

O NEKIM AKTUALNOSTIMA U TEMELJNIM FIZIKALNIM I INŽENJERSKIM ISTRAŽIVANJIMA

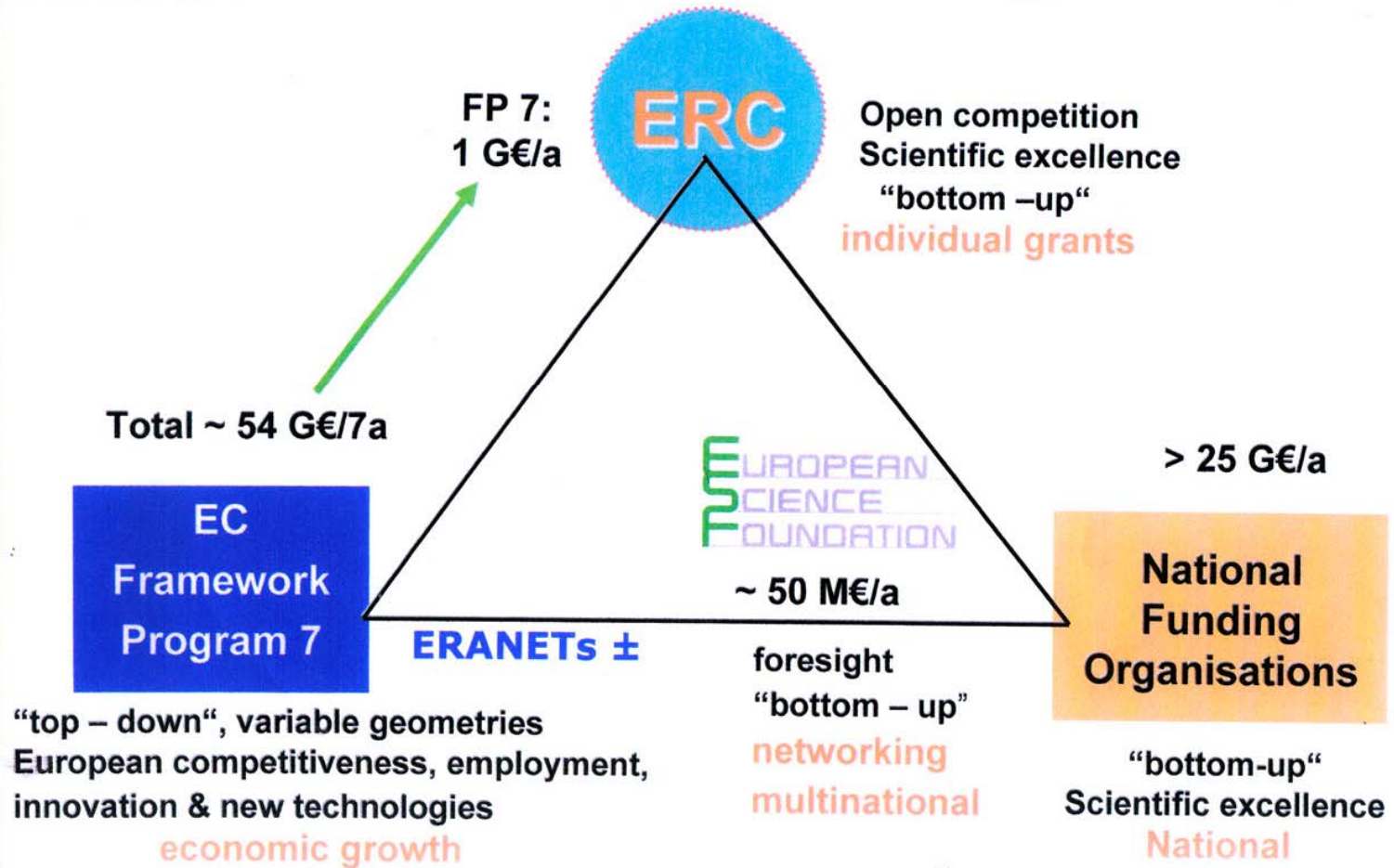
Iz djelatnosti Odbora za fizikalne i inženjerske znanosti – PESK,
Europske znanstvene zaklade – ESF

Božidar Liščić

- I. Uvod
- II. European Science Foundation (ESF) – Europska znanstvena zaklada
- III. Standing Committee for Physical and Engineering Sciences (PESC) – Odbor za fizikalne i inženjerske znanosti
- IV. Mehanizmi i djelovanja ESF-a
 - Exploratory Workshops
 - Research Networking Programmes (RNP)
 - European Collaborative Research Projects (EUROCORES)
 - ESF Forward Looks
- V. Primjeri EUROCORES projekata koji predstavljaju trendove:
 - Self-Organised Nano-Structures (SONS)
 - Bio-Inspired Engineering of Sensors, Actuators and Systems (EuroBioSAS)
 - Smart Structural Systems Technologies (S3T)
- VI. Novi ekspertni odbori PESC-a – u osnivanju:
 - Expert Committee on Computational Sciences (CSEC)
 - Expert Committee on Materials Research
- VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering). Primjeri:
 - Novel Organic Metal Hybrids
 - Plastic Solar Cells
 - Solar Paint on Steel to Generate Renewable Energy
 - International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF)
 - Elevator to Stars
- VIII. European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) – Examples of New Large Scale Research Infrastructure
 - Extreme Light Infrastructure (ELI)
 - European X-ray Free Electron Laser (X FEL)
 - Aurora Borealis
- IX. Zaključci



Basic Research Funding in Europe





44010000-1000

European Research Council Announcing the 2009 Call for Proposals

ERC Advanced Grants

Support outstanding established research leaders
of any nationality with:

- an exceptional scientific leadership profile
- an excellent scientific track-record
- a ground-breaking research proposal
- a host organisation based in an EU Member State, an Associated Country or an International European Interest Organisation



Funding per grant	up to 3.5 million
Duration	up to 5 years
Call budget	€ 490 million
Grants awarded	ca 300
Research fields	any field of science, engineering & scholarship
Evaluation criteria	scientific excellence

