



НАУКА И ПРОЦЕС ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈЕ У СРБИЈИ

Зоран Ђурић

Српска академија наука и уметности
Академија инжењерских наука Србије
Институт техничких наука САНУ

Инжењерски форум 4: Националне технолошке платформе Србије
160 година индустрије и фабрике за будућност Србије



децембар 2013.

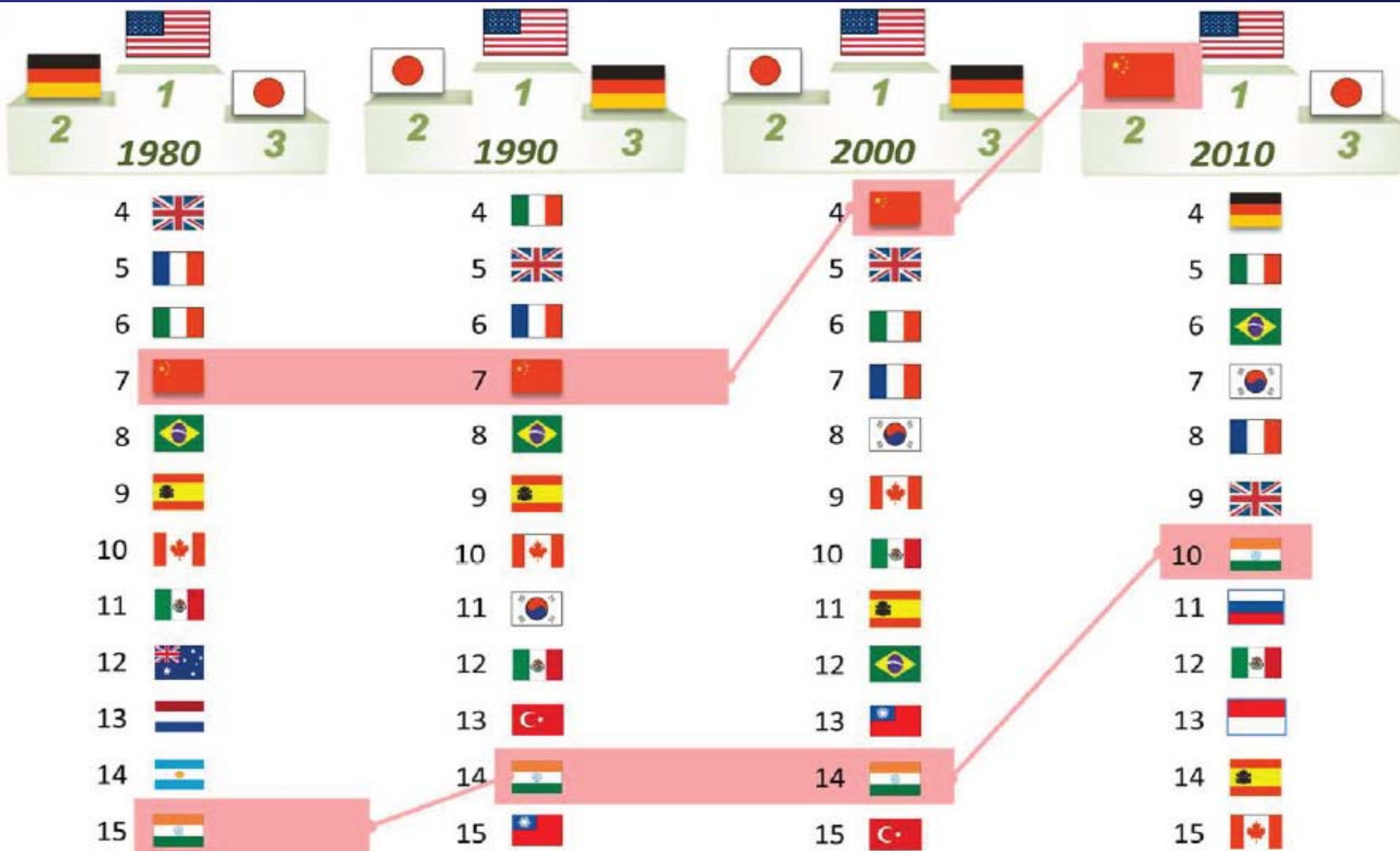
Садржај

- Економско заостајање ЕУ и мере за његово превазилажење
- Стање у Србији – индустрија и наука
- Неки примери успешног преласка пута од научних идеја до производа
- Фабрика чипова у Србији?
- Закључак

Европа до 2020: изазови и друштвене потребе:

- Здравље и благостање „друштва које стари“
- Транспорт и мобилност
- Сигурност и безбедност (заштита података, лична заштита, заштита инфраструктуре)
- Енергија и животна средина (смањење емисије CO₂)
- Комуникације
- Е-друштво (дигитално друштво)

Удео држава у глобалној номиналној бруто додатној вредности оствареној производњом 1980-2010.



Хоризонт 2020 - циљеви

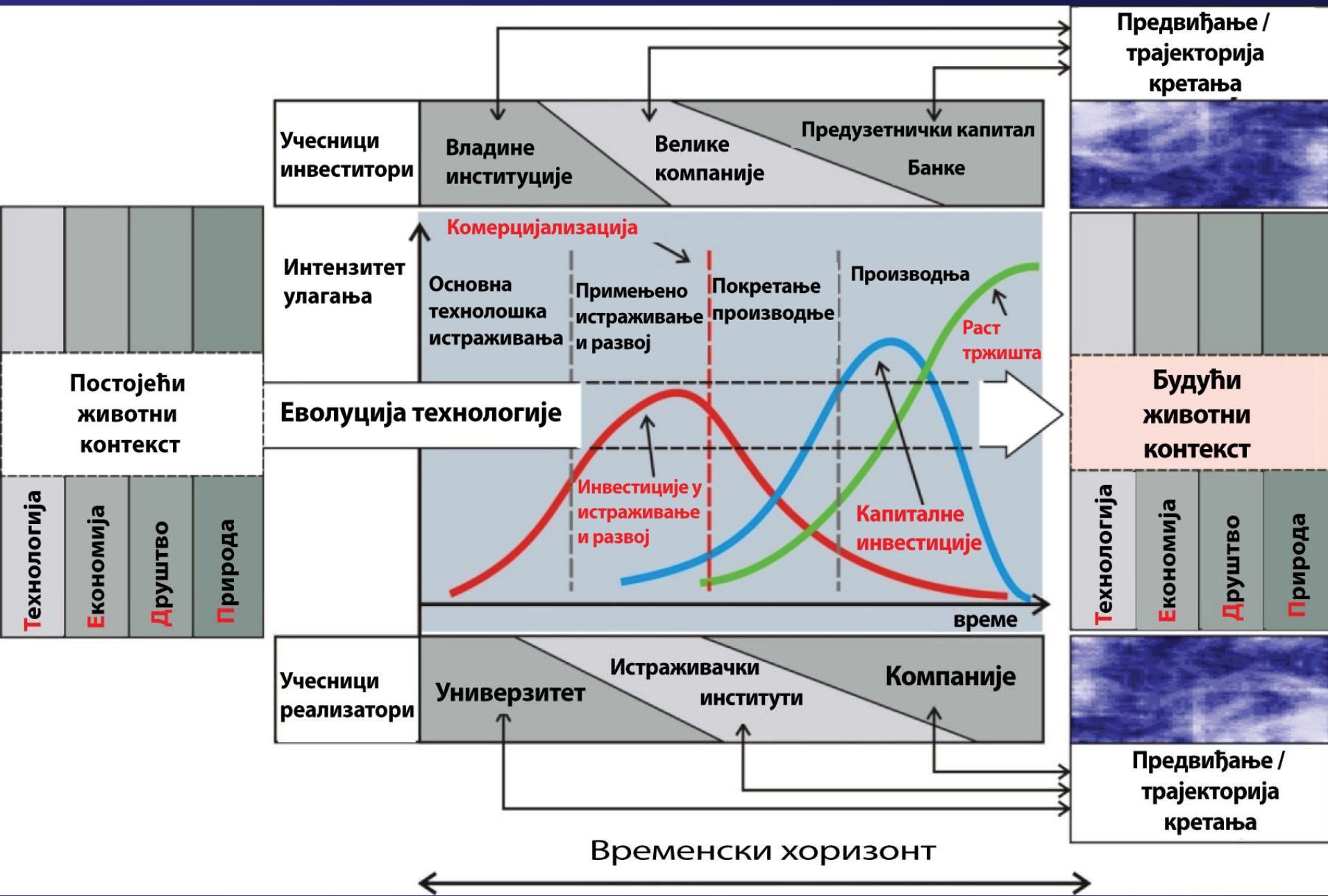
- **Стварање услова за конкурентност и лидерство у светској индустрији**
 - Лидерство у технологијама које омогућавају најефикасније решавање економских и друштвених изазова
 - Приступ финансирању неизвесних (ризичних) иновативних пројеката
 - Јачање улоге малих и средњих предузећа у примени иновација
- **Изврсност у науци**
 - Истраживања изван граница постојећих знања
 - Будуће технологије и технологије у настајању
 - Стручно и професионално оспособљавање
 - Унапређење инфраструктуре за истраживања
- **Решавање друштвених изазова**

