

Univerza v Ljubljani

# Evropska mreža za izobraževanje na področju jedrske tehnike

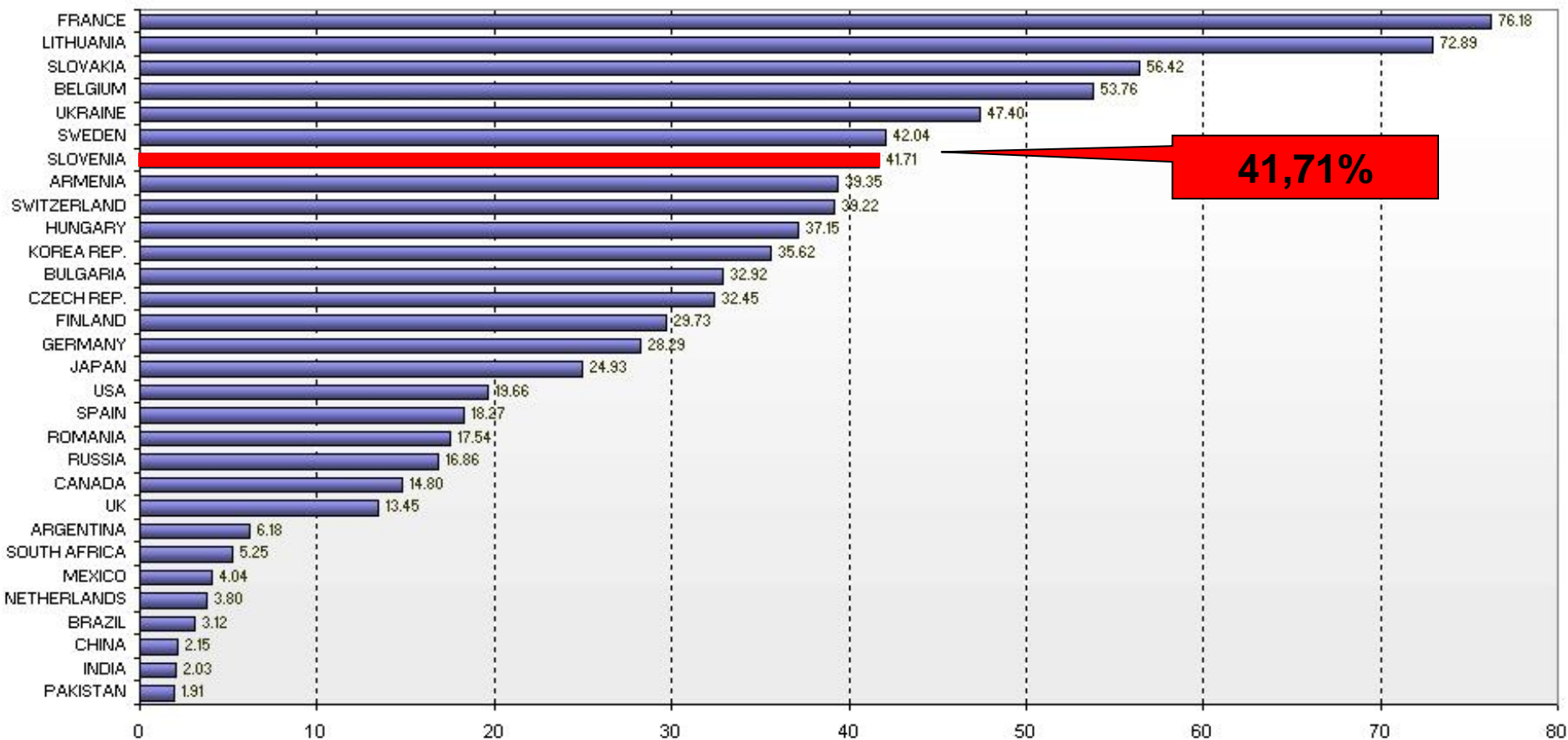
**Leon Cizelj, Borut Mavko,**

Institut "Jožef Stefan", Odsek za reaktorsko tehniko  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko  
Katedra za jedrsko tehniko