Submission deadlines

25 March 2009
Physical Sciences and Engineering
15 April 2009
Social Sciences and Humanities
6 May 2009
Life Sciences

<http://erc.europa.eu/>

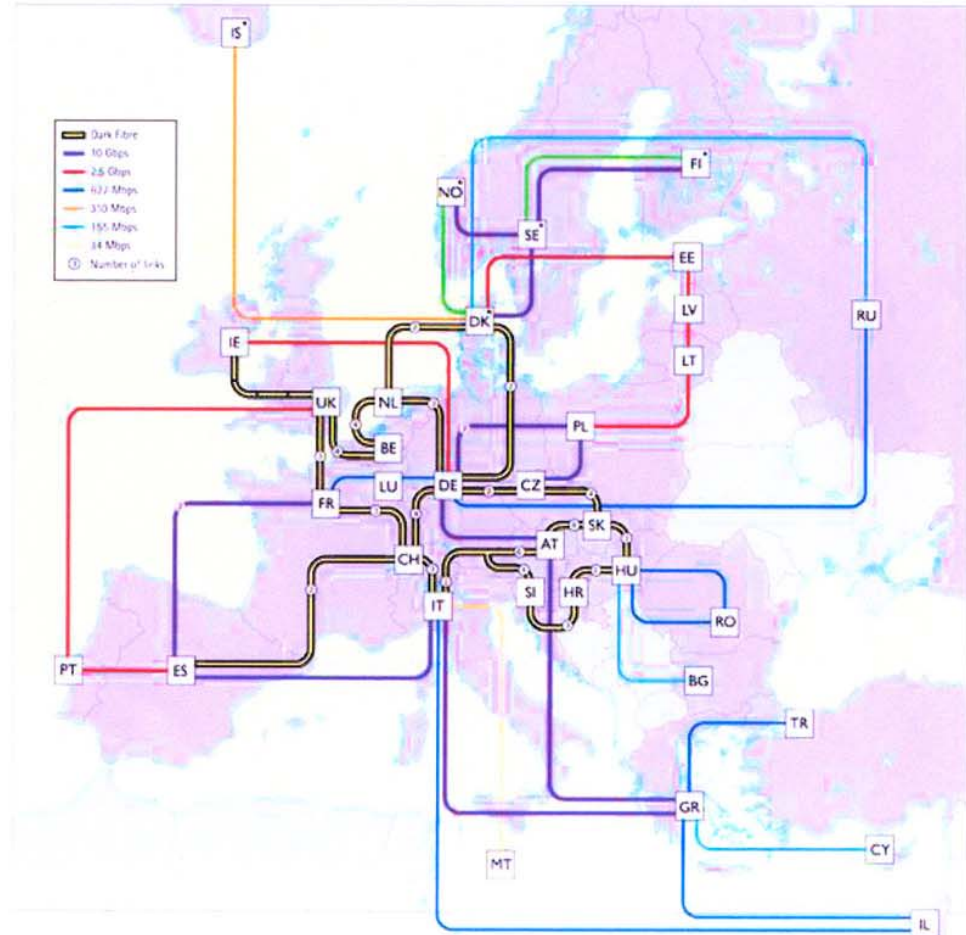
BRINGING GREAT IDEAS TO LIFE





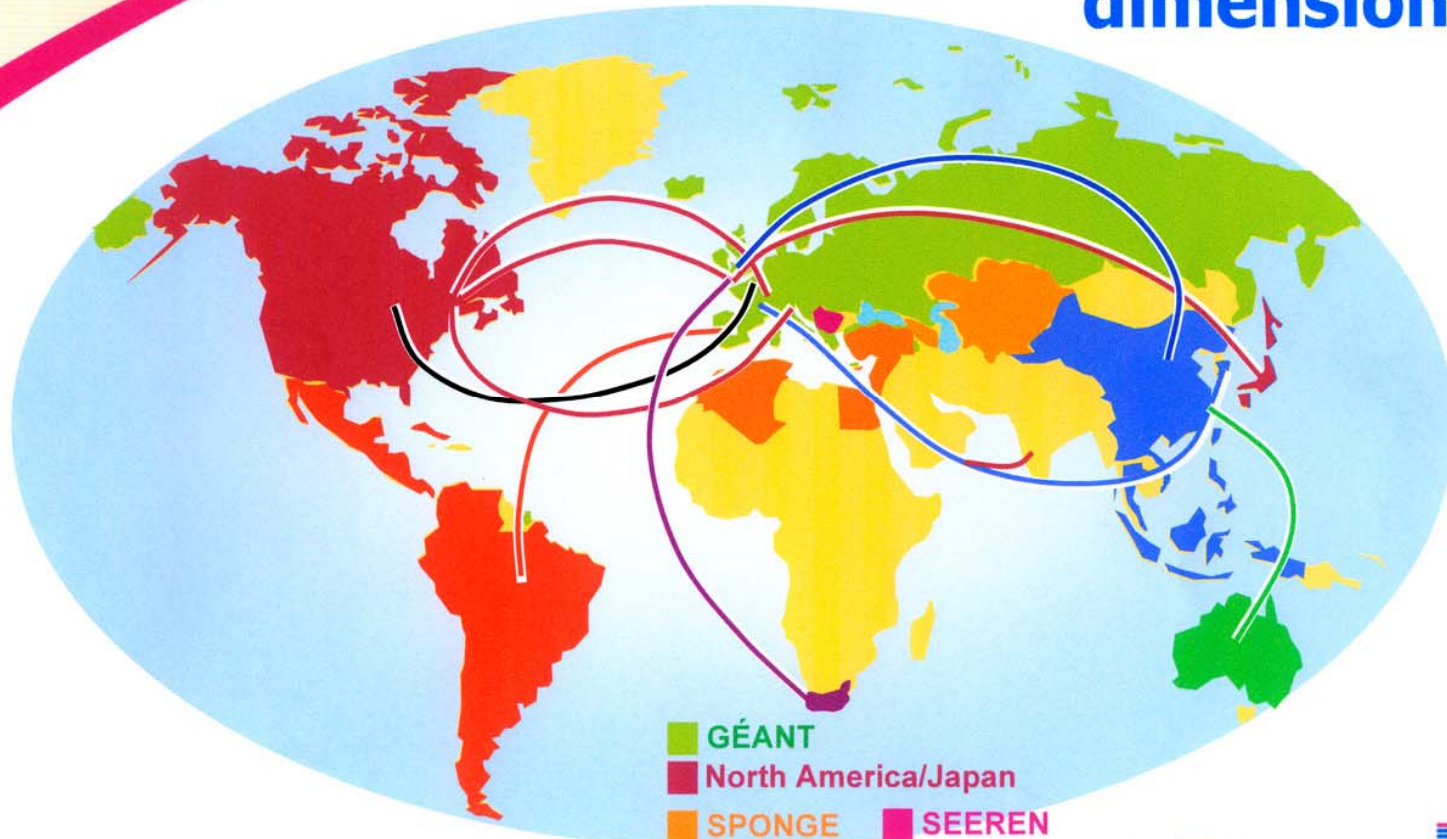
GÉANT (network)

- **Pan-European Research Network**
- **Access to 12 000 km of dark fiber/ unlimited capacity**
- **IPv6 enabled**
- **400+ active elements**
- **Hybrid Network: Photonics + IP**
- **3700 institutes**
- **Global dimension**





GÉANT (global dimension)



- GÉANT
- North America/Japan
- SPONGE ■ SEEREN
- EUMEDCONNECT ■ ALICE ■ TEIN2
- S. Africa ■ China ■ India ■ Australia



II. European Science Foundation (ESF) – Europska znanstvena zaklada

- 77 Nacionalnih organizacija iz 30 europskih zemalja su članice ESF-a. To su:
 - Nacionalne institucije koje financiraju temeljna istraživanja (Funding Agencies)
 - Institucije koje se bave temeljnim istraživanjima (Research organizations)
 - Akademije
- ESF – djeluje preko svojih 5 stalnih odbora – Standing Committees:
 1. Standing Committee for the Humanities (SCH)
 2. Standing Committee for the Life, Earth and Environmental Science (LESC)
 3. Standing Committee for the European Medical Research Councils (EMRC)
 4. Standing Committee for the Physical and Engineering Sciences (PESC)
 5. Standing Committee for the Social Sciences (SCSS)
- Godišnji budžet ESF-a: ~50 miliona EUR
- Broj stalno zaposlenih: 130
- Sjedište: Strasbourg
- Područni ured: Brussels
- Od 2004 god. ESF administrativno upravlja organizacijom COST (Cooperation in Science and Technology) i za to dobiva od Europske komisije 20,9 miliona EUR/god.
- Članice ESF-a iz Hrvatske su:
 - Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
 - Nacionalna zaklada za znanost, visoko školstvo i tehnologijski razvoj Republike Hrvatske

III. Standing Committee for Physical and Engineering Sciences (PESC)

- Članovi: 39 znanstvenika iz 30 europskih zemalja
- Chairman: Prof. Mats Gyllenberg – University of Helsinki (od 1. 01. 2009.)
- Core Group: 7 članova
- Znanstvena područja u domeni PESC-a:
 - fizika
 - matematika
 - kemija
 - informatika i računarske znanosti
 - znanost o materijalima
 - temeljne inženjerske znanosti
- Odbori eksperata (ESF Expert Committees) za specifična područja koji podupiru djelatnost PESC-a
 - Committee on Radio-Astronomy Frequencies (CRAF)
 - Nuclear Physics European Collaboration Committee (NuPECC)
 - European Space Science Committee (ESSC)
- Sjednicama PESC-a prisustvuju predstavnici:
 - European Commission (EC)
 - The European Mathematical Society (EMS)
 - The European Research Consortium for Informatics and Mathematics (ERCIM)
 - The Israel Academy of Sciences
 - The U.S. National Science Foundation (NSF)

IV. Mehanizmi i djelovanja ESF-a

Exploratory Workshops

- To su jedno- ili dvo-dnevne sjednice manjih grupa (20-30 sudionika) znanstvenika iz područja koje odgovara temi workshop-a. Predlagač teme poziva sudionike i organizira sastanak, za što dobiva od ESF-a cca 15.000 EUR.
- Cilj tih sjednica je otvaranje novih pravaca u istraživanjima ili ispitivanje novih područja istraživanja koja imaju potencijal, da utječu na novi razvoj u znanosti. Od predloženih tema za takove sastanke očekuje se da imaju potencijal iniciranja budućih suradničkih projekata.
- ESF financira godišnje, u svim domenama oko 50 Exploratory Workshop-a.
- U domeni PESC-a financirano je i obavljeno u tijeku 2008. 12 sljedećih sastanaka:
 1. **The Relevance of Mathematics Education**, 7-10. January 2008, Cambridge, U.K.
 2. **Singularities in Mechanics: Description and Formation**, 21-25. January 2008, Paris, France
 3. **Astrophysical Tests of Fundamental Physics**, 26-30. March 2008, Porto, Portugal
 4. **Hyperbranched Polymers as Novel Materials for Nanoscale Applications: Insight from Experiment, Theory and Simulation**, 26-28. May 2008, Heraklion, Greece
 5. **Physics of Micro and Nano Flows**, 9-12. June 2008, Leiden, Netherlands
 6. **Science and Technology of Agreement**, 19-21. June 2008, Barcelona, Spain
 7. **Interplay Between Superconductivity and Magnetism at Nanometer Scale**, 19-22. June 2008, Paestum, Solerno, Italy
 8. **Correlations in Computer Science**, 6-12. August 2008, Brussels, Belgium
 9. **Extreme Laboratory Astrophysics: Advances and Opportunities in High-Energy Density Experiments**, 21-24. September 2008, Paris, France
 10. **Advanced Instrumentation for Cancer Diagnosis and Treatment**, 23-27. September 2008, Oxford, U.K.
 11. **Computational Disease Modelling**, 24-26. September 2008, Barcelona, Spain
 12. **Euroice 2008**, 1-3. October 2008, Granada, Spain

IV. Mehanizmi i djelovanja ESF-a

Exploratory Workshops

- Na temelju natječaja u 2008. god. za Exploratory Workshope, koji će se održati u 2009. god., od ukupno 338 prijedloga u svim domenama bilo ih je 55 koji spadaju u domenu PESC-a. Nakon što je Core Group-a detaljno pregledala sve recenzije, predložila je za daljnju proceduru sljedećih 12 tema:
 1. **Biosignatures on Exoplanets: The Identity of Life** (zajedno sa LESC)
 2. **Observation, Characterisation and Evolution of Habitable Exoplanets and Their Host Star** (zajedno sa LESC)
 3. **Curves, Coding Theory and Cryptography**
 4. **Modularity for Versatile Motor Learning: From Neuroscience to Robotics and Back** (zajedno sa LESC i SCH)
 5. **Applications of the Ads/cft Duality to Qcd**
 6. **How to Constrain the High Density Symmetry Energy**
 7. **Bionanotechnology: Development and Application of Principles of Nano- and Bio-Sciences to Sensing, Diagnostics & Therapy** (zajedno sa EMRC i LESC)
 8. **Exploring the Interactions Between Carbon and Organic Chemical Cycling in Terrestrial Ecosystems** (zajedno sa LESC)
 9. **Frontiers in European Research on Liquid Crystalline Soft Matter** (zajedno sa LESC)
 10. **Iron-Based Layered Superconductors – Iblas**
 11. **Two New Avenues in High Temperature Super-Conducting Materials**
 12. **Science of Information** (zajedno sa LESC i SCSS)
- U ovom natječaju po prvi puta došla su dva prijedloga da se Exploratory Workshop održi u Hrvatskoj. To su:
 - **Quantitative Analysis of Properties and Structures: Mathematical Chemistry and Computational Biology**, od D. Vukičevića, Split
 - **How to Constrain the High Density Symmetry Energy**, od Z. Basrak, Zagrebod kojih je potonji ušao u uži izbor, pa se može očekivati da će se taj Exploratory Workshop održati od 2-4. listopada 2009. u Zagrebu.

IV. Mehanizmi i djelovanja ESF-a

Research Networking Programmes (RNP)

- To su dugoročni (4 do 5 god.) umreženi istraživački programi koji predstavljaju platformu za istraživačke grupe financirane od zainteresiranih nacionalnih agencija. Cilj tih programa je baviti se značajnim znanstvenim problemima za unapređenje znanosti.
- Uspješan prijedlog takovog programa, izabran na temelju javnog natječaja i međunarodnog panela recenzenata mora sadržavati visoko-kvalitetne znanstvene prijedloge i pokazati dodanu vrijednost u realizaciji, na europskoj razini. Te programe ESF predlaže svojim članicama za financiranje "à la carte".
- Momentalno je u domeni PESC-a u tijeku 29 aktivnih RNP programa u iznosu od ukupno 2,7 miliona EUR.
- Kao rezultat natječaja u 2007. god., od ukupno primljenih 122 prijedloga (važno je napomenuti da svi oni dolaze od samih znanstvenika t.j. "bottom-up"), bilo ih 53 u domeni PESC-a. Nakon procedure i izbora, za financiranje je predloženo sljedećih 7 tema:
 1. **Exploring the Physics of Small Devices (EPSD)** Statistical Physics
 2. **Interactions of Low-Dimensional Topology and Geometry with Mathematical Physics (ITGP)** Mathematics
 3. **Large Hadron Collider and Cosmology (LHCC)** Particle Physics
 4. **Quantum Spin Coherence and Electronics (QSpICE)** Quantum Physics
 5. **Research Links to Explore Heat Transfer for Saving Energy (RELTRANS)** Engineering
 6. **Super-intense Laser-matter Interactions (SILMI)** Quantum Optics
 7. **New Frontiers of Infinity: Mathematical, Philosophical and Computational Prospects (INFTY)**, kojeg vodi Standing Committee for Humanities (SCH + PESC)

IV. Mehanizmi i djelovanja ESF-a

Research Networking Programmes (RNP)

- Od članica ESF-a je zatraženo da se do 30. listopada 2008. izjasne da li su zainteresirane i voljne sufinancirati kojeg od predloženih RNP-a. Za one RNP koji poluče dovoljnu razinu sufinanciranja, očekuje se da će započeti u prvoj polovici 2009. god.
- Uključenost hrvatskih znanstvenika u RNP-programe iz domene PESC-a; stanje 2008. god.

