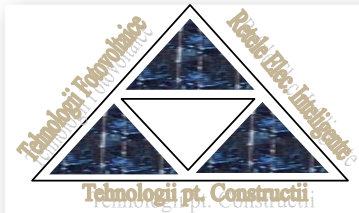


UTILIZAREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE ÎN CLĂDIRI

Building Integration of Photovoltaic Systems (BIPV)





CUPRINS

CONTEXT

SISTEME FOTOVOLTAICE

SISTEME FOTOVOLTAICE: Tehnologii pentru construcții

SISTEME FOTOVOLTAICE: Rețele electrice inteligente

CONCLUZII



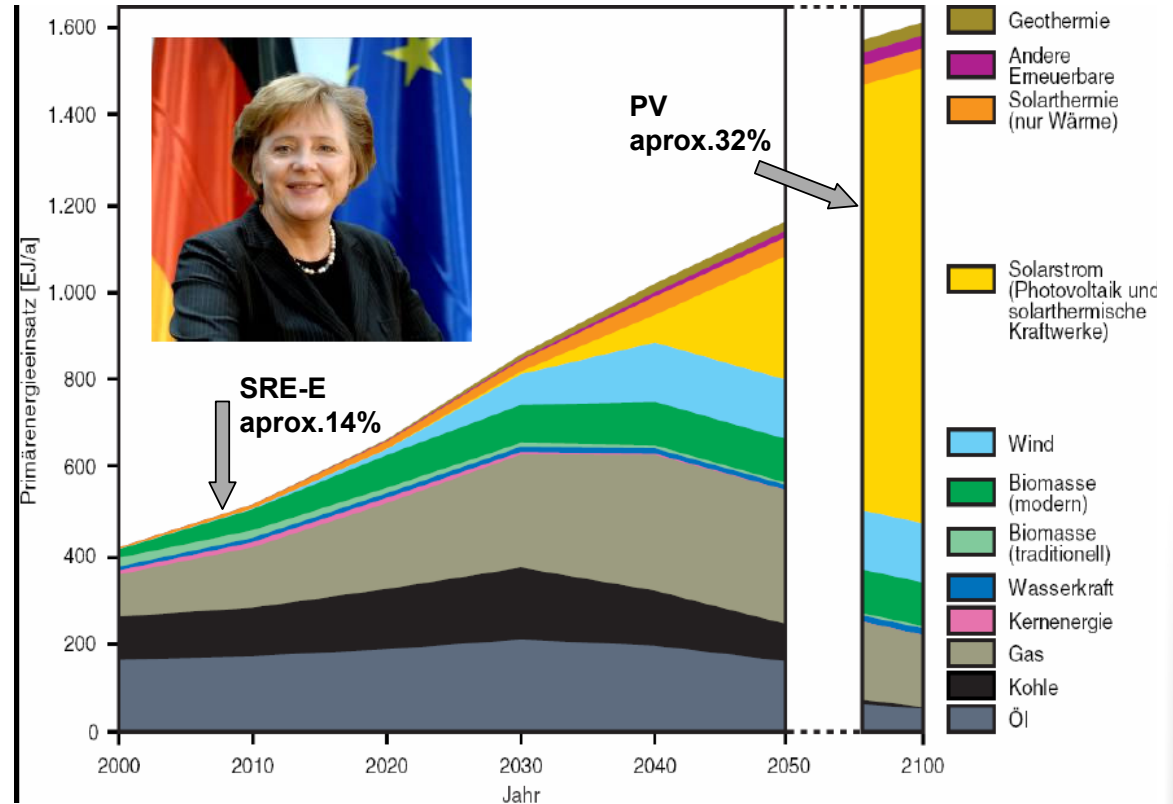
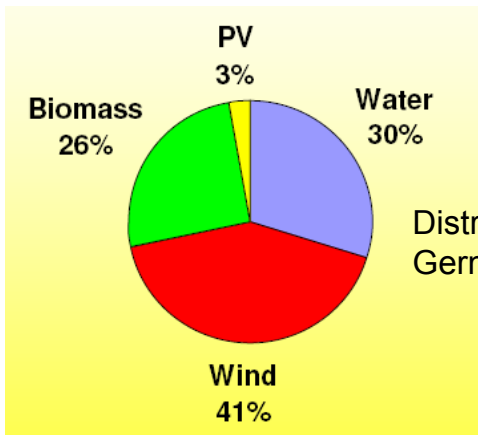
Workshop exploratoriu
Materiale avansate pentru tehnologii energetice alternative
17-19 septembrie 2008