Кључне технологије

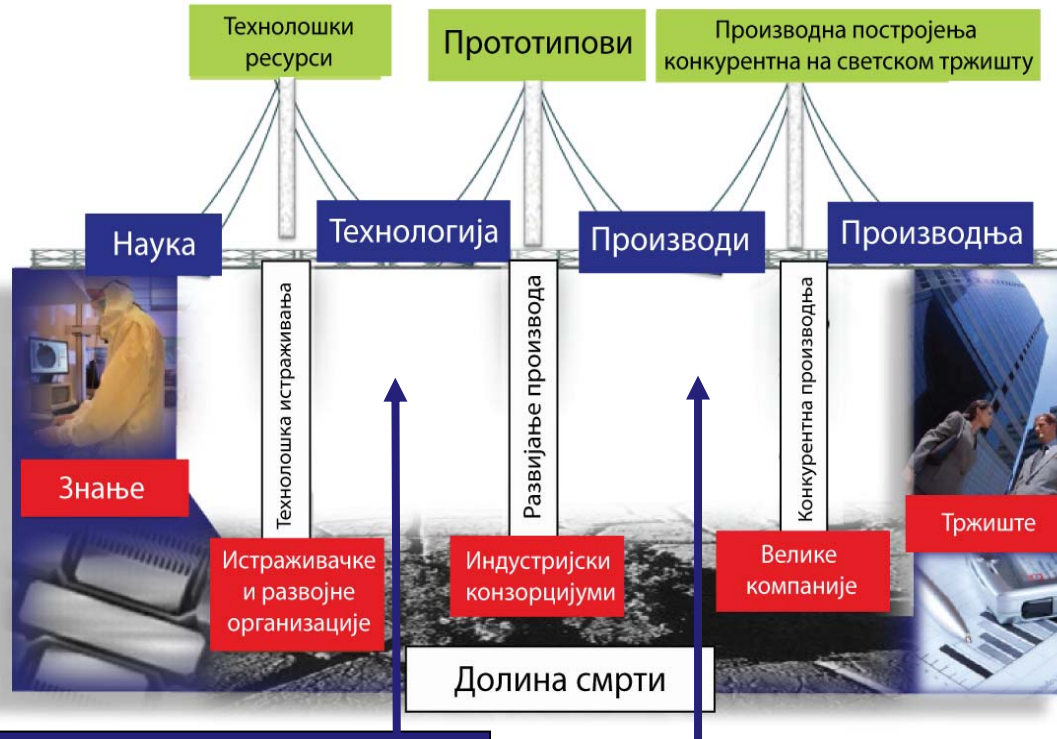
На основу савремених истраживања, економских анализа, тржишних кретања и њиховог доприноса решавању друштвених изазова, Европска комисија је дефинисала следеће кључне технологије

- микро и наноелектроника
- нанотехнологије
- фотоника
- нови материјали
- индустријска биотехнологија
- напредне технологије производње и обраде

Развој технологија од препознате потребе до производа



Мост преко долине смрти



Технолошка долина смрти налази се између прве и друге фазе технолошког развоја, када лабораторијска истраживања траже финансијска средства за развој комерцијалних производа и процену њихове тржишне одрживости

Комерцијална долина смрти – “Дарвиново море” представља фазу када предузимачи траже капитал како би демонстрирали одрживост производа на комерцијалној скали и финансирали погоне за производњу

Европа има водећу улогу у научним резултатима и упоредив број патената са САД и високо развијеним азијским земљама, али заостаје на пољу комерцијализације технолошких иновација и остваривању економске добити. Циљ програма Хоризонт 2020 је да се то стање промени.

Индустријализација и деиндустријализација Србије

Крајем '80-тих година XX века Југославија је била средње развијена индустријска земља.

Од '90-тих година XX века изражен је тренд пропадања индустрије у Србији.

На пример, 1991. год. Југославија је по производњи машина алатљика заузимала 14. место у свету (иза Кине и Јужне Кореје), са 1.35% тадашње светске производње (око 630 милиона \$). Петина укупне производње остваривана је у Србији. Скоро сви домаћи произвођачи су у свом производном програму имали нумерички управљане машине.

Почетком друге деценије XXI века, металопреређивачка индустрија у Србији налази се у врло тешкој ситуацији. Производња је минорна у односу на 1990. годину, а број радника који 2012. године раде на производњи машина алатки у Војводини не премашује 1/10 броја радника из 1990. год.

(према подацима добијеним од др Милана Зељковића, ред. професор, Универзитет у Новом Саду)

ЕУ и Србија: Тренутно стање и циљеви развоја

(извор: Концепт развоја Републике Србије до 2020)

	ЕУ 2010	ЕУ 2020	СРБИЈА 2010	СРБИЈА 2020
Запосленост становништва од 20-64 година (%)	68	75	49	65
Инвестиције у истраживање и развој (%БДП)	1,9	3,0	0,3	2,0
Учешће потрошње енергије из обновљивих извора у укупној потрошњи енергије (%)	16	20	12	18
Енергетска ефикасност (тоџ/1000\$ БДП-а)	0,21	0,17	0,96	0,57
Популација 30-34 године са универзитетском дипломом (%)	31	40	21	30
Стопа сиромаштва (испод 60% медијане расположивог дохотка становништва)	16	12	17	14

Извор: Европа 2020, Завод за статистику Републике Србије

Србија: Предуслови и циљеви развоја

(извор: Концепт развоја Републике Србије до 2020.)