Program	Član "Steering Committee"-a	Trajanje	Sufinanciranje godišnje EUR	Status programa
1. Highly Frustrated Magnetism (HFM)	Dr. Ana Smontara	2005.-2010.	2000,-	u tijeku
2. Quantum Geometry and Quantum Gravity (QG)	Dr. Larisa Jonke	2006.-2011.	2000,-	u tijeku
3. Molecular Simulations in Biosystems and Material Science (SimBioMa)	Dr. Vlasta Mohaček-Grošev	2006.-2010.	2000,-	u tijeku
4. New Generation of Organic Based Photovoltaic Devices (ORGANISOLAR)	Dr. Mile Ivanda	2006.-2010.	2000,-	u tijeku

IV. Mehanizmi i djelovanja ESF-a

European Collaborative Research Projects (EUROCORES)

- Svrha EUROCORES sheme je omogućiti istraživačima u europskim zemljama, razviti suradnju i znanstvenu sinergiju, te podržati vrhunsko istraživanje u svim znanstvenim područjima, da se zadovolje potrebe izražene od nacionalnih znanstvenih zajednica, u skladu s njihovim strateškim prioritetima. Shema omogućuje fleksibilni okvir za istraživače iz Europe, a kad je to oportuno i iz USA i Kanade, koji omogućuje nacionalnim agencijama sufinanciranje, a nacionalnim istraživačkim organizacijama umrežavanjem postići kritičnu masu znanstvenika potrebnu za velike istraživačke programe.
- U domeni PESC-a u tijeku je 6 sljedećih EUROCORES programa, ukupne vrijednosti 34 miliona EUR:
 1. **Cold Quantum Matter (EuroQUAM)** – 10 zemalja sufinancira EuroQUAM
 2. **Friction and Adhesion in Nanomechanical Systems (FANAS)** – 17 agencija iz 16 zemalja sufinancira FANAS
 3. **Fundamentals of Nanoelectronics (FoNE)** – 18 agencija iz 16 zemalja sufinancira FoNE
 4. **Quantum Standards and Metrology (EuroQUASAR)** – 12 zemalja sufinancira EuroQUASAR
 5. **Self-Organised Nano-Structures (SONS II)** – 16 agencija iz 15 zemalja sufinancira SONS II
 6. **Smart Structural Systems Technologies (S3T)** – 17 agencija iz 15 zemalja sufinancira S3T
- Ovogodišnji ESF-ov natječaj za nove teme EUROCORES programa rezultirao je s 38 prijedloga, od kojih je 12 iz domene PESC-a. Nakon selekcije unutar Core Group-e i naknadno ESF Science Advisory Board-a, predložena su za sufinanciranje sljedeća 3 programa:
 1. Maximizing the Impact of Graphene Research in Science and Innovation (EuroGRAPHENE)
 2. Origin of the Elements and Nuclear History of the Universe (EuroGENESIS)
 3. Synthetic Biology: Engineering Complex Biological Systems (EUROSYNBIO)

IV. Mehanizmi i djelovanja ESF-a

ESF – Forward Looks

- To je ESF-ov instrument koji omogućuje europskoj znanstvenoj zajednici i nacionalnim institucijama, gdje se vodi znanstvena politika, razviti srednje i dugoročni pogled i analize budućih istraživanja s ciljem da definiraju agendu i prioritete na nacionalnoj i na europskoj razini, u globalnom kontekstu. Logički temelj (The Rationale) ESF – Forward Look-a je sljedeći:
"The Nature of research is that it is unpredictable but, within reason, Forward Look for the next 5 to 10 years should provide a useful guide for everyone concerned in monitoring the health of European Science".
- U domeni PESC-a aktivan je sljedeći Forward Look projekt:
"European Computational Science – The Lincei Initiative: from computers to scientific excellence (2006-2008)".
- Ovaj Forward Look je iniciran od znanstvene zajednice za simulaciju materijala na atomskoj skali (CECAM) sa svrhom da se razvije vizija kako će računalne znanosti evoluirati u sljedećih 10 do 20 godina. Motivacija je nepostojanje europske infrastrukture za znanstveno-istraživački software, što rezultira rasipanjem resursa; sprječava razvoj računalnih znanosti i smanjuje europsku kompetitivnost u odnosu na USA, Japan i Kinu. Pojedini dijelovi procedure programiranja (na nano, mikro, mezo i mako-skali) se ponavljaju u raznim područjima istraživanja.
- Predviđeno rješenje je formiranje: European Scientific Computing Research Infrastructure (ESCRINS), temeljene na: European Computational Collaborations (ECC's) u različitim područjima znanosti. Rješenja koja se predlažu (slične inicijative postoje u USA i u Japanu), postaju još važnija kada se uzme u obzir da će u narednih 10-20 godina znanstvene zadaće biti još kompliciranije i više multidisciplinarne.
- Implementacija preporuka ovog Forward Look-a treba voditi k jednoj naprednoj kibernetičkoj infrastrukturi, koja bi omogućila Europi da zadrži vodeću poziciju u tom području.

V. Primjeri EUROCORES projekata koji predstavljaju trendove

Self-Organised Nano-Structures (SONS)

- Self-assembly or self-organisation (samo-skupljanje ili samo-organiziranje) je proces u kojem je uspostavljena supramolekularna hijerarhijska organizacija u kompleksnom sustavu međusobno spojenih komponenata. Mehanizam koji ostvaruje organizaciju određen je natjecanjem interakcija među komponentama. Hijerarhija interakcija određuje hijerarhiju razina u finalnom nano-strukturiranom materijalu. Istraživači sada mogu stvarati materijale koji se sami organiziraju u kompleksne finalne strukture.
- SONS je **brzo rastuće područje** istaknuto u mnogim zemljama kao **ekstremno važno u znanosti i tehnologiji u sljedećem deceniju**.
- Ono nudi veliku paletu potencijalnih tehnoloških prodora u mnogim područjima. To je primjer gdje su inženjerski razvoj i rješavanje znanstvenih problema bitni za postizanje cilja. Stoga se u istraživačkim projektima programa SONS koriste vrhunske ekspertize iz različitih područja (fizika, kemija, znanost o materijalima, biologija).

V. Primjeri EUROCORES projekata koji predstavljaju trendove

Self-Organised Nano-Structures (SONS)

- Prvi natječaj za prijedloge unutar programa SONS raspisan je 2002. god. Okupio je 23 agencije za financiranje iz 20 zemalja i rezultirao financiranjem 16 Collaborative Research Projects (CRP), uključivši 82 istraživačke grupe, s ukupnim iznosom od 12 miliona EUR, kroz 3-4 godine. Prva konferencija SONS programa održana je u svibnju 2004 god. u Strasbourgu.

Title of the Project (Alphabetical order)

Assembly and Manipulation of Functional Supramolecular Nano-Architectures at surfaces	FUNSMARTs
Bio-Organics Nanostructuring for molecular electronics	BIONICS
Higher Levels of Self-Assembly of Ionic Amphiphilic Copolymers: Strategies Based on Multiple Molecular Interactions	SONS-AMPHI
Nanochemical Patterning Combining Selective Molecular Assembly Systems and Colloidal Lithography	NANO-SMAP
Nanoscale Electrical Transport in Self-Organized Molecular Assemblies	NETSOMA
Nanoscale electronic devices via templating supramolecular polyelectrolytes	NEDSPE
Novel Optical Methods for Self-Assembled Nanostructures	NOMSAN
One-dimensional molecular self-assembly on vicinal surfaces	MOL-VIC
Self-Assembled Low-Dimensional Semiconductor Nanostructures	SALDSON
Self-Organised Amphiphilic Block Copolymer Nanostructures	AMPHI
Single-Atom And Single-Molecule Electronic Components	SASMEC
Structure Elucidation of Shear Oriented Ionic Self-Assembled Materials	SISAM
(Supra)-Self-Assemblies of Transition Metal Nanoclusters	SSA-TMN
Surfactant-PolyElectrolyte Nanostructure Self-Assembly	SPENSA
System for Photonic Adjustment of Nano-scale Aggregated Structures	SPANAS
Taking Steps towards "Moelectronics". A venture encompassing Nanotechnology and Synthetic Methodology	NANOSYN

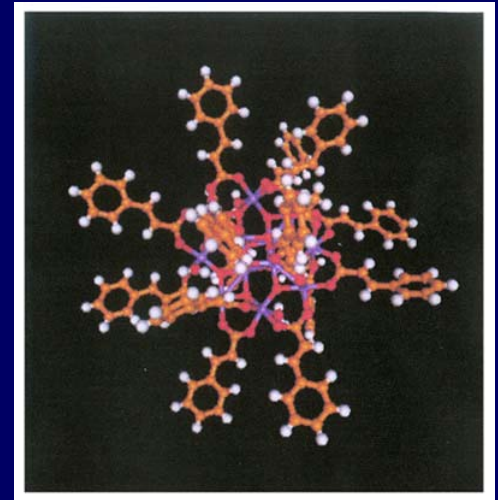
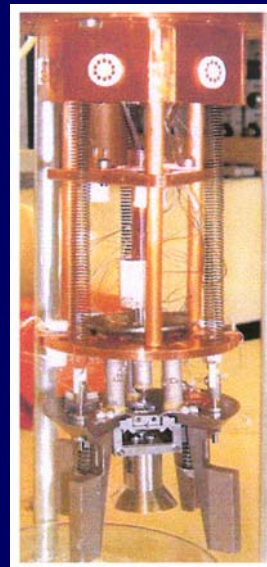
- Drugi natječaj za SONS program raspisan je u 2005. god., da omogući istraživanje za daljnje 2-3 godine.