Prof. Dr. Nicolae OLARIU
Universitatea VALAHIA din TARGOVIȘTE
olariu@valahia.ro

CONTEXT

Producere Energie Electrică din Surse Regenerabile

1. Microhidro (<10MW)
2. Vânt – Energie Eoliană
3. Biomasă (cogenerare)
4. SOLAR
Energie Fotovoltaică (PV)



Dr. Stefan Nowak, Chairman IEA PVPS, PVT GA June 2007, Source: German Advisory Council on Global Change, 2003, www.wbgu.de

CONTEXT

Energia Electrică pe glob



Imagine Dr. Hubert A. Aulich, 2nd PVT General Assembly 2007, Berlin

CONTEXT

Dezbateri politice privind

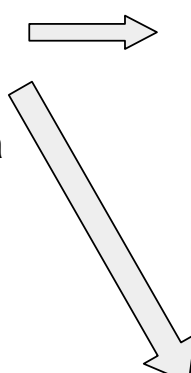
- Încălzirea globală/ reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră
- Securitatea energetică
- Criza resurselor
- Criza resurselor alimentare



CONTEXT

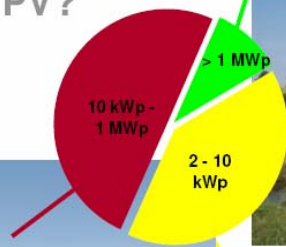
Decizii politice

- ❑ Directivele CE : 20% în 2020;
- ❑ Strategii energetice naționale
- ❑ Opțiuni de dezvoltare regională
- ❑ Mecanisme de sprijin financiar



What happened in PV?

- About 300,000 PV systems have already been installed
- 99% of systems are connected to the grid



50% multi family houses, public and social buildings, farms, commercial plants 10-1000 kWp

10% ground mounted large PV systems > 1 MWp

40% small PV systems on private residential homes 1-10 kWp



PV în Germania

- 1.500 MWp instalat;
- cifră de afaceri de peste 3 miliarde Eur/an;
- 30.000 de noi locuri de muncă

Image: Solarwatt

Graphics by courtesy of German Solar Industr. Association



Image: Voltwerk



Image: Solarwatt

PV în România

Capacitati energetice noi si efort investitional

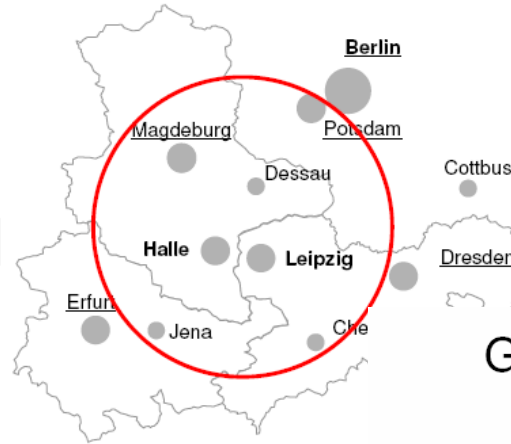
SURSE REGENERABILE DE ENERGIE	PERIOADA 2003-2010		PERIOADA 2011-2015	
	Capacitati noi (MW)	Efort investitional (mil. Euro)	Capacitati noi (MW)	Efort investitional (mil. Euro)
Energie solară fotovoltaica	1,5	7,5	9,5	48

Strategia de valorificare a surselor regenerabile de energie, HG 1535/2003

CONTEXT

Opțiuni de dezvoltare Regională

Saxony-Anhalt	Saxony	Thuringia
	Automotive	
	Biotech	
	Chemicals/ Pharmaceuticals	
Food		Food
	Electronics	
	Mechanical Engineering	
	Photovoltaic	
	Semiconductors	



Growing solar cluster with international reputation

- Human resource - qualification of workforce
- Strengthening R&D + cooperation between universities and companies
- Excellent manufacturing conditions
- Grants and subsidies



SOLAR VALLEY



Sursa: **Asha-Maria Sharma, IMG Sachsen-Anhalt 2nd General Assembly 2007, Berlin**