<http://www2.ijs.si/~cizelj>

# Slovenija je (velika) jedrska država!

## Nuclear Share in Electricity Generation in 2008



Note: The nuclear share in Taiwan, China was 19.6%

[%]



**~200 jedrskih objektov EU @ ~80 lokacij**  
**~30% porabe električne energije v EU**  
**~250.000 zaposlenih (~125.000 z univerzitetno diplomom)**



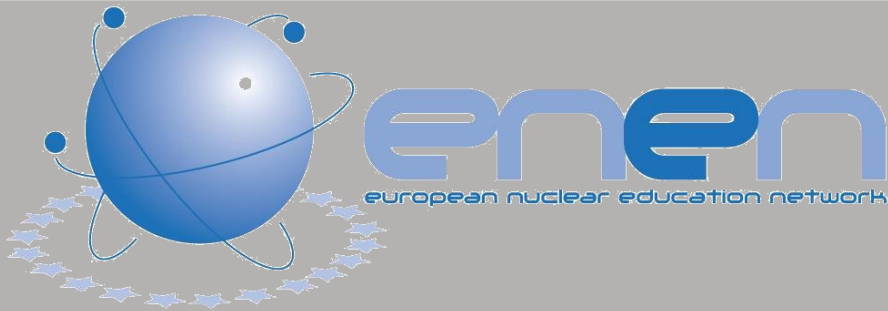
# Izobraževanje za strateška področja

- **jedrska varnost/tehnika je strateško področje**
  - >40% proizvodnje -> zanesljivost oskrbe!
  - Potrebe po kadrih še 100 let po zaprtju NEK!
  - Konvencija o jedrski varnosti
  - Pogodba EURATOM
- **Kako izobraževati domače strokovnjake?**
  - Ob objektivni majhnosti Slovenije
  - Po dvajsetletni stagnaciji na področju
  - Ob izjemno hitrem oživljanju globalnega trga delovne sile
- **Domači strokovnjaki ali mednarodni trg?**

# Slovenski jedrski deležniki

- **Proizvajalci energije**
  - Gen energija d.o.o., NEK d.o.o
- **Servisne dejavnosti**
  - NUMIP d.o.o, QTECHNA d.o.o., SIPRO inženiring, IBE.d.d. ...
- **Upravni organi, javna podjetja**
  - Uprava RS za jedrsko varnost
  - Uprava RS za sevalno varnost
  - Agencija za radioaktivne odpadke (ARAO)
  - Sklad za razgradnjo...
- **Izobraževanje, raziskave**
  - Institut "Jožef Stefan" (R4, F8, ICJT, ...)
  - Fakulteta za matematiko in fiziko UL (jedrska tehnika)
  - Fakulteta za energetiko KK (energetika)
- **Strokovna podpora**
  - EIMV, ZVD, IMK, IMT, ...





# Združenje ENEN

- **Neprofitno združenje evropskih deležnikov v jedrskem izobraževanju**
- **Ustanovljeno leta 2003 s podporo Evropske komisije**
- **Ključni cilj:**
  - Ohranjanje in razvijanje visokega šolstva ter vrhunskega znanja na področju jedrske tehnike.
- **Idejna očeta:**
  - prof. Michel Giot (Université catholique de Louvain)
  - prof. Borut Mavko (IJS in UL)

# Zgodovina

- **Izobraževanje je v pristojnosti članic EU ali celo njihovih konstitutivnih delov:**
  - **Potreba po evropsko primerljivih in prehodnih programih (Bologna)**
  - **Potreba po “souplebi” učiteljev in infrastrukture**
  - **Nastanek nacionalnih izobraževalnih grozdov (Belgija, Italija, Velika Britanija, ... tudi 6x ZDA)**
- **Razvoj združenja v okviru projekta ENEN v 5. okvirnem programu**