V. Primjeri EUROCORES projekata koji predstavljaju trendove

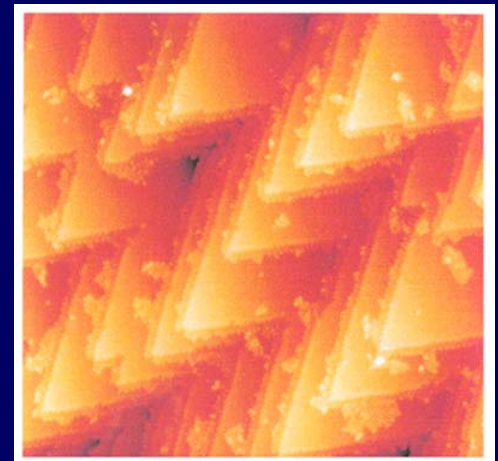
Self-Organised Nano-Structures (SONS)

- **FUNSMARTs Project:** Samo-organiziranje i manipulacija funkcionalnih supramolekularnih nano-arhitektura na površinama.
- To je mreža od 8 europskih istraživačkih grupa iz područja kemije i fizike, koja omogućava ekspertizu u: supramolekularnoj kemiji, fizikalnim znanostima na nano skali i kompjutorskim simulacijama, u cilju razvoja novih koncepata usmjerenih ka samo-organiziranosti funkcionalnih nano-arhitektura na definiranim površinama.
- U cilju stavljanja supramolekularnih nano-arhitektura u višu razinu struktura upotrebljena je tehnika nano-printanja. Predviđene funkcionalnosti u ovom projektu su: Upravljanje molekularnim magnetizmom na nano-skali i istraživanje novih koncepata za molekularne motore.
- Sistemski parametri kao što su: temperatura, svjetlo, zračenje fotona, tlak, električki potencijal, tunelska struja ili kemijska reaktivnost, predviđeni su kao mogući okidači budućih nanoskopskih uređaja i motora.

*The main working tool within the nanoregime:
Self-constructed STM set-up in the group of
Prof. J.V. Barth (EPF Lausanne)*



*Perspective molecule for molecular magnetic print boards: Single crystal X-ray structure of a magnetically active Mn₁₂ molecule
(Group Prof. Veciana, Institut de Ciencia de Materials de Barcelona)*



*High-resolution STM image of a molecular assembly on a Cu(100) surface
(Group Prof. Kern, MPI-FKF Stuttgart)*

V. Primjeri EUROCORES projekata

Bio-Inspired Engineering of Sensors, Actuators and Systems (EuroBioSAS)

(Biološki inspirirano inženjerstvo senzora, aktuatora i sustava)

- Svi živi organizmi, od jedno-stanične bakterije do mnogostaničnih životinja ovise o **senzorima** i senzorskim procesima, da bi imali pouzdanu informaciju o njihovom unutarnjem i vanjskom okruženju. Ta informacija se koristi da regulira hijerarhiju procesa od staničnog metabolizma do ponašanja organizma.
- To ponašanje se ostvaruje putem **aktuatora**, koji u pogledu dužinske skale obuhvaćaju 10 redova veličina (od najmanjeg molekularnog motora: 10^{-8} m do najdužeg mišića kita: 10^1 m).
- Bogatstvo prirode u različitosti dizajna, razvijenih prirodnom selekcijom kroz milione godina – ima ključ rizične konstrukcijskih principa, te nudi **inovativna** ali **ispitana** rješenja za čitav niz znanstveno važnih a tehnički izazovnih inženjerskih problema. To predstavlja multidisciplinarni zadatak za Biološki inspirirano inženjerstvo koje s jedne strane postavlja značajne znanstvene i tehnološke izazove, a s druge strane vodi do novih konstrukcijskih rješenja i tehnologija u čitavom nizu inženjerskih primjena.

V. Primjeri EUROCORES projekata

Bio-Inspired Engineering of Sensors, Actuators and Systems (EuroBioSAS)

- U lipnju o.g. održan je u Italiji zajednički američko-europski (NSF-ESF) Workshop: "BioSensing and BioActuation: Interface Between Living and Engineered Systems", nakon kojega je konzorcij od 22 znanstvenika iz USA i Europe izradio prijedlog projekta (EuroBioSAS).
- U Rezoluciji s tog sastanka među ostalim stoji doslovno:
"Postoji izvanredno interesantna i uzbudljiva nova granica istraživanja u temeljnim znanostima i u inženjerstvu o biološki inspiriranim sensorima, aktuatorima i sustavima, koja će predstavljati osnovu revolucionarnih bio-izvedenih i bio-inspiriranih tehnologija".
- Navedeni prijedlog projekta je strukturiran oko 4 velika izazova:
 1. **Sensor informatics guided by life** (Senzorska informatika po uzoru na život)
 2. **Hierarchical organization of biological systems** (Hijerarhijska organizacija bioloških sustava)
 3. **Forward engineering & design of biological components & systems** (Napredno inženjerstvo i konstrukcija bioloških komponenata & sustava)
 4. **Multi-functional materials & devices for distributed actuation & sensing** (Više-funkcionalni materijali & uređaji za raspodijeljeno djelovanje i osjećanje)
- OSJETLJIVOST, STABILNOST i ROBUSTNOST te SPOSOBNOST samo su neki od kriterija u biološki-inspiriranom inženjerstvu.
- Dvije najveće europske mreže biomimetičkih istraživanja su BLOKON u Njemačkoj i BIONIS u Engleskoj.

Why Bio-inspired Sensing & Actuation?



<i>Biology</i>	<i>Engineering</i>
Sensitivity	
<p>$\Delta 0.003^{\circ}\text{C}$ detection threshold IR-sensitive pit organ in viper (Bullock & Diecke, 1956)</p>	<p>$\Delta 0.011^{\circ}\text{C}$ detection threshold 2nd generation cryogenic photonic IR detector</p>
Stability & Robustness	
<p>Recovers perturbation within single step cycle Cockroach (Jindrich & Full, 2002)</p>	<p>Recovers perturbation over several step cycles BigDog robot (Boston Dynamics)</p>
Capability	
<p>High-order distributed sensing & actuation Bat wing (Zook, 2005; Swartz et al., 2004)</p>	<p>Low-order localized sensing & actuation Eurofighter Typhoon (Eurofighter Consortium)</p>



Networks of Competence in Bionics

BIOKON Network „Bionik-Kompetenz-Netz“

- nation-wide network, supported by BMBF since 2001
- members: about 60 institutes, laboratories, companies
- aim: demonstrate possibilities of bionics to business and industry, science, and the general public
- 7 topical committees
 - architecture, design
 - light-weight constructions, materials
 - surfaces and interfaces
 - fluid dynamics, flying, swimming, robotics
 - biomechatronics, MEMS, actuators
 - sensorics, information processing, comm.
 - bionic optimisation methods

BIO KON
Bionik-Kompetenz-Netz



Source: www.biokon.net

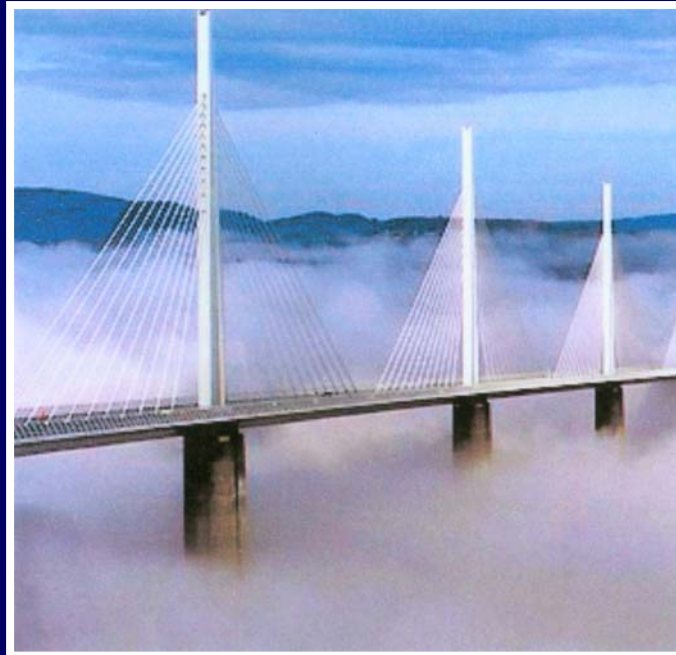
V. Primjeri EUROCORES projekata

Smart Structural Systems Technologies (S3T)

- "Smart structure" je sustav koji posjeduje sposobnost da spozna stanje u svom okolišu, procesira tu informaciju u realnom vremenu, te izvrši odgovarajuću akciju, na siguran i pouzdan način. Time takav sustav smanjuje nesigurnost.
- Velike nesreće uzrokovane zakazivanjem inženjerskih konstrukcija, kod građevina, u transportu ili drugim ljudskim djelatnostima, postaju u 21. stoljeću sve manje prihvatljive, a zaštita ljudi bez ikakvog rizika (zero-risk protection) postaje dugoročna ambicija. S druge strane od inženjera se traži da znatno povećaju efikasnost konstrukcija, uz smanjenje troškova.
- EUROCORES program S3T, koji je proizašao iz zajedničkog interesa za suradnju ESF-a i NSF-a, nastoji stvoriti teoretsku i eksperimentalnu osnovu za integraciju suvremenih senzora u sustave za monitoriranje i upravljanje velikim objektima. Program je sam po sebi više-disciplinaran, koristeći ekspertize iz područja: građevinarstva, strojarstva, aeronautike, elektrike, znanosti o materijalima, svemirske tehnike i računarstva.
- Početni sastanak za ovaj program održan je u rujnu 2006. god. a sufinancira ga 18 nacionalnih agencija iz 15 zemalja. Program se sastoji od nekoliko zasebnih Collaborative Research Projects (CRPs), od kojih navodimo sljedeća tri:

1. Shape Memory Alloy to Regulate Transient Responses in Civil Engineering (SMARTeR)

Metalne legure sa prisjetljivošću oblika (Shape Memory Alloys – SMA), koje promjenom okolnih uvjeta same zauzimaju prethodno određen oblik i pri tome mogu izvršiti aktiviranje neke konstrukcije, mogu kao "pametni" materijali služiti da ublaže efekte prolaznog preopterećenja. Cilj ovog projekta je izrada metodologije i alata za optimalnu konstrukciju SMA prigušivača za primjenu u građevinarstvu, t.j. zakonitosti djelovanja, model materijala i numeričkog alata za simulaciju i upravljanje. U ovom slučaju eksperimenti i provjera se odnose na smanjenje vibracije nosećih užadi na visećim mostovima, zbog vjetrova.



