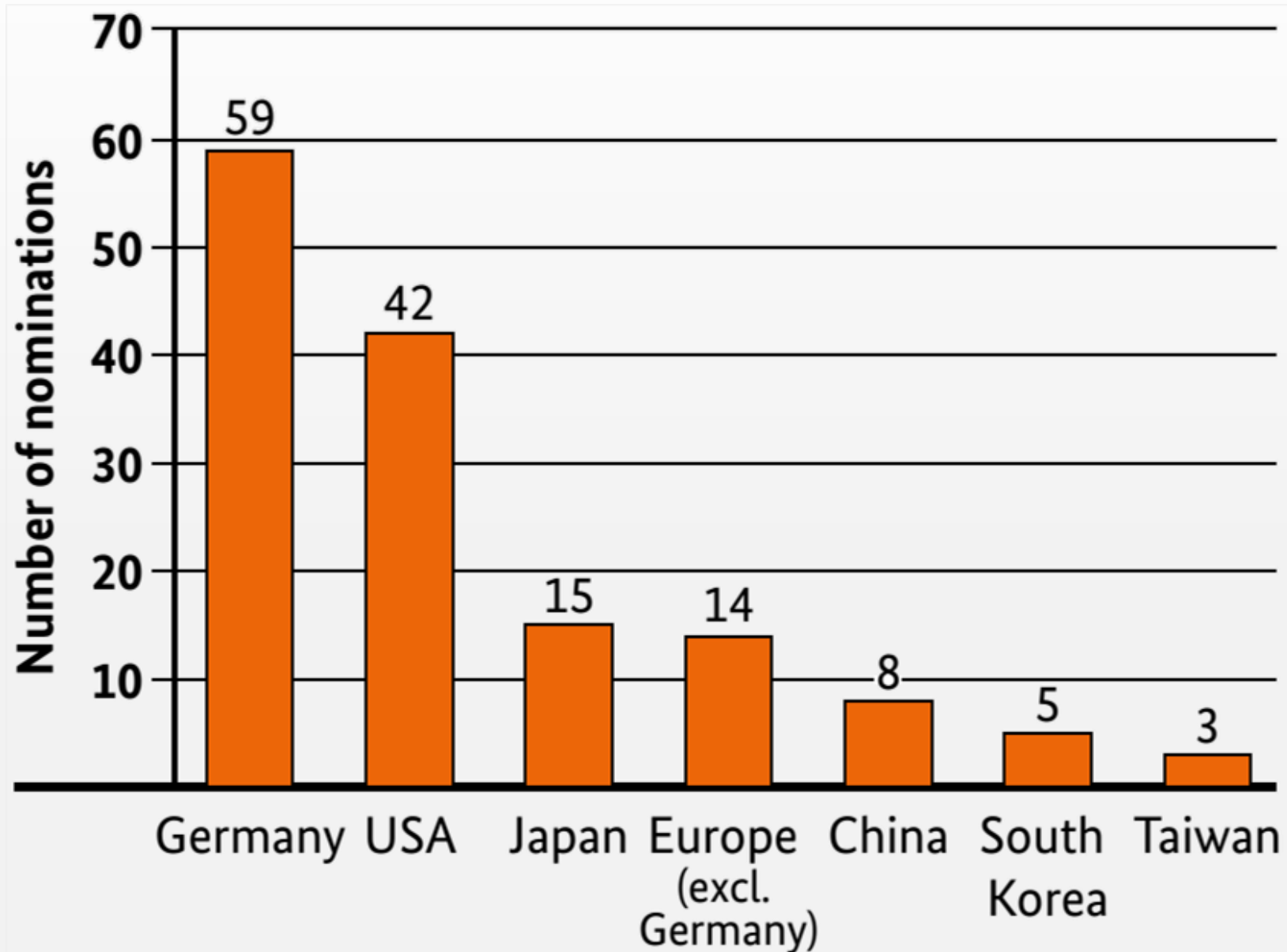


# Nanoinicijativa u Nemačkoj

Do you agree with the following statements on nanotechnology with respect to your company?