# Evropski jedrski objekti in > 50 partnerjev ENEN

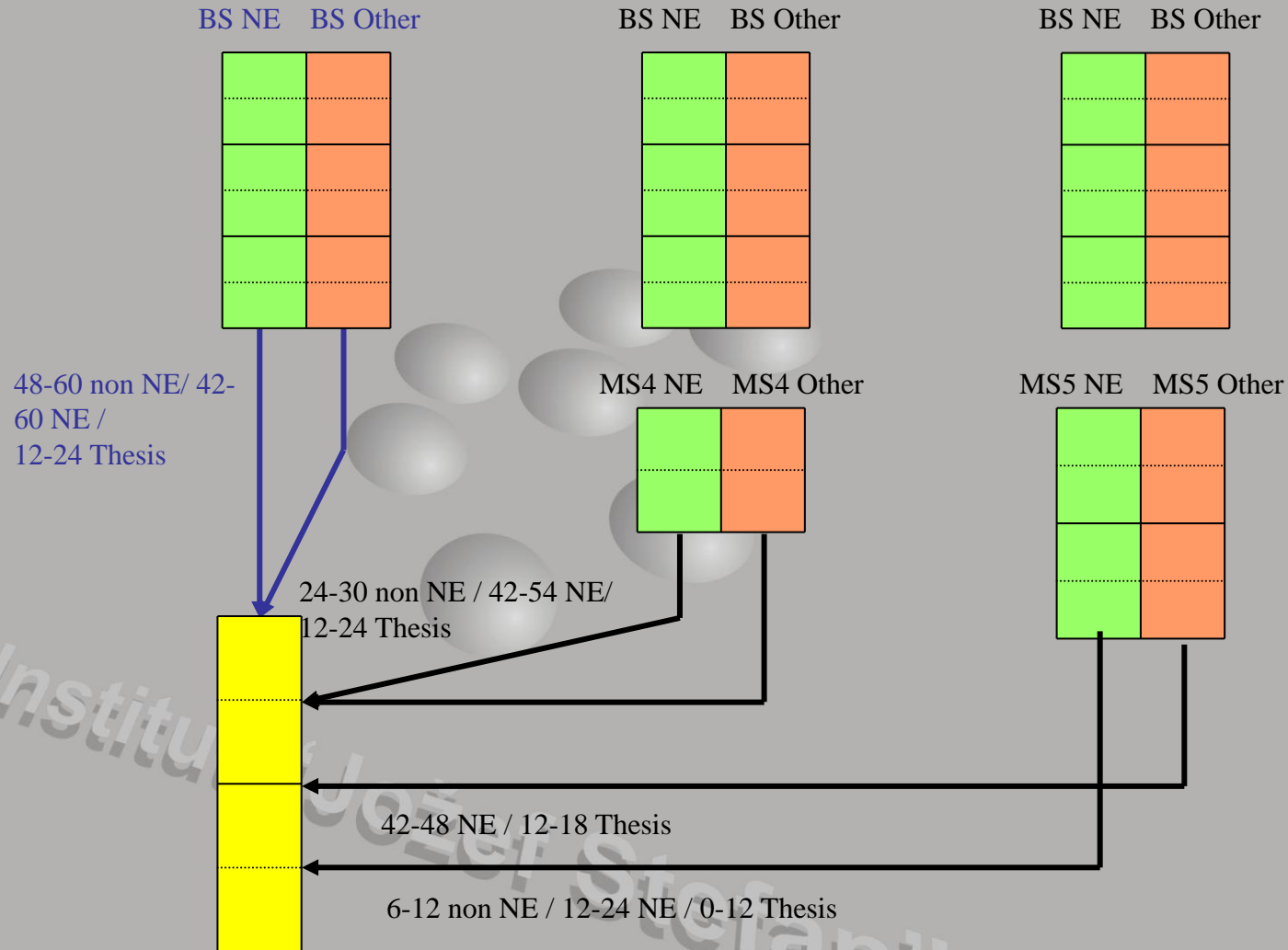




# Ključne aktivnosti

- **Podeljevanje naslova Evropski magister jedrske tehnike (do danes 33)**
- **Vzpodbujanje doktorskega študija**
- **Izmenjava študentov in učiteljev**
- **Vzpostavitev pravil in mehanizmov za medsebojno priznavanje kreditnih točk in diplom**
- **Spodbujanje in utrjevanja sodelovanja med univerzami, raziskovalnimi inštituti, upravnimi organi in industrijo**