2. Micro-Measurement and Monitoring System for Ageing Underground Infrastructures (Underground M3)

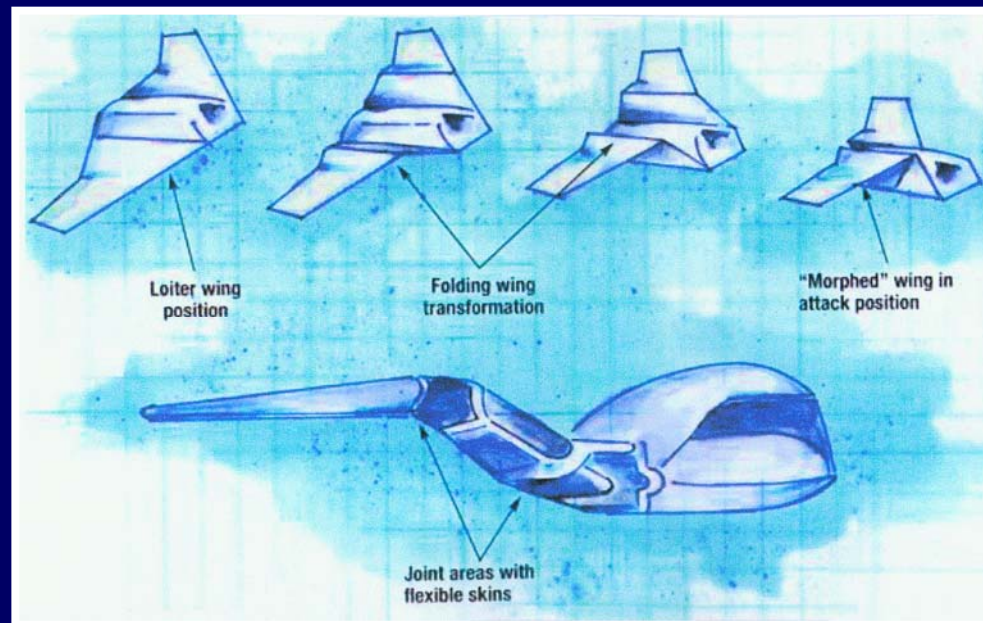
Jedan od velikih izazova u građevinarstvu je praćenje starenja objekata. Svrha ovog projekta u kojem sudjeluju: the University of Cambridge, Institute of Microelectronics and Microsystems – Bologna, Universidad Politecnica de Catalunya, i Czech Technical University Prag, je razvoj prototipa sustava za procjenu stanja i monitoriranje starenja podzemnih infrastrukturnih objekata. U prvom dijelu fokus je na razvoju alata za mikro-detekcije koristeći kompjutorsku viziju, a u drugom dijelu razvoj alata za mikro-monitoriranje i komunikaciju koristeći mikro-elektromehaničke sustave (MEMs) i bežičnu komunikaciju, te alate za naprednu inženjersku analizu. Eksperimentalni dio se i izvodi na metroima u: Pragu, Londonu, Barceloni i Madridu.



3. Smart Aircraft Morphing Technologies (SMORPH)

Napredak u razvoju "smart" struktura i u razvoju aktivnih materijala u proteklom desetljeću dovesti će vjerojatno do znatnih promjena u konstrukciji aviona, kroz mogućnost kontrolirane promjene oblika krila u letu, koje se naziva "morphing". Takvu mogućnost sklapanja krila u letu posjeduju i neki leteći kukci.

Takve letjelice su sposobne da se adaptiraju i povećaju svoje performanse kroz rekonfiguraciju oblika krila u specifično oštrim uvjetima (npr. kod napada borbenog aviona). Jedno od bitnih obilježja takvih letjelica je mogućnost adaptacije konstrukcije kroz promjenu oblika u više točaka (multi-point design adaptability). Za analizu i ispitivanje ovog koncepta koristiti će se zračni tunel i na daljinu upravljane bespilotne letjelice.



VI. Novi ekspertni odbori PESC-a, u osnivanju

Expert Committee on Computational Sciences (CSEC)

- U cilju da europskim znanstvenicima omogući optimalni pristup superkompjutorima u travnju 2007. sljedeće europske zemlje: Austrija, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Italija, Norveška, Poljska, Portugal, Španjolska, Švedska, Švicarska, Nizozemska, Turska i U.K. potpisale su memorandum o novoj inicijativi "Partnership for Advanced Computing in Europe (PACE)", koja će razvijati i brinuti se o ovom strateški važnom području. Još u okviru programa FP-6 osnovan je konzorcij "Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications (DEISA1)", koji se temelji na uskoj povezanosti jedanaest nacionalnih superkompjutorskih centara (high performance computing – HPC centres) iz sedam europskih država. Program DEISA2 kojeg financira Europska komisija u okviru FP-7, nastavlja razvijati i podržavati pan-europsku raspodijeljenu infrastrukturu visokih računarskih performansi, koja je međusobno povezana širokopojasnom mrežom GEANT2 od 10 GB/sec.
- Zajedničkim financiranjem organizacije Europe's National Research and Education Networks (NRENs) i Europske komisije (EC) proširena je ta infrastruktura na preko 50.000 kilometara, povezujući 34 zemlje na kontinentu i ostvarujući vezu sa Sjevernom Amerikom i Azijom.
- S druge strane u okviru PESC-a u završnoj fazi je Forward Look program: "The Lincei Initiative: from computers to scientific excellence", čija je zadaća razviti viziju kako će se računarske znanosti razvijati u sljedećih 10 do 20 god.
- Slijedom tih događanja nekoliko članica ESF-a izrazilo je interes i potporu za osnivanje gore navedenog ekspertnog odbora u okviru PESC-a. Na sastanku Core Group-e PESC-a u lipnju 2008. zaključeno je da će se taj zahtjev razmatrati kad budu poznate zaključne preporuke navedenog Forward Look-a, jer panel tih znanstvenika ima odgovornost predlagati prioritete i uspostavljati kontakte sa nacionalnim savjetima za istraživanje, superkompjutorskim centrima, univerzitetima, velikim europskim istraživačkim organizacijama (CERN, ESA) i sa industrijom.

VI. Novi ekspertni odbori PESC-a, u osnivanju

Expert Committee on Materials Research

- European Materials Forum (EMF), osnovan 2005. god. je organizacija za znanstvena i tehnološka pitanja u području "Material Science and Engineering" u Europi, čiji je cilj da javno nastupa i daje nezavisne savjete onima koji vode politiku razvoja, te stimulira suradnju između istraživača i industrije. Predsjednik tog foruma, Prof. Kleiber je pokrenuo akciju za osnivanje navedenog odbora u okviru PESC-a.
- Material Science and Engineering je područje koje obuhvaća mnoge discipline (fiziku, kemiju, biologiju, software) a oslanja se s jedne strane na temeljna istraživanja, a s druge strane na inženjerstvo. To područje ima ključnu ulogu u unapređenju ekonomskih performansi globaliziranog svijeta, u kvaliteti života i zapošljavanju ljudi. To se poglavito očituje u: životnom okolišu, zdravlju, komunikaciji i transportu, a postiže se razvojem novih energetske tehnologije, umjetnih ljudskih implantata i ciljanih nanostrukturnih lijekova, novih elektronskih, optičkih i magnetskih materijala, te trajnih materijala visokih performansi, koji mogu učiniti putovanje bržim, sigurnijim i komfornijim, sa manje energije i štete za okoliš.
- Ekonomsko značenje materijala za Europu je izrazito veliko, jer barem 20 miliona radnih mjesta je direktno ili indirektno povezano s tim područjem aktivnosti. To objašnjava i nastojanja u zadnjim godinama, da se u tom području pojačaju kapaciteti visokog obrazovanja, istraživanja i inovacija. Nažalost istraživanja koja se provode u 27 europskih država su u mnogo slučajeva više manje ista, ali na različitim razinama. Zbog primjetnog povećanja broja visokoškolskih ustanova u Europi (što je u osnovi pozitivno) znatno je porastao broj grupa koja istražuju iste teme, a pri tome su pod-financirane ili nemaju kritičnu masu.

VI. Novi ekspertni odbori PESC-a, u osnivanju

Expert Committee on Materials Research

- Kad se radi o informatičko komunikacijskim tehnologijama (ICT) svjedoci smo izvanredno brzog rasta poluvodičke elektronike kao važnog područja unutar ICT. Treba međutim reći da je taj impresivan napredak bio moguć kombinacijom osnovnog koncepta, perfekcioniranjem novih materijala i razvojem novih principa uređaja. Jedan od aktualnih izazova je razvoj silicijskih THz tranzistora, u čemu je Europa jedan od predvodnika.
- Tehnologije potrebne za energetske izvore kao što su: sunčeva energija, vjetroelektrane i nuklearne centrale, ovise najviše o novim materijalima, što vrijedi i za prijenosnike energije (skladištenje vodika, daljnji razvoj baterija).
- Smanjenje štetnog djelovanja CO₂, umjesto njegovog spremanja duboko u zemlju ili u more, može se postići recikliranjem CO₂ u nove energente u dvostepenom procesu:
 1. Elektrolizom morske vode, da se dobije H₂, koristeći onu **prekomjernu** energiju sunca, vjetra ili električnih centrala koju ne možemo spremiti i
 2. Reduciranjem CO₂ sa H₂, za što su potrebni odgovarajući katalitički materijali.
- Desetak članica ESF-a (među njima DFG iz Njemačke i CNRS iz Francuske) je na upit odgovorilo, da su zainteresirane za osnivanje gore navedenog ekspertnog odbora u okviru PESC-a.
- Sljedeći korak za osnivanje tog odbora je izrada "Terms of Reference"

VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

Novel Organic Metal Hybrids

- Nova vrsta hibridnih materijala koji se sastoje od metala i organskih spojeva nazvanih MOFs (Metal Organic Frameworks) predstavlja jedan od velikih prodora u fizici i kemiji čvrstog stanja, čiji potencijal je tek sada postao prepoznat, uz vrlo velik broj mogućih primjena.
- Jedna od prvih velikih primjena MOFs-a biti će sigurno skladištenje vrlo zapaljivih plinova kao što su vodik i metan, poglavito u automobilskoj industriji, zbog urgentne potrebe da se umjesto derivata nafte upotrijebi vodik. Zapravo se MOFs već upotrebljava za skladištenje vodika i mnogi proizvođači automobila imaju te proizvode u prototipovima.
- MOFs su porozni materijali sa mikroskopskim rupicama, sličnih saču s molekularnim dimenzijama. To svojstvo materijala, da ima astronomske brojeve sićušnih rupa u relativno malom volumenu, može se koristiti u razne svrhe, od kojih je jedna spremište za plinove. Molekule plina difundiraju u čvrsti materijal MOFs i sadržane su u njegovim porama. Ključna prednost MOFs-a je da za istu spremljenu količinu plina znatno smanjuje pritisak molekula plina. Npr. količinu plina spremljenu u bocu pod pritiskom od 200 bara može se spremi u posudu iste veličine izrađenu od MOFs-a kod pritiska od 30 bara. Poroznost MOFs materijala koristi se i za katalizatore za ubrzanje kemijskih reakcija za čitav niz materijala i farmaceutskih primjena.
- Postoji još tehnološki izazov a to je "Know-how" kako se taj materijal oblikuje, i s druge strane kako MOFs treba dizajnirati da odgovori specifičnim zahtjevima. MOFs je kristalični materijal koji se stvara u vrlo pravilnom rasporedu iz otopine, jednako kao što kristaliziraju sol ili šećer. Znanstvenici još moraju naučiti kako manipulirati početnim uvjetima, da dobiju baš onaj kristalični sustav i raspored koji žele.

VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

Plastic Solar Cells

- U jednom od Collaborative Research Projects (CRPs) EUROCORES programa SONS2 (Self Organized Nano Structures), pod nazivom SUPRAMATES, na kojem rade znanstvenici u Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività u Bologni, upotrijebljena je novo razvijena metoda za mjerenje nanostruktura tzv. Kelvin Probe Force Microscopy (KPFM), koja predstavlja proširenje metoda Atomic Force Microscopy (AFM) i 1000 puta je veće rezolucije od optičkih mikroskopa.
- Standardni AFM je ekstremno oštar šiljak (debljine svega nekoliko atoma) čiji vrh skenira površinu oscilirajući gore-dolje i na taj način slijedi atomske detalje površine, kako se sile između tog šiljka i površine mijenjaju. Gibanje šiljka se bilježi pomoću visoko fokusirane laserske zrake povezane s kompjutorom.
- KPFM proširuje tu metodu primjenom električnog potencijala šiljka, koji omogućuje mjerenje elektronskih svojstava i sustava površine, kao i njenu topografiju. Jedno od otkrivenih svojstava je radna funkcija površine, koja je povezana s katalitičkom aktivnošću materijala, otpornošću na koroziju i njegovim elektroničkim svojstvima.

VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

Plastic Solar Cells

- Istraživanja navedenih znanstvenika su fokusirana na materijale koji se upotrebljavaju kao aktivne komponente čitavog niza optoelektroničkih naprava uključujući organske svjetlo-emitirajuće diode (OLEDs), tankoslojne tranzistore i materijale za konverziju solarne energije.
- Optimiranje takovih naprava ovisi o sposobnosti finog ugađanja (fine-tuning) gibanja elektrona između elektrode i organskog materijala, te njihovog putovanja kroz materijal.
- Da bi mogla mjeriti elektrostatske interakcije KPFM-proba mora vibrirati. Upotrebljavajući različite frekvencije vibracija, omogućena su površinska mjerenja na nanometarskoj skali, pa se može istraživati odgovor na pitanje: kako je povezana nano-arhitektura na površini materijala sa njezinom funkcijom. Grupa u Bologni je primijenila navedenu tehniku za proučavanje **organskih** fotovoltaičkih materijala (polyisocyanopeptida – polimera) kao skele na koje se mogu smjestiti tisuće molekula koje primaju elektrone. Kao rezultat toga oni mogu proizvesti stotine nanometarski dugih žica, koje apsorbiraju svjetlost. Oni su u stanju, pomoću KPFM mjerenja direktno vizualizirati fotovoltaičku aktivnost nano-žica, što pruža uvid u način kako bi mogle biti načinjene plastične solarne ćelije.
- To predstavlja novi put razvoja **efikasnih i jeftinih plastičnih solarnih ćelija**, koje bi mogle značajno smanjiti troškove proizvodnje obnovljive sunčeve energije, i učiniti je komercijalno održivom.

VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

Solar Paint on Steel to Generate Renewable Energy

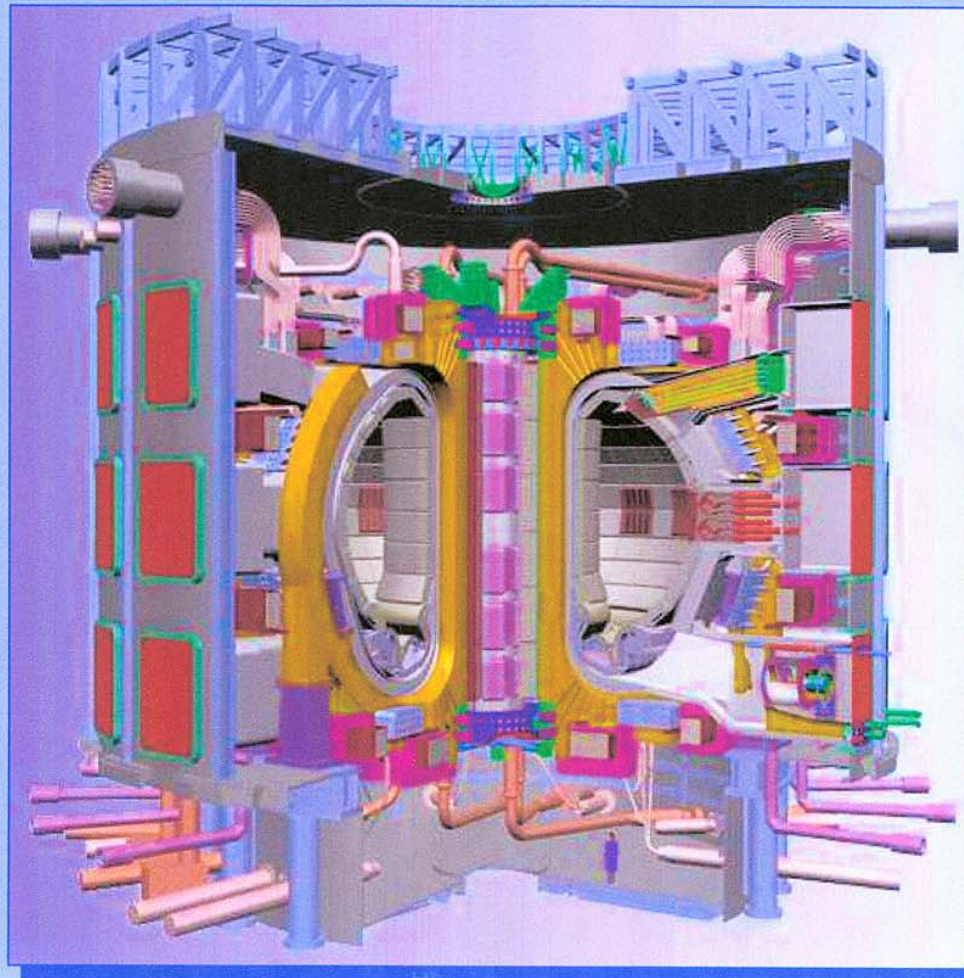
- Drugačiju ideju za fotovoltaičko korištenje sunčeve energije slijedi grupa istraživača u PV Accelerator Laboratory, Shotton u Wales-u, U.K. u suradnji sa jednim Anglo-Nizozemskim proizvođačem čeličnih limova. Ti se limovi, kao što je poznato sve više upotrebljavaju u suvremenoj arhitekturi, na fasadama, osobito kod visokih zgrada. Istraživanje vodi Swansea University zajedno sa Imperial College, London i još dva britanska univerziteta.
- Ideja se sastoji u razvoju višeslojne boje, strukturirane tako da omogućuje fotovoltaičku pretvorbu sunčeve energije, a koja bi se nanosila na čelične limove direktno pri njihovom valjanju.
- Fotovoltaička boja (pasta) sastoji se od sljedeća četiri sloja:
 1. temeljni sloj
 2. sloj boje osjetljiv kao solarne ćelije
 3. sloj elektrolita ili titanovog dioksida (TiO_2)
 4. zaštitni film.
- Takova pasta se nanosi na čelični lim kod njegovog valjanja u četiri prolaza ispod valjka, sloj po sloj. Istraživači u navedenom laboratoriju razvijaju tehnologiju da to ide brzinom od 30 do 40 m^2/s .
- Princip djelovanja nanešene paste je sljedeći: Svjetlo pogađa sloj osjetljiv kao solarne ćelije, uzbuđuje molekule koje služe kao apsorber. Te molekule otpuštaju elektrone u nanokristalični titanov dioksid, koji služi kao kolektor elektrona i dio strujnog kruga.
- Takovo rješenje ima prednost što može efikasnije hvatati nisku svjetlosnu radijaciju (kroz oblake) bolje od konvencionalnih solarnih ćelija, pa je efikasnije u klimatskim područjima sa mnogo oblačnih dana.

VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF)

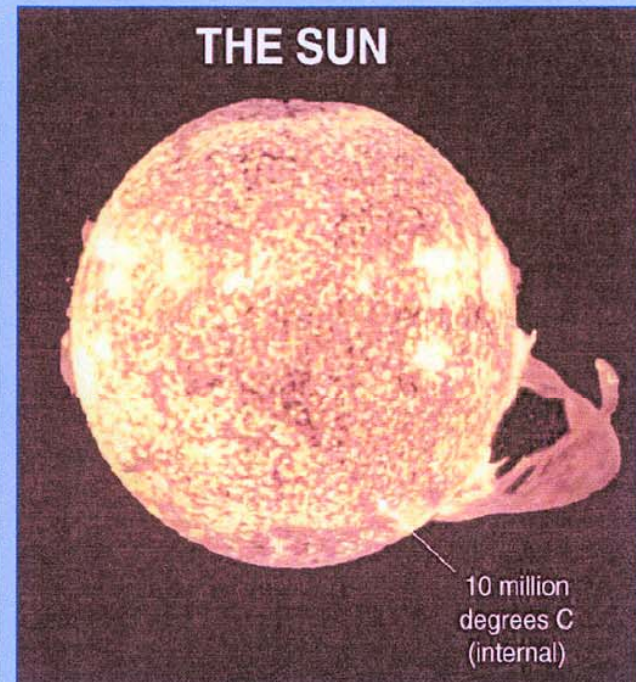
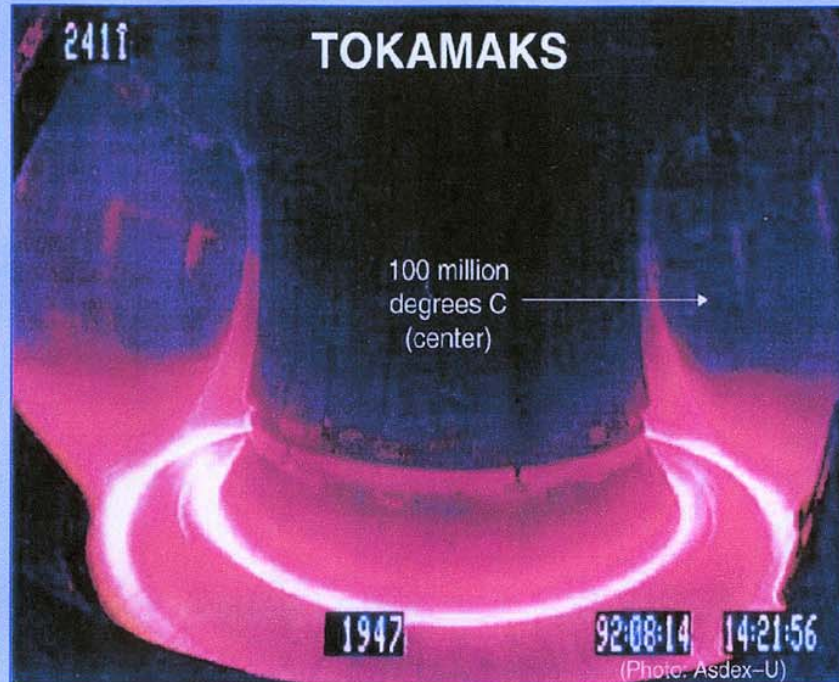
- Za trajno rješenje energetske potrebe čovječanstvo se nada primjeni fuzijom dobivene nuklearne energije. Goriva za nju ima po cijelom svijetu u obilju, nema problema sa odlaganjem radioaktivnog otpada, kao ni emisije za okoliš štetnih plinova.
- Ove godine je prema planu ušao u fazu konstrukcije **International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER)** do sada najveći i tehnološki najsofisticiraniji eksperiment nuklearne fuzije. To je internacionalni projekt kojega zajednički financiraju: Kina, Europska unija, Švicarska, Indija, Japan, Južna Koreja, Ruska Federacija i SAD, a gradi se u francuskom mjestu Cadarache.
- Znanstveno-tehnološki izazov pri gradnji tog reaktora je proizvesti održivu energiju nuklearnom fuzijom, i zadržati je u reaktoru pri nezamislivo visokim temperaturama.
- ITER je uređaj koji se temelji na konceptu TOKAMAK kod kojega je vrući plin (plazma) zadržan u prstenastoj posudi pomoću magnetskog polja. Plin je zagrijan na oko 100 miliona °C, a uređaj bi trebao proizvesti električnu energiju snage 500 MW.