ПРЕДУСЛОВИ РАЗВОЈА

1. Институционалне реформе укључујући уставно-правне, реформу правосуђа, јавне управе и система безбедности
2. Изградња инфраструктуре и дефинисање просторног развоја Србије

ЦИЉЕВИ РАЗВОЈА

Повећање броја запослених	Унапређен људски капитал	Инвестирање у знање и технологију	Раст заснован на извозу и рационалној употреби енергије	Социјално укључивање и смањење сиромаштва
65% популације од 20-64 година запослено	Мање од 15% особа које су рано прекинуле школовање	2% БДП годишње инвестирано у истраживање и развој од чега половина из приватног сектора	60% раста БДП долази из сектора који производе размењива добра и услуге	20% мање људи у ризику од сиромаштва (око 250.000)
	Мање од 25% 15-годишњака са недовољним нивоом функционалне писмености		30% учешће укупних инвестиција у БДП	
	30% становништва од 30-34 година са терцијарним нивоом образовања	6% БДП годишње инвестирано у развој образовања	40% већа енергетска ефикасност уз 20% енергије произведене из обновљивих извора	

Улога науке у индустријализацији Србије

Треба обратити подједнаку пажњу на то „шта држава може учинити за науку и шта наука може да учини за државу“.

„Наука је сама по себи шарена лажа, уколико јој није крајњи циљ да користи човечанству.“ (Никола Тесла)

● Први пут: увоз већ развијених технологија

Улога науке: приликом куповине технологија укључити научнике у процену квалитета и избор и омогућити им да ту технологију усавршавају током примене

● Други пут: од основних наука до производње (већ сада постоје резултати који би се могли применити)

Људски ресурси у науци Србије

Укупан број активних истраживача - 12.793

● Ови истраживачи су распоређени на три групе пројеката:

- Основна истраживања (40,7% истраживача) *
- Технолошки развој (28,3% истраживача) *
- Интегрална и интердисциплинарна истраживања (31% истраживача)

* Традиционална подела

Српска академија наука и уметности

Редовни чланови – 107

Дописни чланови – 41

Чланови ван радног састава – 17

Инострани чланови - 107

Назив одељења	Редовни чланови	Дописни чланови	Чланови ван радног састава	Инострани чланови
Одељење за математику, физику и гео-науке	19	8	1	14
Одељење хемијских и биолошких наука	12	7	5	16
Одељење техничких наука	15	5	/	11
Одељење медицинских наука	16	7	4	23
Одељење језика и књижевности	16	5	2	16
Одељење друштвених наука	5	3	/	11
Одељење историјских наука	13	3	3	12
Одељење ликовне и музичке уметности	11	3	2	4

Институти САНУ

Назив	Укупно запослених	научници	истраживачи	режија
Балканолошки институт	38	24 (8+5+11)	8 (7+1)	6
Византолошки институт	16	9 (3+1+5)	6 (5+1)	1
Географски институт	41	11 (3+2+6)	25 (25+0)	5
Етнографски институт	35	15 (3+4+8)	14 (12+2)	6
Институт за српски језик	72	17 (7+3+7)	46 (41+5)	9
Институт техничких наука	36	16 (6+6+4)	14 (14+0)	6
Математички институт	75	30 (17+7+6)	39 (19+20)	6
Музиколошки институт	14	8 (1+1+6)	5 (5+0)	1

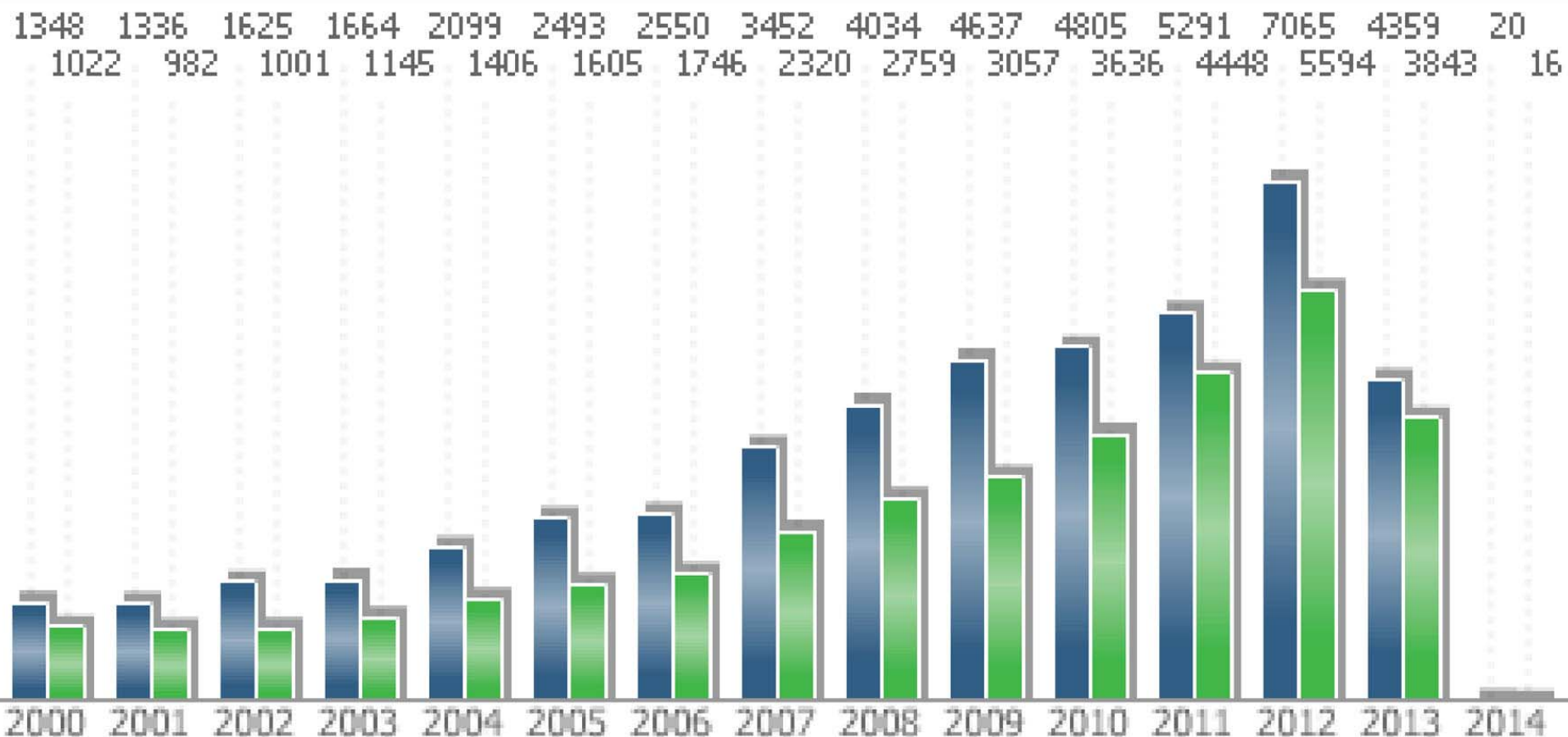
Национални приоритети у складу са Стратегијом научног и технолошког развоја Републике Србије 2010-2015

- Биомедицина
- Нови материјали
- Заштита животне средине и климатске промене
- Храна и пољопривреда
- Енергетика и енергетска ефикасност
- Информационе и комуникационе технологије
- Унапређење доношења државних одлука и промоције српске културне и историјске баштине кроз ангажовање капацитета друштвених и хуманистичких наука

Проблематика пројеката из Програма интегралних и интердисциплинарних истраживања усаглашена је са националним приоритетима, док су остале две групе пројеката делимично усаглашене.