# Evropska heterogenost bolonjskih programov: 3+2, 4+1, 5+0



# Prvi dosežki

- **Izmenjave podiplomskih študentov**
  - Eksperimenti na 3 raziskovalnih reaktorjih (Dunaj, Budimpešta, Praga) s teorijo v Bratislavi [3 tedne]
  - Več predavanj v organizaciji BNEN (Belgian Nuclear Engineering Network)
  - Razvoj in izvedba tečajev za vseživljenjsko učenje
  - Podeljenih 33 evropskim magisterijev j.t.
- **Sodelovanje partnerjev ENEN v raziskovalnih projektih**
- **Letno tekmovanje doktorskih študentov**
- **Sodelovanje v pomembnejših strateških iniciativah:**
  - SNETP (evropska jedrska tehnološka platforma)
  - ENF (evropski jedrski forum)
- **Izrecna podpora Sveta Evrope izobraževanju na jedrskem področju (2008)**

Institut "Jozef Stefan"



# Partnerji iz industrije



## Izjemno aktivni na nacionalnem nivoju!

- BNFL ključen pri konsolidaciji Univerze v Manchestru
- AREVA FRAMATOME v 2/3 lasti francoskega jedrskega raziskovalnega inštituta CEA!
- EDF (francosko elektrogospodarstvo) financira nekaj deset doktoratov letno
- ...



## Na evropskem nivoju le opazovalci!

- Urejenost razmer doma: ključ za dolgoročni uspeh v Evropi!

„Institute Jožef Stefan”

# Povzetek

- Slovenija je jedrska država
- Domači vrhunski kadri ključ za dolgoročno jedrsko varnost
- Majhnost države pri izobraževanju zahteva
  - Večje napore znotraj nacionalnih meja
  - Razvejena in učinkovita sodelovanja v EU in širše
- Evropska sodelovanja so odprta in uspešna: najbolj za tiste, ki uspešno sodelujejo tudi doma
- Združenje ENEN je Svet Evrope priporočil kot primeren model sodelovanja pri izobraževanju

# Generacije reaktorjev in strokovnjakov

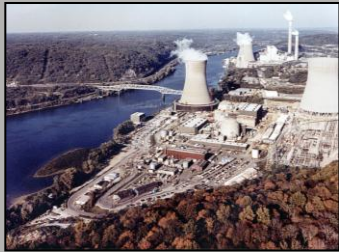
**G II: Upokojevanje**

**G III: Gradnja, zagon**

**G IV: Razvoj, projektiranje**

## Generation I

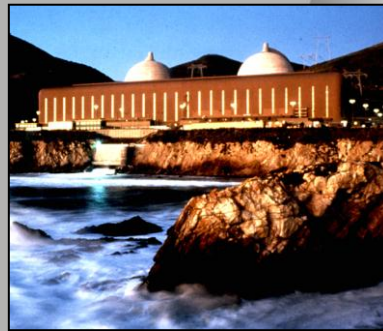
- Early prototype/ demo reactors
- Shippingport
- Dresden, Fermi I
- Magnox



- First demo of nuclear power on commercial scale
- Close relationship with DOD
- LWR dominates