A tokamak: ITER

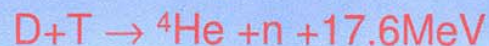




Fusion on earth and in the stars



With magnetic fields: ~ 10 m
100 million degrees; P ~ 2 atm.



With gravity: $1.3 \cdot 10^6$ Km
 $4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow {}^4\text{He} + 2\nu_e + 27\text{MeV}$

VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF)

- Naravno da je za izgradnju ITER-a ključni problem, o kojem ovisi i dinamika realizacije čitavog projekta – izbor i razvoj odgovarajućih materijala, i to ne samo zbog nezamislivo visokih temperatura, već možda još više zbog štetnog djelovanja fluxa neutrona. Štete koje u materijalu mogu nastati zbog fluxa neutrona su sljedeće:
 - Pogreške u atomskoj građi materijala (intersticijski atomi, vakancije) proizvedene flux-om neutrona će putovati u materijalu od jednog mjesta na drugo
 - Te pogreške će djelovati međusobno jedna na drugu, nakupljati se, različito putovati do dislokacija, i do granica zrna
 - Navedene greške u materijalu imat će za posljedicu: puzanje materijala (creep), gubitak istežljivosti i gubitak lomne žilavosti
- Navedeni fenomeni nastaju u granicama vremena od pikosekundi do godina.
- Budući da je štetan utjecaj fluxa neutrona (do 14 MeV) na materijal, **kroz više godina** potpuno nepoznat, ne mogu se odgovarajuća iskustva sticati u izgradnji samog reaktora ITER, jer je paralelno nužno razvijati nove legure i kompozite.
- Zbog toga je potrebno najprije izgraditi IFMIF za ispitivanje ponašanja razvijenih materijala. IFMIF je veoma intenzivan, na akceleratoru temeljen, neutronske izvora fluxa od oko 10^{18} n/m²/s, koji će koristiti deuteron-lithium reakciju.
- Kao kritični kriterij za kvalifikaciju nekog materijala predviđa se uvjet da izdrži specifične uvjete fuzije od najmanje 10-15 MWy/m², za vrijeme radnog vijeka reaktora.
- Baza podataka o efektima zračenja na materijale, razumijevanje tog procesa i razvoj modela za predviđanje ponašanja materijala, ubrzati će razvoj materijala za proces fuzije, a koristiti će i materijalima za IV. generaciju fizijskih reaktora.
- Prema planu dinamike događanja ispitivanje prioriternih materijala u IFMIF-u bi trebalo završiti do 2027. godine, tako da se prvi fuzijski reaktor u komercijalnoj upotrebi ne može očekivati prije 2050. godine.

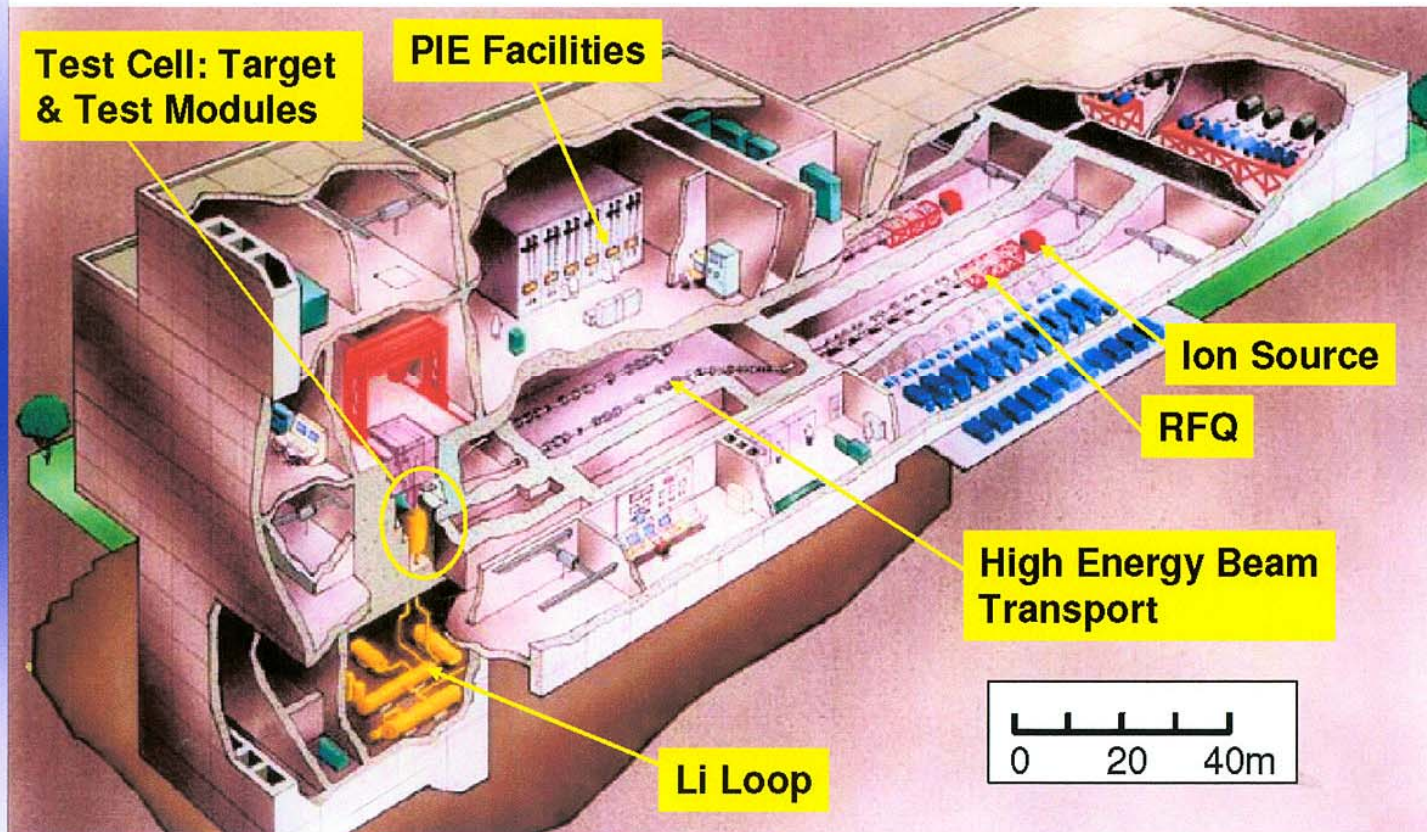
Main Systems and Materials

Function	Leading near-term candidate materials
Structure	Low-activation ferritic steel Oxide-dispersion-strengthened steel
Face the plasma exhaust	Tungsten
Absorb neutron energy and multiply neutrons	Liquid lead-lithium Beryllium
Absorb neutron energy and regenerate tritium	Liquid lead-lithium Lithium ceramics
Coolant to transfer energy to electricity generation	Water Helium Liquid lead-lithium

There is also much scope for advanced materials

IFMIF

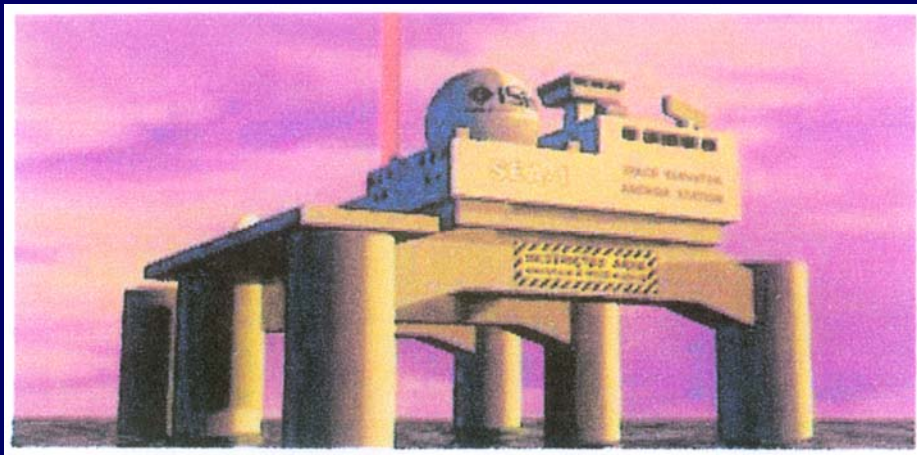
(International Fusion Materials Irradiation Facility)



VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

Elevator to Stars (Svemirsko dizalo)

- Ovaj projekt na prvi pogled zaista graniči sa znanstvenom fantastikom, međutim (prema The Times od 22. rujna 2008.) u Japanu, odakle ova inicijativa potiče, ne samo da postoji Japan Space Elevator Association, već tu ideju ozbiljno razmatraju velike japanske kompanije i univerziteti.
- Ideja svemirskog dizala je, da se sa zemaljske stanice (na slici – kako si ju predstavlja umjetnik) do visine od 36.000 km gdje se u geostacionarnoj putanji nalazi satelitska stanica, proteže sajla po kojoj se odgovarajućom brzinom uspinje ili spušta kabina prometala, koje bi transportiralo ljude ili opremu. Tako bi se, prema mišljenju japanskih znanstvenika, za svladavanje zemljine gravitacije trošilo i do 100 puta manje energije, nego lansiranjem Space Shuttle-a.
- Postoje naravno još mnogi nerazjašnjeni aspekti i mnogo prodora potrebnih u inženjerskim rješenjima, kao i oprečna mišljenja o mogućnosti realizacije ovog projekta; jedno je međutim sigurno i poznato: Temeljni problem leži u izradi same sajle, t.j. u materijalu za njezinu izradu. Bez razvoja i proizvodnje odgovarajućeg visoko-kvalitetnog materijala ova ideja ne bi nikada mogla biti realizirana.