децембар 2013.

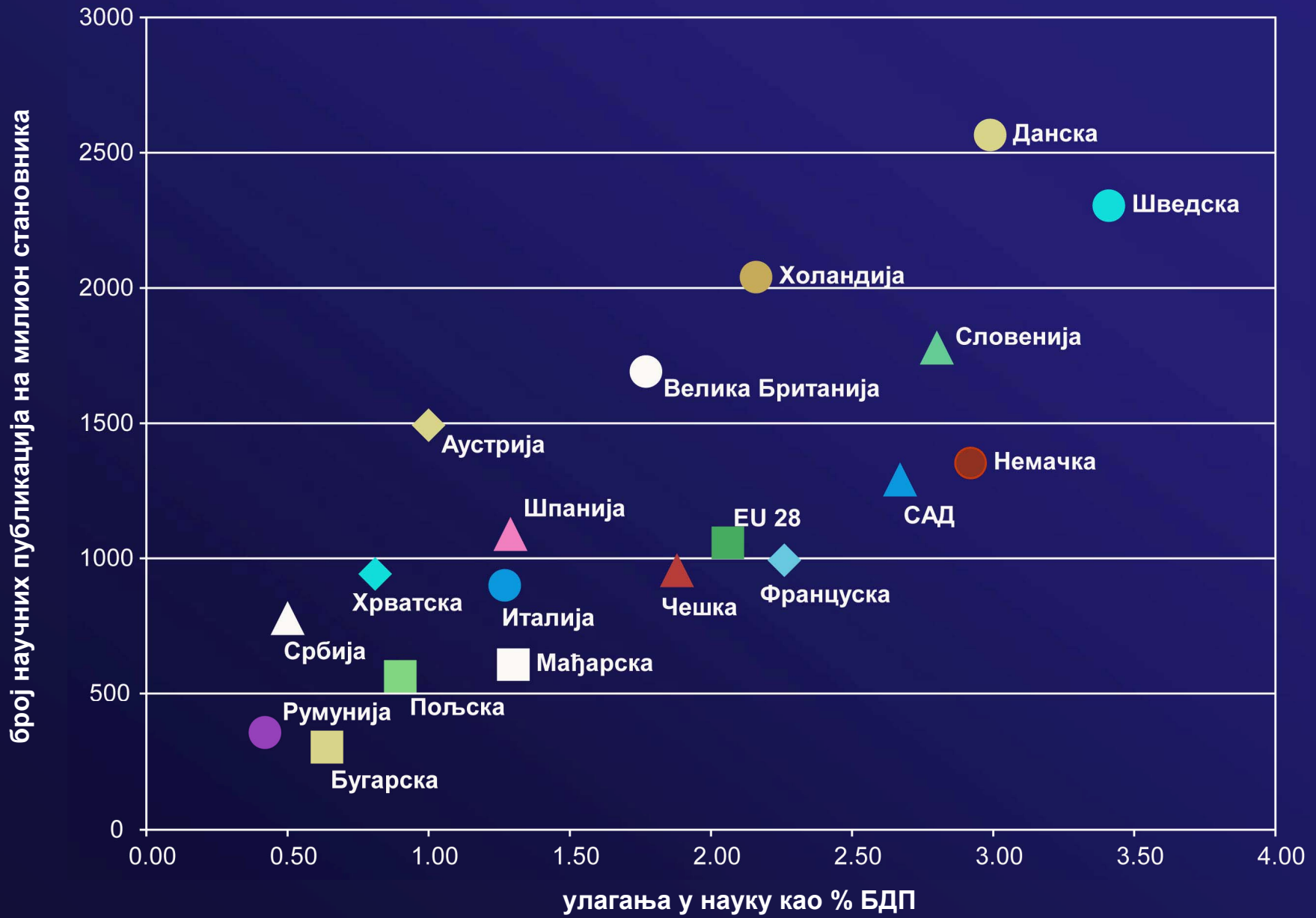
Пораст броја научних радова у Србији



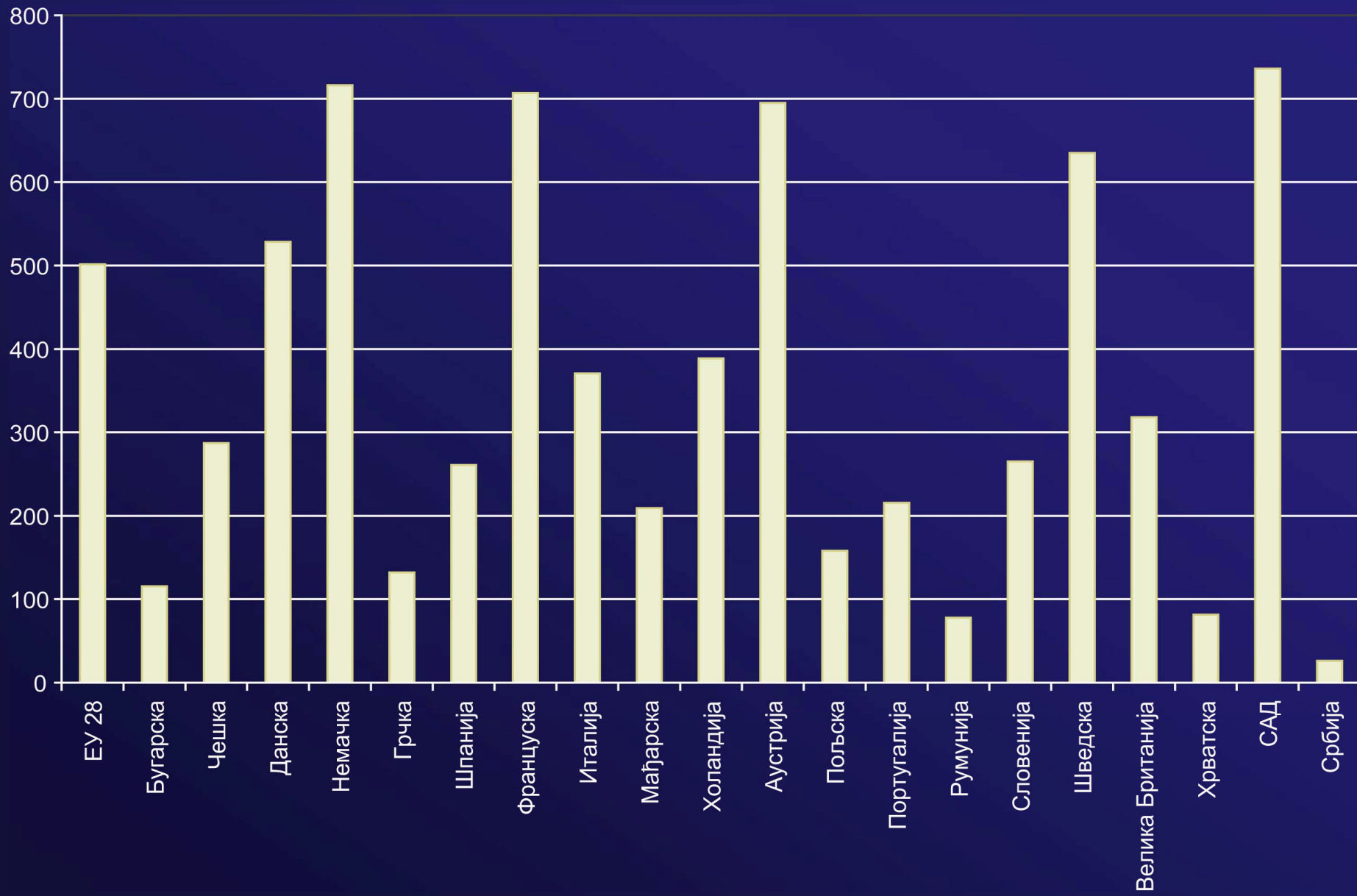
Извор: http://kobson.nb.rs/nauka_u_srbiji/pasi_u_wos.3.html