CONTEXT

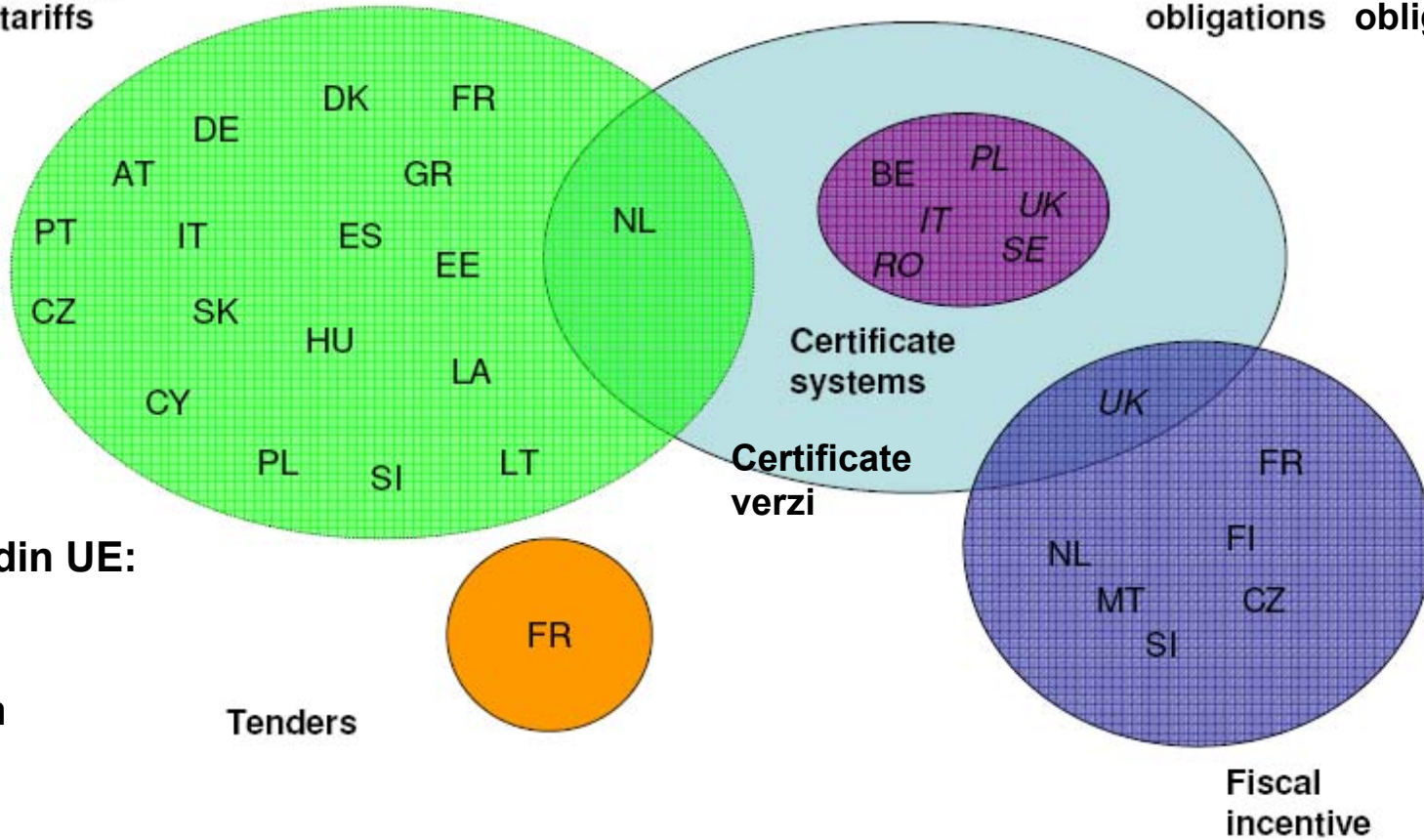
Mecanisme de sprijin financiar pentru E-SRE în UE (*Sursă Comisia Europeană Direcția Energie și Teansport, 2006*)