## Generation II

- LWR-PWR, BWR
- CANDU
- HTGR/AGR
- VVER/RBMK



- Multiple vendors
- Custom designs
- Size, costs, licensing times driven up

## Generation III

- ABWR, System 80+, AP600, EPR



- Passive safety features
- Standardized designs
- Combined license

## Generation IV

- Highly economical
- Proliferation resistant
- Enhanced safety
- Minimize waste

Atoms for Peace

TMI-2

Chernobyl

1950

1960

1970

1980

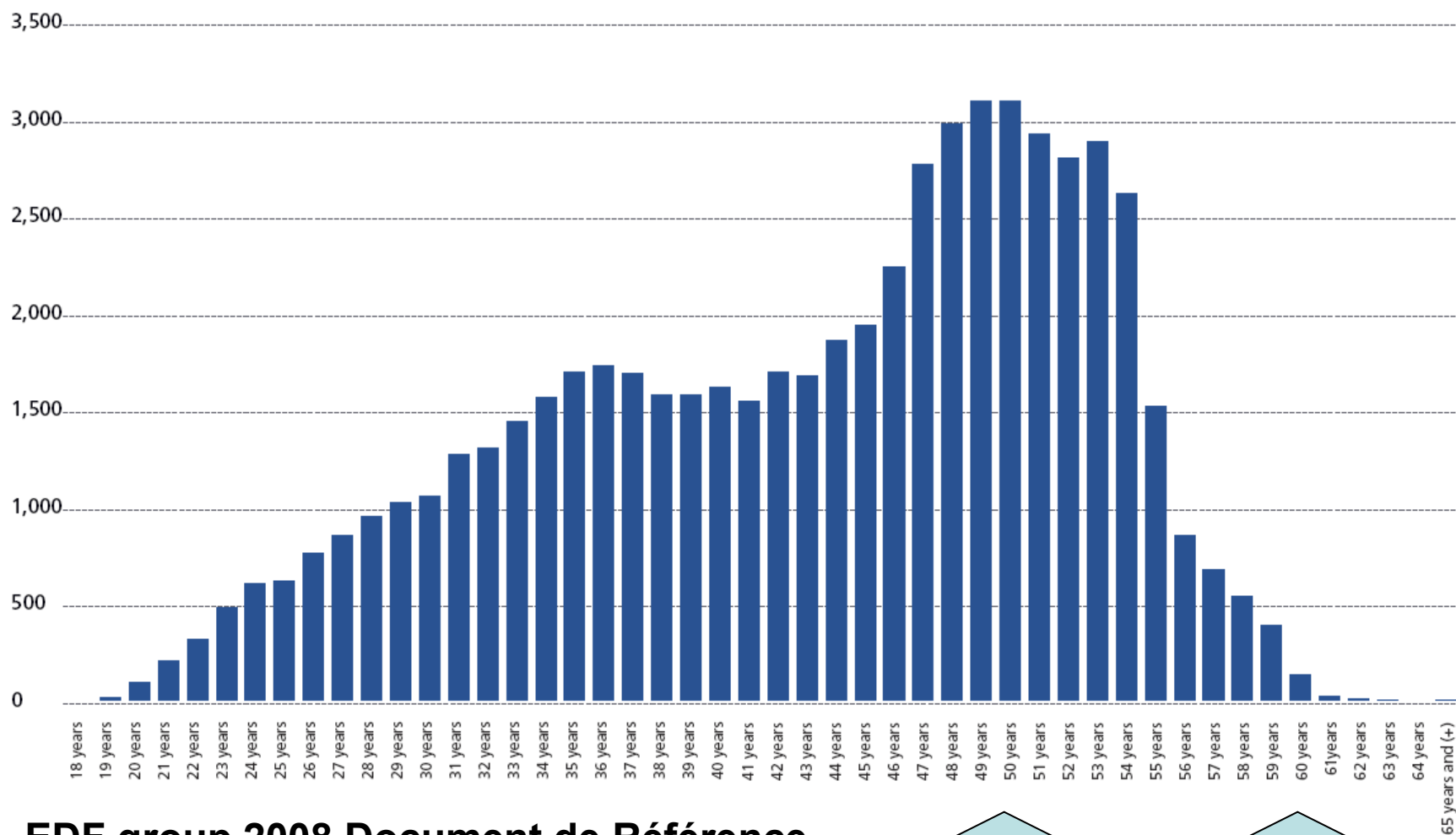
1990

2000

Institut "Jožef Stefan"



# Starostna struktura zaposlenih v Électricité de France



EDF group 2008 Document de Référence

<http://tinyurl.com/nu4qa5>

50

60

65 years and (+)