Децембар 2013.

Број публикација на милион становника у функцији улагања у науку као % БДП



Укупна улагања у науку у хиљадама евра по научној публикацији



Раскорак између остваривања научних резултата и њихове примене

- САД, Кина, Јужна Кореја и Јапан усмеравају најмање 70% средстава у примењене и експерименталне развојне активности, а преостали део у основна истраживања.
- Насупрот томе, ЕУ тренутно усмерава 77% средстава у основна истраживања. Циљ програма Хоризонт 2020 јесте да се знатно повећају улагања у примењена истраживања. Кључне технологије су дефинисане и са циљем да помогну у решавању тог проблема.
- И Србија се суочава са проблемом недовољних улагања у примењена истраживања. Нова стратегија научног и технолошког развоја у Србији треба да да решење за овај проблем, а у складу са принципима програма Хоризонт 2020.

Неки од успешних примера примене домаћих научних резултата у привреди из области електронике, телекомуникација, информационих технологија и енергетике

- Дистрибуирани систем надзора и управљања (DCS) производно-технолошким процесом блока Б-2 ТЕ Костолац, Институт “Михајло Пупин”, Београд (Теслина награда за 2011. годину)
- ОTR10G IRITEL – Оптичка транспортна платформа за протоке до 400Gb/s, Институт Ирител, Београд
- Системи побуда синхроних генератора, Електротехнички институт "Никола Тесла", Београд
- ВФВН технологије напајања и управљања електростатичким преципитаторима (ЕСП), Електротехнички факултет, Београд
- Четвороструки трофазни анализатор снаге MM4, Факултет техничких наука и "НИГАЛ", Нови Сад
- ИХТМ сензори и трансмитери притиска, Институт ИХТМ, Београд

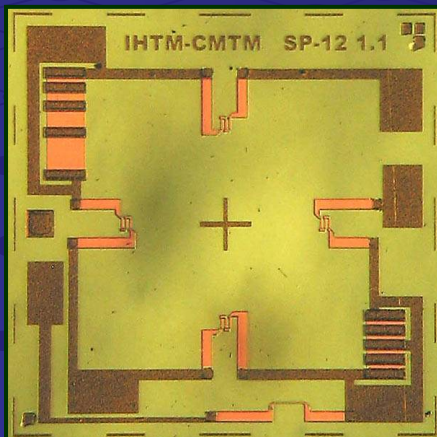
Неки примери нових организационих форми у Србији за развој и пласман иновација

- Развојно-истраживачки институт РТ-РК, Нови Сад, Производи из области уграђених електронских система (потрошачка електроника, телекомуникације, мултимедија), око 400 стално запослених (360 инжењера, 20 доктора наука)
- Schneider Electric ДМС, Нови Сад, Напредни дистрибутивни менаџмент системи – софтверски производи, око 750 стално запослених (700 инжењера) и 30 професора универзитета
- Иновациони центри при техничким факултетима
- Кластер напредних технологија (NiCAT), Ниш

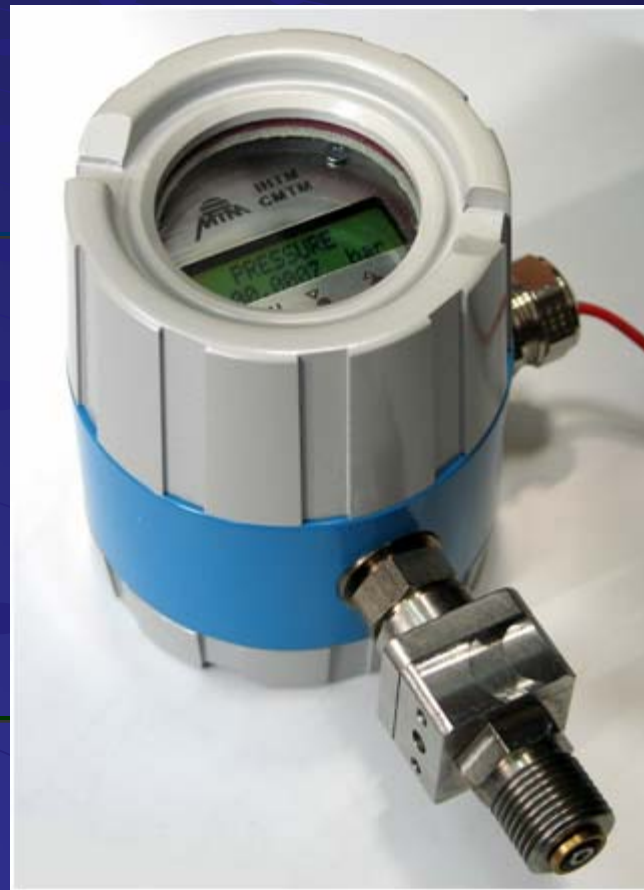
Пут од основних истраживања до производа у Србији на примеру сензора и трансмитера притиска

Склопови „интелигентног” трансмитера притиска

Пиезоотпорни
сензор притиска



Електронски
склоп



Сензорска “пилула”



Трансдјусер
децембар 2013.