Tarif la conectare

Feed-in tariffs

Quota obligations

Cote obligatorii



Tarif energie PV în majoritatea țărilor din UE:
400-550 € / MWh

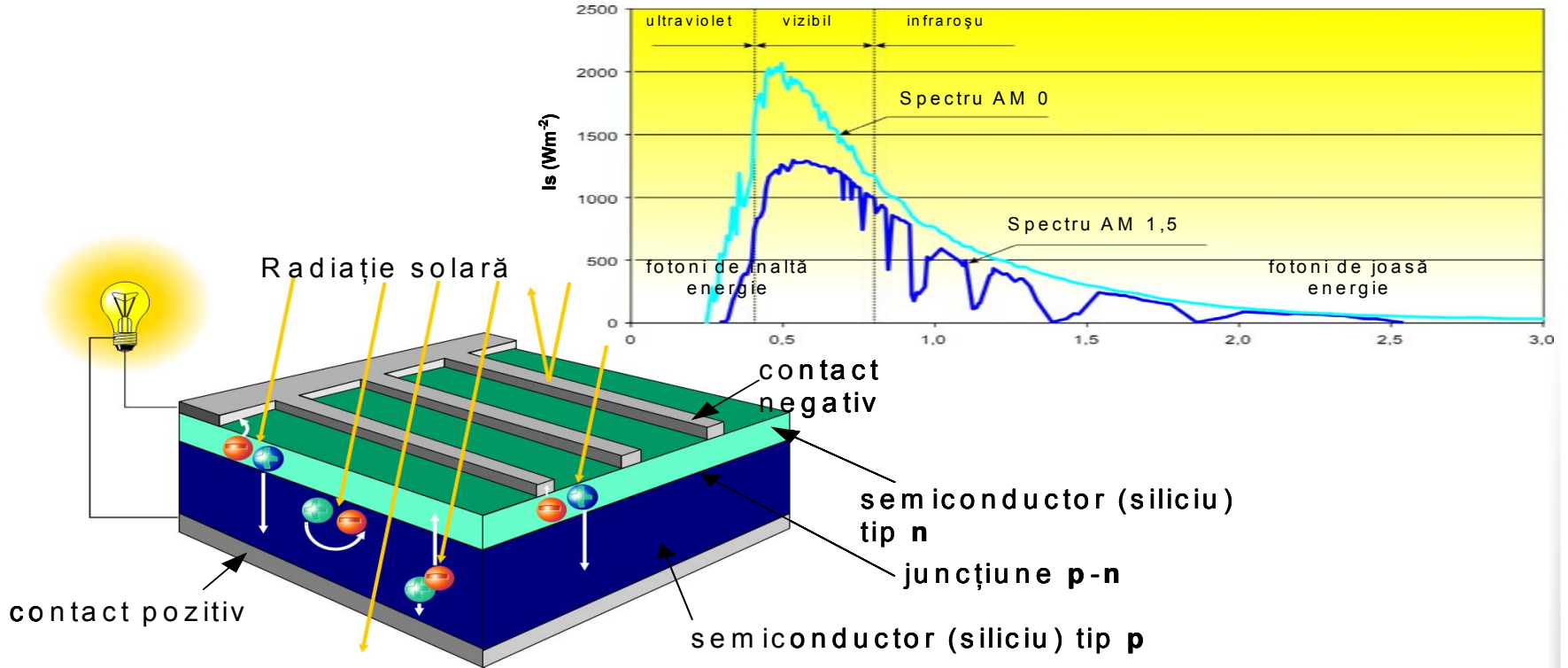
Tarif energie PV în România: aprox.
200 € / MWh

Sisteme Fotovoltaice (PV)

Energie Solară

Conversia fotovoltaică

principiul conversiei



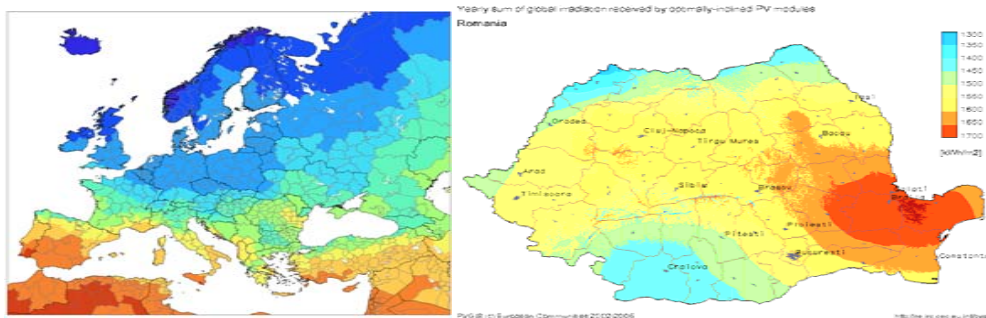
Lucrare elaborată în cadrul Programului SOLTRAIN – ALTENER