An artist's impression of the platform space elevator which would climb 22.000 miles into space

VII. Uloga i važnost istraživanja materijala (Material Science & Engineering) – Primjeri:

Elevator to Stars (Svemirsko dizalo)

- Sajla mora biti izvanredno lagana, ali istovremeno imati čvrstoću 180 puta veću od čvrstoće čelika.
- Rješenje za materijal sajle, prema grupi koja radi na ovom projektu, leži u upotrebi ugljikovih nano-cjevčica (carbon-nanotubes), čestica koje mogu biti formirane u vlakna i čija masovna proizvodnja je sada u fokusu velikih japanskih tekstilnih kompanija.
- Da to rješenje vodi u pravom smjeru, potvrđuju (prema Pittsburg Tribune-Review od 18. listopada 2008.) najnovija istraživanja u High-Performance Materials Institute, na Florida State University. Tamo su razvili materijal nazvan “buckypaper”, koji je oko 10 puta lakši, ali moguće i do 500 puta čvršći od čelika! On se sastoji od cjevčica od oblikovanih ugljikovih molekula 50.000 puta tanjih od ljudske vlasi! Te cjevčice su varijacija molekula buckminsterfullerena (ime su dobile po arhitektu Buckminster Fuller-u), to jest trećeg oblika (poslije grafita i dijamanta) u kojem je prisutan čisti ugljik, u obliku lopte sa 60 atoma. Jedan gram ugljikovih nano-cjevčica u obliku lista bi pokrio površinu od 2/3 nogometnog igrališta. Ta ogromna površina je osnova čvrstoće ugljikovih nano-cjevčica. Ako ih se izloži visokom magnetskom polju, one se usmjeravaju u istom smjeru, što povećava njihovu zajedničku čvrstoću. Buckypaper nastaje slaganjem jednog na drugog slojeva nano-cjevčica i njihovim prešanjem u formu kompozita.
- Za razliku od konvencionalnih kompozitnih materijala, taj materijal je kao bakar dobar električki vodič, i ima dobru toplinsku vodljivost, kao čelik. Predviđa se da će prve primjene novog materijala biti: zaštita od elektromagnetskih smetnji i gromova u avionima, elektrode za gorivne ćelije, super-kondenzatori i baterije. Očekuje se da će taj materijal za oko 5 god. biti certificiran za upotrebu u avijaciji, što će predstavljati revolucionarni napredak u svemirskoj tehnici.

VIII. European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) – Examples of New Large Scale Research Infrastructure

- ESFRI je strateški instrument za razvoj znanstvene integracije u Europi i za jačanje njenog internacionalnog dosega. Osnovan je 2002. god. po nalogu Europskog parlamenta, a njegove članove imenuju ministri za znanost i istraživanje zemalja članica i pridruženih zemalja.
- Po definiciji ESF-a u znanstvenu infrastrukturu spadaju:
 - Veliki istraživački uređaji (Large-Scale Research Infrastructure), sa jedinstvenim mogućnostima
 - Srednji i mali istraživački uređaji, koji imaju europsko ili regionalno značenje, a mogu se nalaziti na jednom mjestu ili biti distribuirani
 - Baze podataka (na jednom mjestu ili distribuirano) od značajne istraživačke važnosti za Europu
 - Podupiruća ICT infrastruktura za europska istraživanja, kao što su širokopojasne komunikacije i kompjutorske mreže.
- Europska komisija (EC), Europska znanstvena zaklada (ESF) i EuroHORCs (European Heads of Research Councils) organizirali su 2006. god. istraživanje (survey) europske istraživačke infrastrukture, koje je obuhvatilo: opremu u radu, onu koja je bila u fazi nadogradnje i onu koja je trebala postati operativna u 2006. godini.
- Rezultati ovog istraživanja predstavljaju osnovu za on-line bazu podataka o europskoj istraživačkoj infrastrukturi, koja je trebala biti objavljena u ovoj godini, i koja će stalno biti nadopunjavana i biti na raspolaganju znanstvenicima kao i onima koji vode politiku istraživanja i donose odluke o novoj istraživačkoj opremi.
- Postoji popis od 35 projekata za novu Large Scale Research Infrastructure (za sva znanstvena područja) koji predstavljaju ključne stupove za jačanje europskog istraživačkog prostora (ERA). Slijedi kratki opis nekoliko od tih projekata.

Extreme Light Infrastructure (ELI)

- U nekoliko godina intenziteti LASER-a su povećani za 6 redova veličina, i toliko su veliki, da se zakoni optike mijenjaju u fundamentalnom smislu. To novo područje optike se naziva relativistička optika (Relativistic Optics).
- Misija ELI, zamišljena kao europski napor, sastoji se u postizanju ultra-relativističkog režima. Njezin važan aspekt je mogućnost da proizvede ultra kratke pulseve fotona, elektrona, protona, neutrona, muona i neutrina u režimu attosekunde (10^{-18} s). Istraživanje u toj domeni vremena će pomoći da se razjasni atto-sekundna dinamika u atomskoj fizici i fizici plazme.
- U istraživanju materijala ELI bi mogla pomoći da se bolje razumiju mehanizmi oštećenja u materijalima izloženim visokim fluxevima neutrona, što je od osobite važnosti za nuklearne reaktore.
- ELI će biti prvi uređaj u svijetu posvećen interakciji LASER-a s materijalom, u najvišoj razini intenziteta (za 36 redova veličina višoj od današnjih najmodernijih uređaja) u ultra-relativističkom režimu.
- ELI će predstavljati ulaz u nove režime u fizici i promovirati nove tehnologije kao što je relativistička mikroelektronika (Relativistic Microelectronic) s razvojem kompaktnog LASER-skog akceleratorskog izvora od > 100 GeV čestica i fotona.
- Za ovaj projekt je predviđeno trajanje konstruiranja od 2 godine, i trajanje izgradnje od 5 godina. Troškovi izgradnje projekta procijenjeni su na 138 miliona EUR, a troškovi pogona i održavanja na 6 miliona EUR/god.

VIII. European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) – Examples of New Large Scale Research Infrastructure

European X-ray Free Electron Laser (XFEL)

- Ovaj projekt, kod Hamburga u Njemačkoj predviđa izgradnju nove opreme za proizvodnju ultra-svijetlih i ultra-kratkih pulseva prostorno koherentnih X-zraka.
- Uređaj sadržava supravodljivi linearni akcelerator od 1,7 km dužine koji ubrzava elektrone do energije od 17,5 GeV raspodijeljene na oko 30.000 elektronskih paketa po sekundi. Oni će generirati prostorno koherentne pulseve X-zračenja, kraćih od 100 fs (femto-sekunde) s maksimalnom snagom preko 10 GW.
- Uređaj uključuje 10 eksperimentalnih stanica sa najsuvremenijom opremom za znanstvenu primjenu radijacije u raznim disciplinama. Pretpostavlja se da će raspoloživost pulseva X-zraka sa maksimalnom svjetlinom za 9 redova veličina većom od postojeće treće generacije svjetlosnih izvora, omogućiti izvođenje sada nemogućih, a potencijalno revolucionarnih eksperimenata od fizike čvrstog stanja, do nanoznanosti, od fizike plazme do kemije i do strukturne biologije.
- Izgradnja ovog uređaja bi trebala biti dovršena u 2013. godini uz troškove procijenjene na 986 miliona EUR, plus 50 miliona EUR za instrumentarij i detektore.



VIII. European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) – Examples of New Large Scale Research Infrastructure

Aurora Borealis (European Polar Research Icebreaker)

- Polarna istraživanja i svojstva sjevernog i južnog oceana blizu polova, postala su vrlo interesantna, jer ti krajevi podliježu brzim i dramatičnim promjenama. Potrebni podaci mogu se sakupiti ili pomoću stalnih stanica sa ljudskom posadom, ili pomoću specifično opremljenih istraživačkih brodova.
- Aurora Borealis će biti snažan istraživački ledolamac od 31.000 tona deplasmana, dužine 196 m. Snaga propulzije tog broda iznositi će 50.000 kW (usporedbe radi tankeri dužine i do 250 m imaju glavni stroj snage 13.560 kW). Brod će biti opremljen i za bušenje do 4.000 m dubine mora. Imati će visoke performanse da autonomno ulazi u centralni arktički ocean do 2,5 m debljine ledenog sloja, u svim godišnjim dobima, te će djelovati kao baza i podrška polarnim istraživanjima.
- To će biti najmoderniji inovativni istraživački brod na svijetu (zadovoljavati će specifikacije najviše klase polarnih ledolomaca), koji će otvoriti nove horizonte u polarnim i pomorskim istraživanjima.



- Na temelju svega iznesenog logično je zapitati se da li je Hrvatska, koja se inače nalazi blizu ulaska u Europsku uniju, dovoljno iskoristila postojeće mogućnosti: uključivanja svojih znanstvenika u europske istraživačke projekte, sudjelovanja svojih predstavnika u mnogim od navedenih europskih znanstvenih institucija, i korištenja europske istraživačke infrastrukture.
- U vremenu mog proteklog šestogodišnjeg mandata kao člana PESC-a, moj je utisak, da su ponuđene mogućnosti bile mnogo veće od onog što je Hrvatska iskoristila.
- Da bi se iskoristilo znatno više, obzirom na ograničene kapacitete hrvatske znanstvene zajednice u kadrovskom i u financijskom pogledu, potrebno je na razini države kao prioritete izabrati ona područja, programe i projekte istraživanja, od kojih Hrvatska u bližoj ili daljnjoj budućnosti očekuje ekonomsku i društvenu korist. U takove projekte treba i kadrovski i financijski ulagati – dugotrajno.
- Unutar same znanstveno istraživačke zajednice u Hrvatskoj, u pojedinim, za fizikalne i inženjerske znanosti važnim područjima, čast iznimkama, nema dovoljne suradnje između znanstvenika koji se bave temeljnim istraživanjima (uglavnom na 2 javna instituta) i onih koji se bave primijenjenim istraživanjima (uglavnom na fakultetima). Takova situacija nije tipična za razvijene zemlje. Poboljšanje te suradnje je jedan od važnih preduvjeta za prenošenje vlastitih istraživačkih rezultata u praksu.