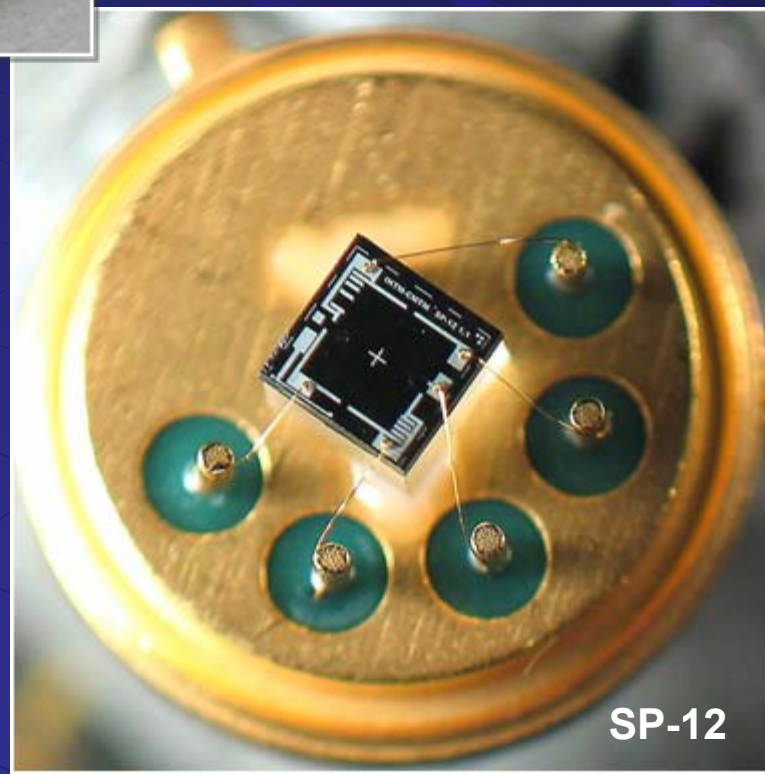
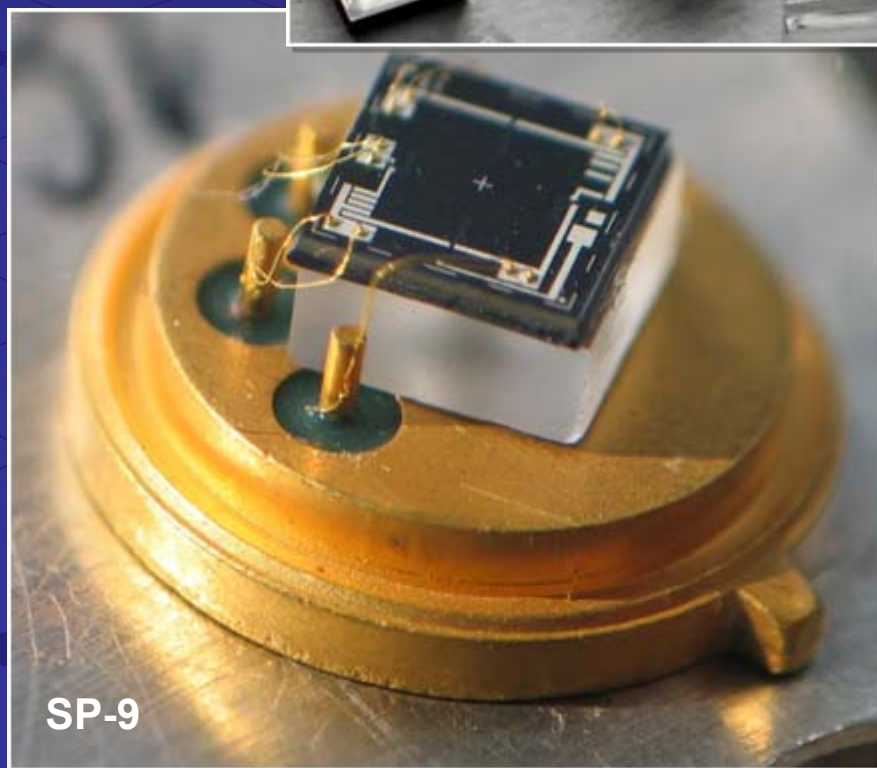
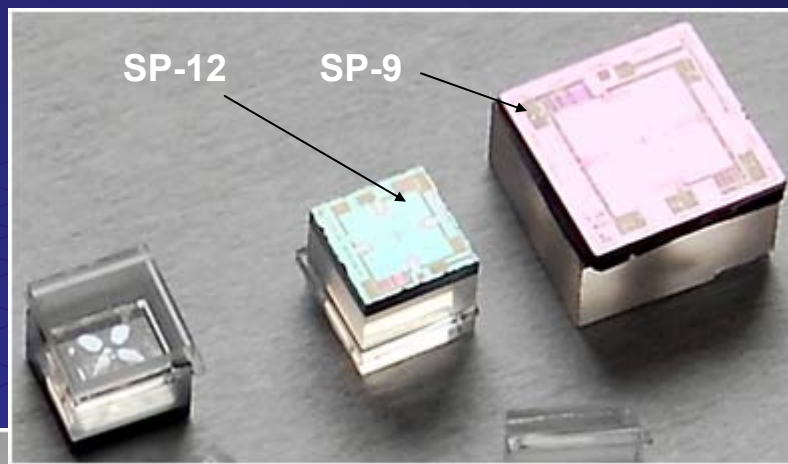
Неоподна знања и поступци за израду чипа сензора притиска

Параметар сензора	Неопходна знања
Осетљивост	Пиезоотпорни ефекат, зависност од кристалографске оријентације, концентрације дифузионих примеса и њихова расподела, напони у дијафрагми и њихова веза са притиском, механичка својства силицијума-теорија еластичности
Температурна зависност	Зависност отпорности и пиезоотпорности од температуре и концентрације (профила дифузионих примеса)
Нелинеарност	Појава нелинеарних механичких напона у мембрани и нелинеарност пиезоотпорних коефицијената
Хистерезис	Механичка својства силицијума
Дијагностика дефеката и нестабилности	Физичка електроника (струје цурења p-n споја, ефекти инверзије и обогаћења, C-V карактеристике, омски спојеви, утицај температуре на миграцију покретних јона

Неоподна знања и поступци за израду чипа сензора притиска

Поступак	Резултат
Класична планарна технологија	Пиезоотпорник одређене оријентације на дијафрагми
Селективно нагризање силицијума (микромашинство)	Израда дијафрагме прецизних димензија са унапред пројектованим положајима пиезоотпорника; двострана фотолитографија
Спајање сензорског чипа са носачем	Спајање силицијума и стакла (који имају приближне коефицијенте ширења и температурске коефицијенте ширења) електростатичким бондовањем; спајање Si-Si еутектичким бондовањем
Монтажа на кућиште	Термокомпресионо и ултразвучно бондовање; код диференцијалних сензора повезивање чипа са стакленом цевчицом
Заштита чипа од спољашњих утицаја	Нискотемпературна депозиција SiO_2 , Si_3N_4 , разни заштитни премази, монтирање у кућиште пуњено уљем са мембраном

Две генерације сензора притиска: SP-9 и SP-12



Пројекат трансмитера са интелигентном електроником (баждарење)



Пут до тржишта: сензори и трансмитери притиска

● Да би сензори и трансмитери притиска постали комерцијални производи потребно је:

1. за прелазак преко “долине смрти”

- Усклађеност технологија полупроводничког сензора и осталих склопова са ISO стандардом
- Одобрење типа од овлашћене организације
- Поседовање одговарајућих атеста

2. за прелазак преко “Дарвиновог мора”

- Створити услове за масовну производњу (кадрови, опрема), а тиме и за конкурентност
- Подршка државе за пласман производа у почетку бар на домаћем тржишту

Актуелно: Фабрика чипова у Србији?