Sisteme Fotovoltaice

Energie Solară

FACTORI CE INFLUENȚEAZĂ PERFORMANȚELE SISTEMELOR FOTOVOLTAICE

- Factori meteorologici
 - Radiația solară
 - Temperatura ambiantă
 - Viteza vântului
 - Precipitații
- Factori de amplasament
 - Orientarea și înclinarea
 - Umbrirea generatorului solar
 - Gradul de poluare
 - Reflexiile locale



Sisteme Fotovoltaice

Energie Solară

FACTORI CE INFLUENȚEAZĂ PERFORMANȚELE SISTEMELOR FOTOVOLTAICE (cont)

- Factori la nivelul sistemului de conversie
 - Pierderi de adaptarea la sarcină
 - Pierderi la nivelul sistemului de stocare
 - Pierderi la nivelul sistemului de condiționare a puterii
 - Pierderi Joule / Căderi de tensiune
 - Relația dintre: Producția de energie
Curba de consum
Capacitatea (posibilitatea) de stocare

- Factor de performanță:

E_{AC} energia la consumator (ieșire inverter) [kWh]

E_{GS} energia solară în planul de captare [kWh]

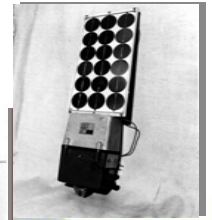
η_{STC} randamentul modulelor în condiții standard de testare

$$PR = \frac{E_{AC}}{\eta_{STC} * E_{GS}} \cdot 100 \%$$

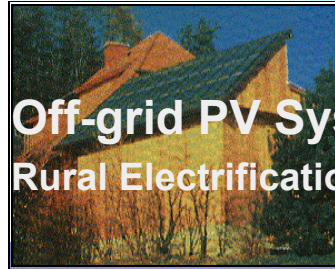
Sisteme fotovoltaice: Clasificare



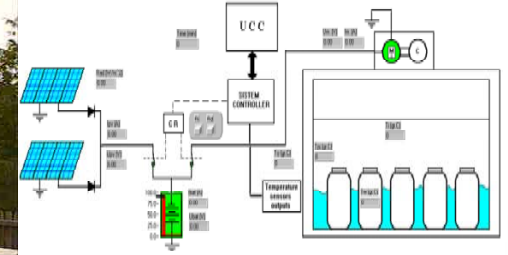
Ind. Small PV Systems



PV Systems Classification



Off-grid PV Systems
 Rural Electrification; Microgrids



On-grid PV Systems
 Building integration (BIPV); Microgrids
 PV power plant (VLS-PV)



Sisteme Fotovoltaice: Bariere “formale”

Nu pot reprezenta o soluție. Nu sunt competitive!

Neînțelegerea etapelor corecte și a efectelor ce se pot obține printr-o politică coerentă de dezvoltarea a industriei PV

Avantajele sistemelor fotovoltaice

- dezvoltare industrială și economică (pe termen scurt)
- securitate în alimentarea cu energie electrică (pe termen mediu)
- conservarea mediului ambiant (pe termen lung)

Sisteme Fotovoltaice : Bariere “formale”

Costuri mari și puteri instalate mici

Costuri dependente de tipul și mărimea aplicației

Structuri modulare începând cu puteri de ordinul mW și putând să ajungă la puteri de peste 1GW (programul VLS-PV)

Aplicații conectate la rețeaua publică



€/kWh

Aplicații neconectate la rețeaua publică



€/hr light

Bunuri de larg consum



W/m²

Aplicații de randament ridicat



g/W



€/m² / aesthetics



€/W



flexibility



W/mm²

Source: Fraunhofer ISE



Sisteme Fotovoltaice : Bariere “formale”

Nu sunt total nepoluante deoarece se consumă energie pentru producerea lor iar industria PV se caracterizează prin consumuri mari de energie.