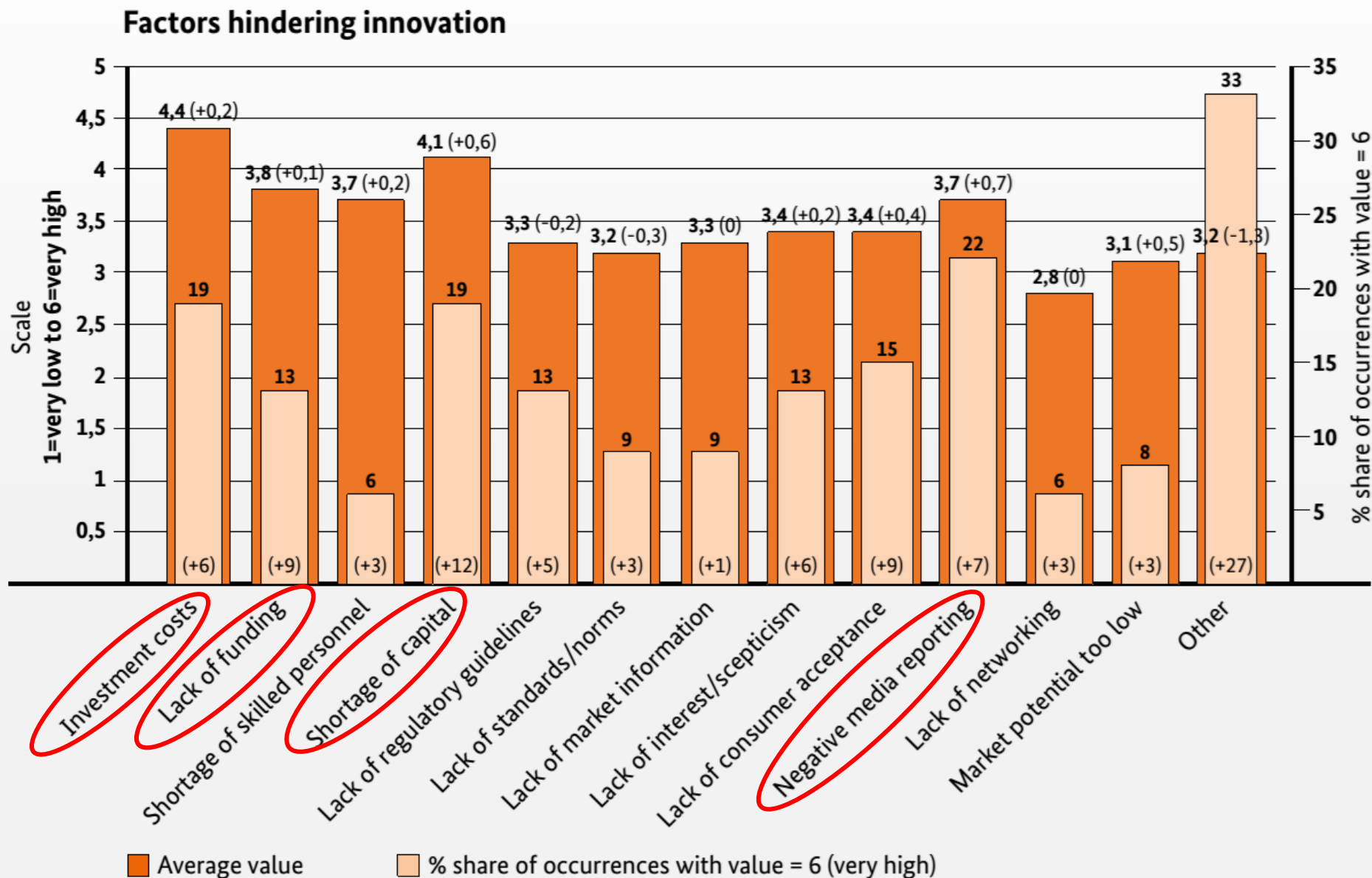


# Vodeće države u primeni nt i proizvoda sa nt



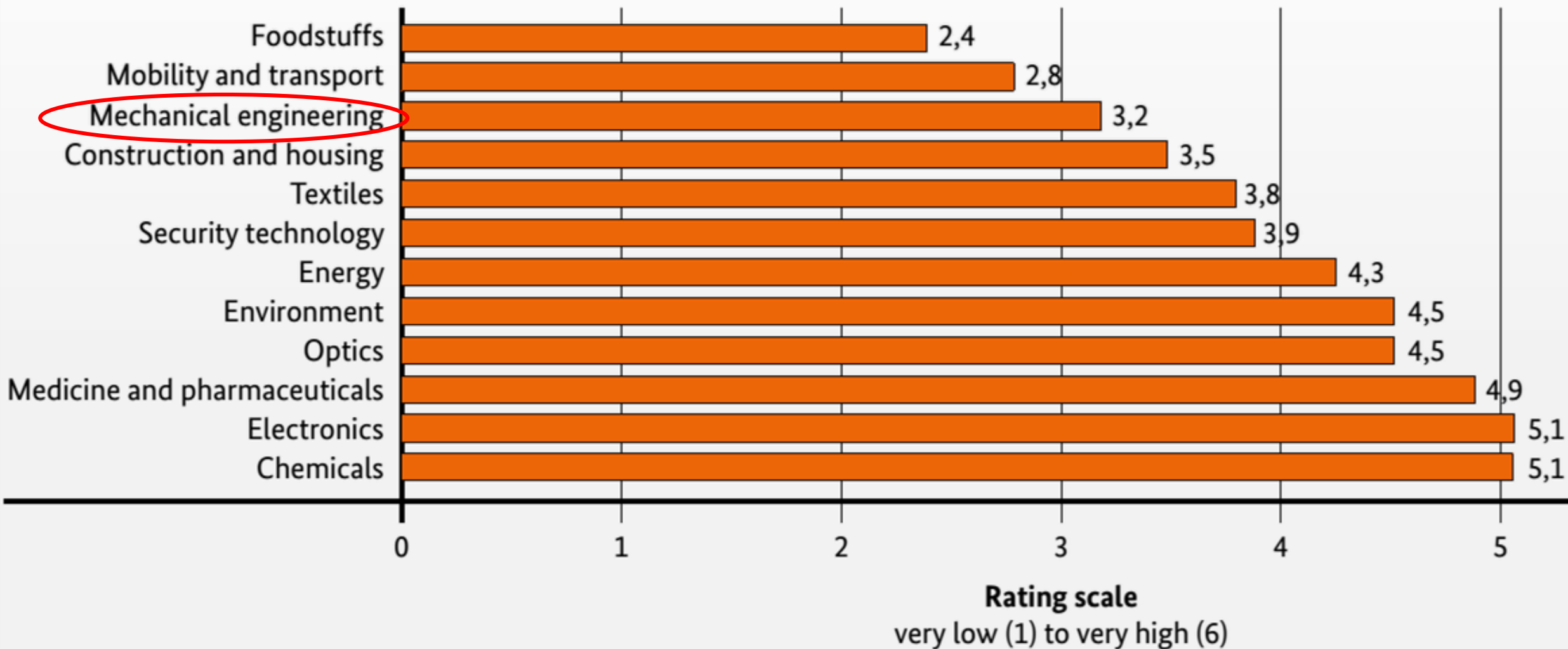
# Nanoinicijativa u Nemačkoj

Faktori koji otežavaju razvoj