“Полупроводници су за информационо друштво исто што и жито за земљорадничко, а гвожђе и челик за индустријско друштво.”

(Shanghai Museum of Urban Development, 2004)

Истраживање, развој и производња полупроводника и полупроводничких направа постоје у Србији од 1960-тих година:

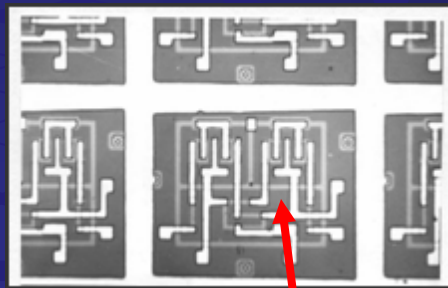
- Теоријска и експериментална истраживања у области физике полупроводника и полупроводничких направа (**постоји и данас у институтима и на универзитетима**)
- Производња монокристала Si и Ge за потребе Фабрике полупроводника из Ниша и извоз у ДР Немачку
- Производња дискретних полупроводничких компоненти и CMOS IC кола у Фабрици полупроводника из Ниша (која, нажалост, данас не постоји).

Из историје развоја технологија полупроводника у Србији

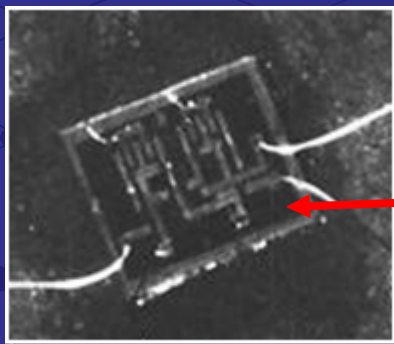
Пројекат: Интегрална кола 1968



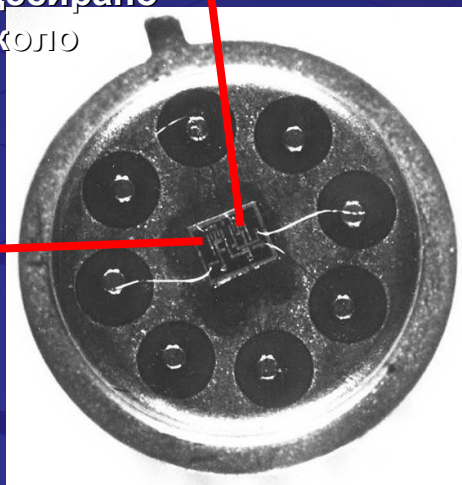
Метализација -
алуминијум



Процесирано
КОЛО

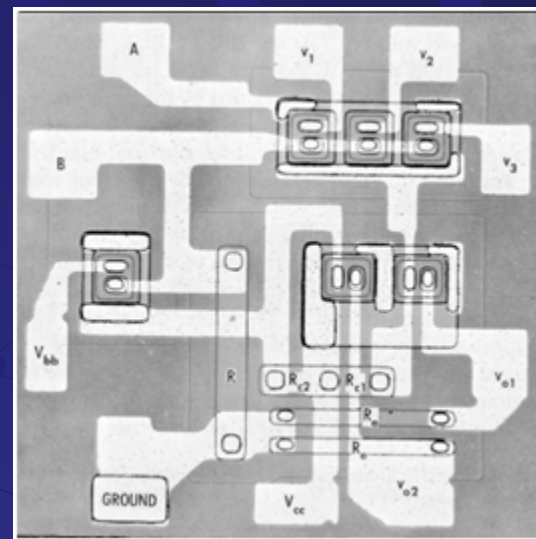


Реализовано коло на ТО-5 кућишту



The First Integrated Circuits 1966

ECL 3-input Gate
Motorola 1966



"Рад на интегралним колима захтева стручњаке новог профила, који морају имати извесна знања из физике, електронике и хемије, а у исто време бити специјалисте у својој области.

**ЈЕДАН ОД ОСНОВНИХ ПРОБЛЕМА ПРИЛИКОМ РАЗВОЈА
ИНТЕГРАЛНИХ КОЛА ЈЕ ОБУКА КАДРОВА. "**

Интегрална кола, Елаборат
Београд, април 1968

Како се праве чипови?

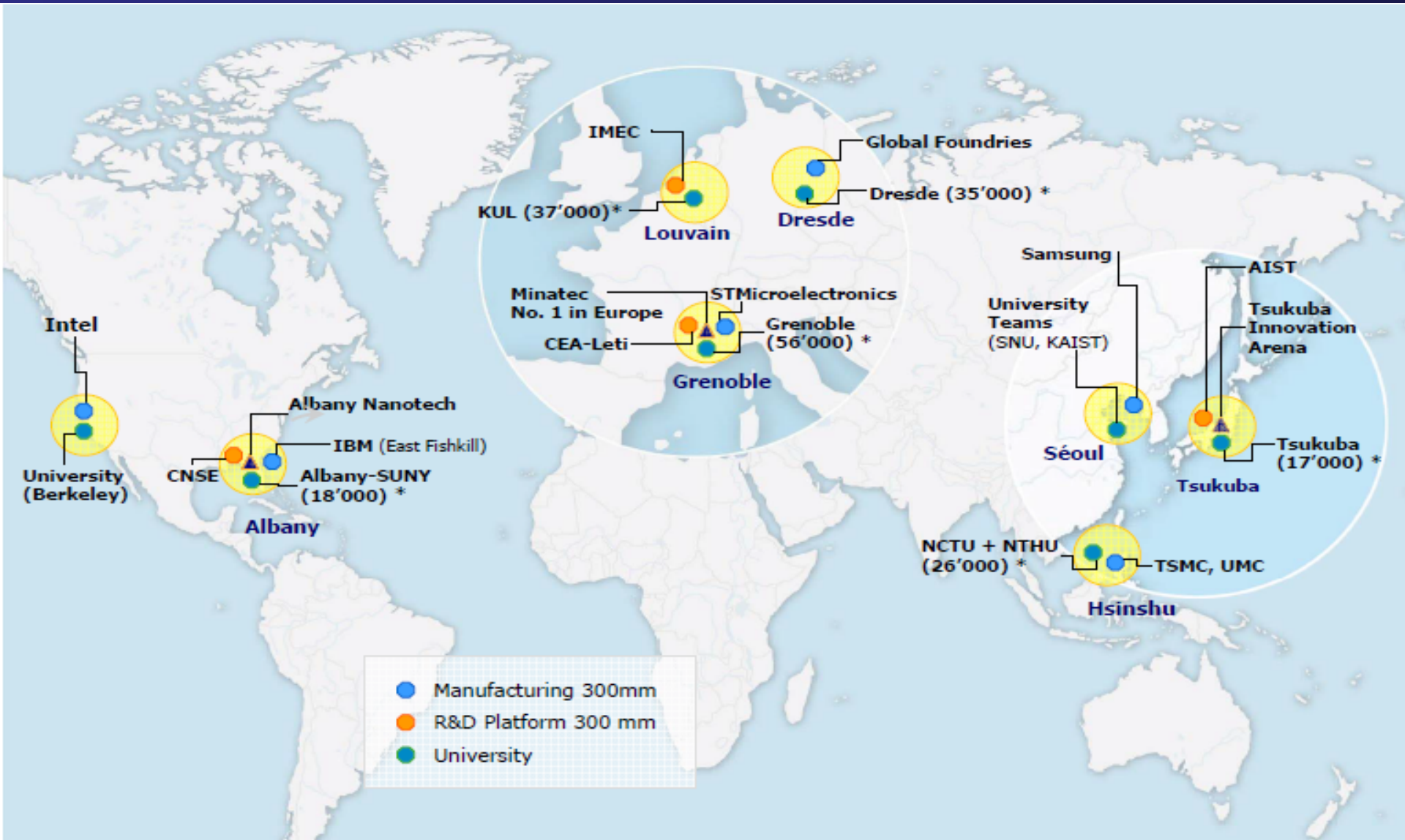
● Пројектовање чипова

- Хиљаде фирми, стотине хиљада запослених
- Распоређене по целом свету
- Центар у Силицијумској долини (Калифорнија)