B. Gaiddon, M. Jedliczka, **COMPARED ASSESSMENT OF SELECTED ENVIRONMENTAL INDICATORS OF PHOTOVOLTAIC ELECTRICITY IN OECD CITIES**

IEA PVPS Task 10, Activity .4, Report IEA-PVPS T10-01:2006, May 2006

Timpul de recuperare a energiei înglobate (pentru întreg cilul de viață):

- Sisteme PV integrate în acoperiș 1,6 ...3,3 ani
- Sisteme PV integrate în fațade 2,7 ...4,7 ani

Factor energetic de revenire

- Sisteme PV integrate în acoperiș 8,0... 17,9
- Sisteme PV integrate în fațade 5,4... 10,0

Potențialul de reducere a emisiilor de CO₂

- Sisteme PV integrate în acoperiș 40,0 tCo2/kWp
- Sisteme PV integrate în fațade 23,5 tCo2/kWp



Sisteme Fotovoltaice

Integrarea în clădiri: o posibilă direcție de dezvoltare

Modulul fotovoltaic reprezintă o **componentă multifuncțională** în mediul construit conducând la avantaje multiple legate de:

- eficiența energetică a clădirii (40% din consumul de energie se datorează acestui sector) ;
- protecția mediului;
- creativitatea în proiectare (personalizare);
- înlocuirea unor materiale de construcție clasice;
- valoare adăugată clădirii;
- siguranța în alimentare cu energie electrică;
- producerea distribuită de energie electrică;
- serviciile energetice complexe



Oraș solar 5MW, HAL, Olanda

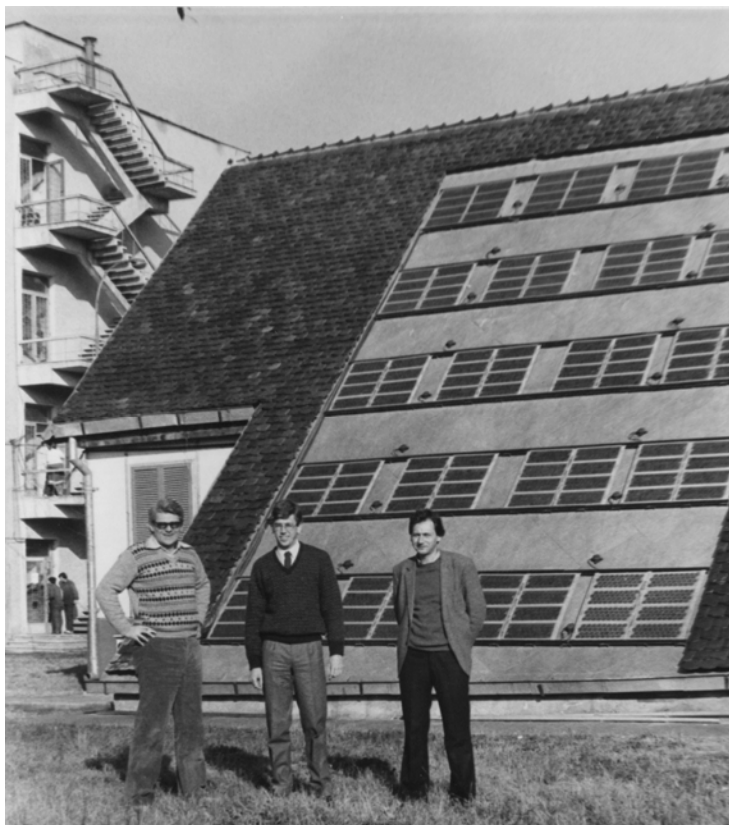


Comunitatea solară Freiburg (D)



ir. Tjerk Reijenga
 BEAR Architecten
 (NL)