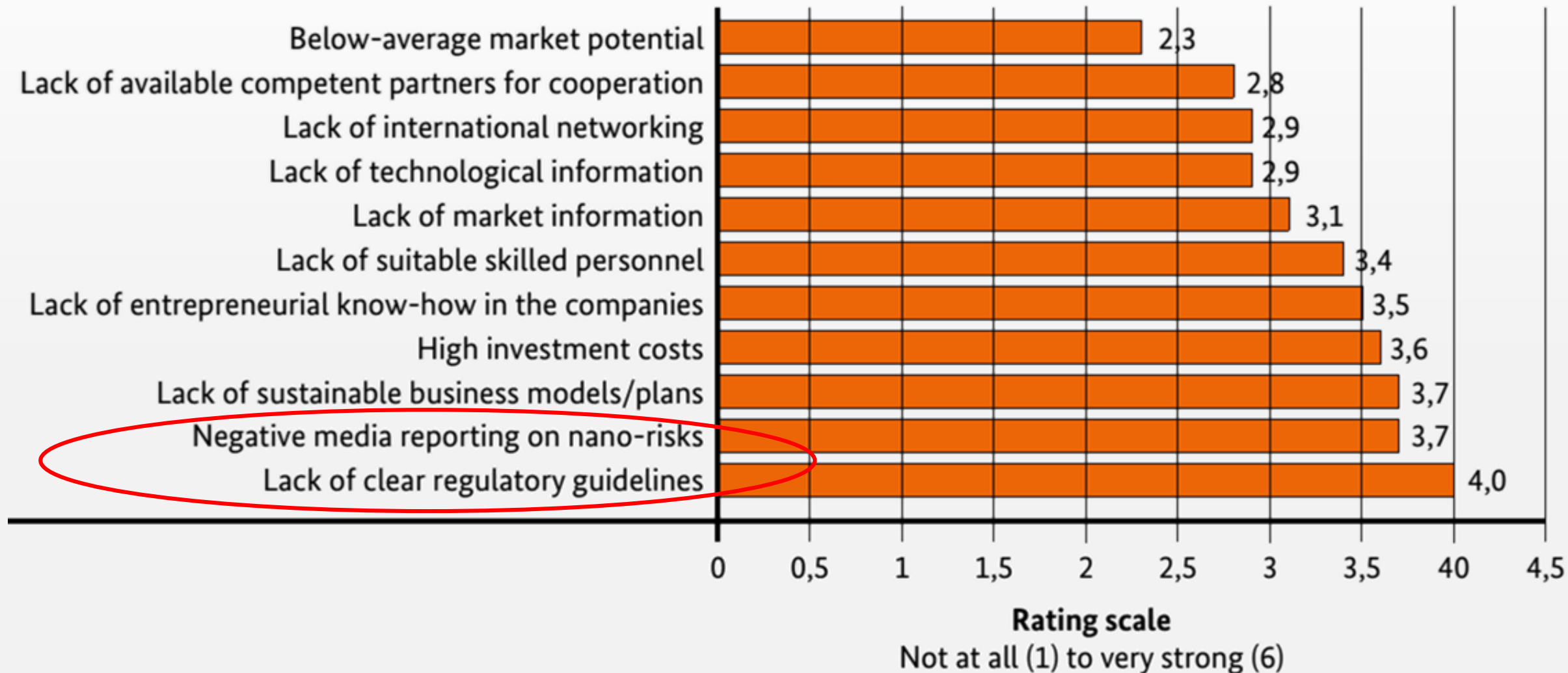
# Nanoinicijativa u Nemačkoj

## Market opportunities up to 2020



# Nanoinicijativa u Nemačkoj

## Barriers to innovation







Hvala na pažnji