● Производња чипова

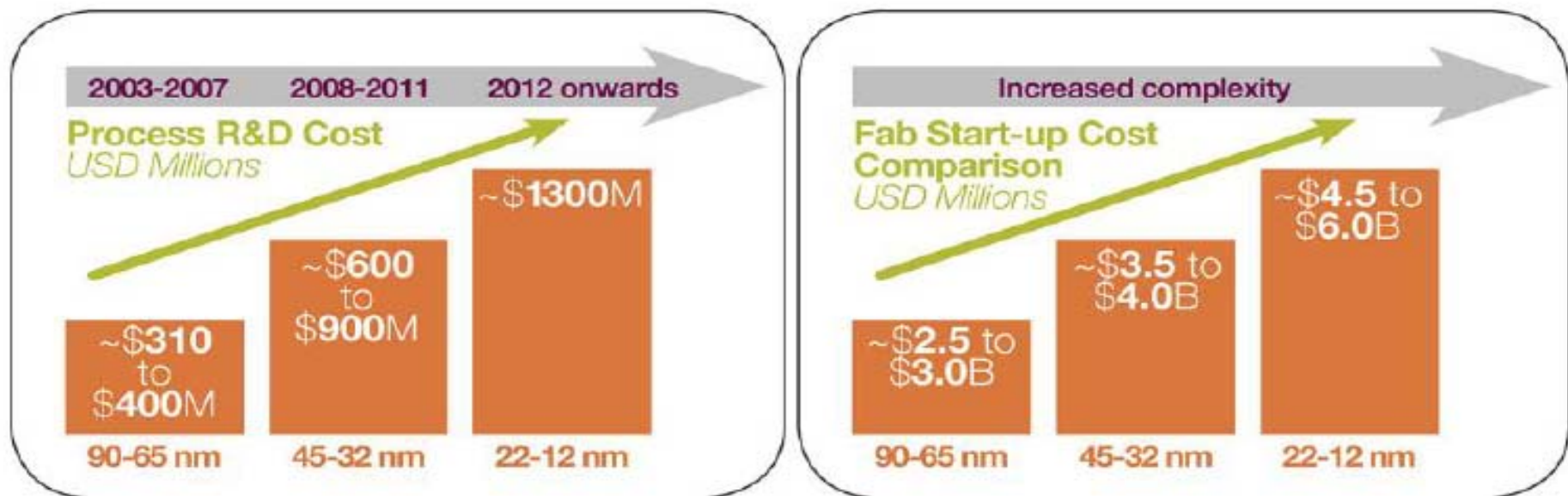
- Фабрике на релативно малом броју места
- Запошљава више од 1000 људи, рад у три смене
- Трећина високошколована, стотине са докторатима

Производни, истраживачки и образовни центри у области полупроводника



* Total Number of Universities' Students

Цена истраживања и развоја и цена покретања производње различитих генерација интегрисаних кола



(1) Industry average for Logic process R&D;

(2) Average capex of 300mm Logic fabs in World Fab Watch database. Source: In-Stat 1/07, World Fab

Watch; analyst reports; press clippings;

Закључци Саветовања "Фабрика чипова у Србији - има ли интереса и кадрова" , одржаног у Петници 28. и 29. јуна 2013. године, у организацији АИНС

1. Изградња фабрике за производњу интегрисаних кола у нано области (фабрика чипова) у Србији би била од велике користи јер би:
 - обезбедила запослење значајног броја високообразованог кадра из области електротехнике, хемије, физичке хемије, физике и материјала,
 - подигла научни ниво у поменутиим областима,
 - иницирала изградњу фирми за подршку фабрици чипова,
 - представљала охрабрење за остварење сличних подухвата,
 - дигла рејтинг земље,
 - донела економску корист.
2. Добром политиком образовања и научног истраживања у Србији се могу обезбедити кадрови за фабрику чипова.

Закључак

- ЕУ је, након констатације да се ниједна њена чланица не налази у прве три земље у свету по економској снази, донела целовит програм Хоризонт 2020 и студиозно одабрала шест кључних технологија како би се вратила на водеће позиција у економији. Очекује се пресудни допринос науке остварењу овог циља.
- Потребно је да се однос финансирања основних и примењених истраживања у ЕУ са данашњег 77:23% промени тако да буде приближан односу 30:70%, који постоји у САД и развијеним азијским земљама.

Закључак

- У Србији је уништена индустрија, али су кадрови у науци углавном сачувани и поред сталног одласка наших истраживача у развијене земље.
- Иако се наведени светли примери новијих научних резултата примењених у индустрији односе на једну ужу област, они постоје и у другим научним дисциплинама. Они су охрабрење и путоказ шта је потребно урадити да би наука дала већи допринос индустријализацији Србије.
- Досадашњи критеријуми оцењивања научноистраживачких пројеката нису у довољној мери узимали у обзир утицај резултата научноистраживачког рада на индустријализацију Србије и укупни друштвени развој. То је потребно променити.
- ЕУ је већ израдила нацрте конкурсних материјала за кључне технологије. Конкурси почињу 2014. године. Требало би да МПНТР омогући научницима из Србије да се укључе у ове програме.

Закључак

- Према нашем колеги проф. Б. Николићу (Унив. Беркли, САД), светски признатом стручњаку, главни проблем у вези са оснивањем фабрике чипова у Србији јесте потребан број квалификованих стручњака (1000 висококвалификованих и 100 доктора наука).
- Примери успешних истраживачко-развојно-производних фирми, проистеклих из научних резултата колега са ФТН Нови Сад, које су за кратко време обезбедиле 1000 висококвалификованих стално запослених сарадника, показују да је то могуће.
- Шта ви мислите?

Захвалност

- Председнику САНУ, Николи Хајдину, који ме је позвао да данас говорим о овој важној теми
- Колегама из:
 - АИНС, професорима П. Петровићу, М. Смиљанићу и М. Аџићу
 - ИТН САНУ: др З. Николићу, М. Шевкушић, А. Стојичић
 - ИХТМ: мр И. Јокић, Ж. Лазићу
 - ФТН у Новом Саду: професорима В. Стрезоском, М. Темеринцу, В. Вујичићу, М. Зељковићу
 - МПНТР: Д. Сатарићу