Sisteme solare integrate în clădiri

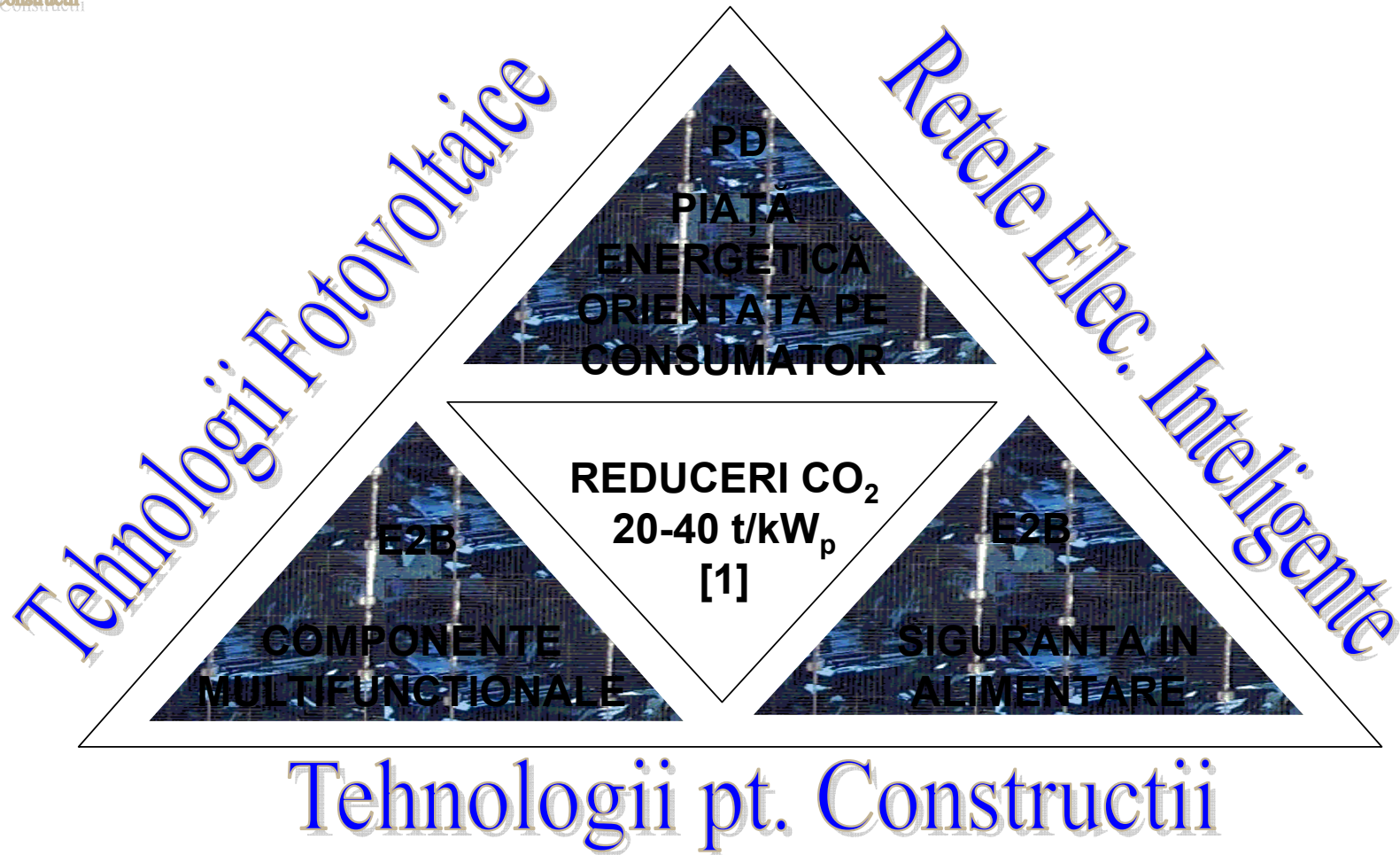


Sistem fotovoltaic off-grid la ICPE (1985)

Utilizarea energiei solare în clădiri a cunoscut o primă dezvoltare în perioada 1970-1980 ca efect la criza petrolului din acea perioadă. La nivelul României, în domeniul conversiei energiei solare în energie termică, s-a câștigat o vastă experiență cu o serie de proiecte demonstrative precum casa solară pasivă de la Cheia, cea de la Neptun (care avea și captatoare termo-solare) sau cea de la ICEMENERG. Aceste proiecte precum și realizările din cercetare și proiectare de la ICPET, INCERC, IPCT, etc. au generat o adevărată industrie de captatoare solare (la Artic-Găiești, Alexandria, Sadu, Faur-București, Contactoare-Buzău, Intreprinderea Autobuzul, etc). De asemenea s-au investigat sistemele fotovoltaice integrate în clădiri, în sisteme off-grid, reprezentativ pentru acea perioadă fiind casa solară de la ICPE (figura 1) [2], [3], [4].

Sisteme Fotovoltaice

Integrarea în clădiri: domeniu tehnologic avansat



Sisteme Fotovoltaice

Integrarea în clădiri: Variante de integrare

Structuri pentru acoperiș
 TERASĂ



Structură suprapusă pe
 ACOPERIȘ



Structuri integrate în
 ACOPERIȘ



Tole fotovoltaice



Tehnologii pt. Construcții

Workshop exploratoriu
 Materiale avansate pentru tehnologii energetice alternative
 17-19 septembrie 2008

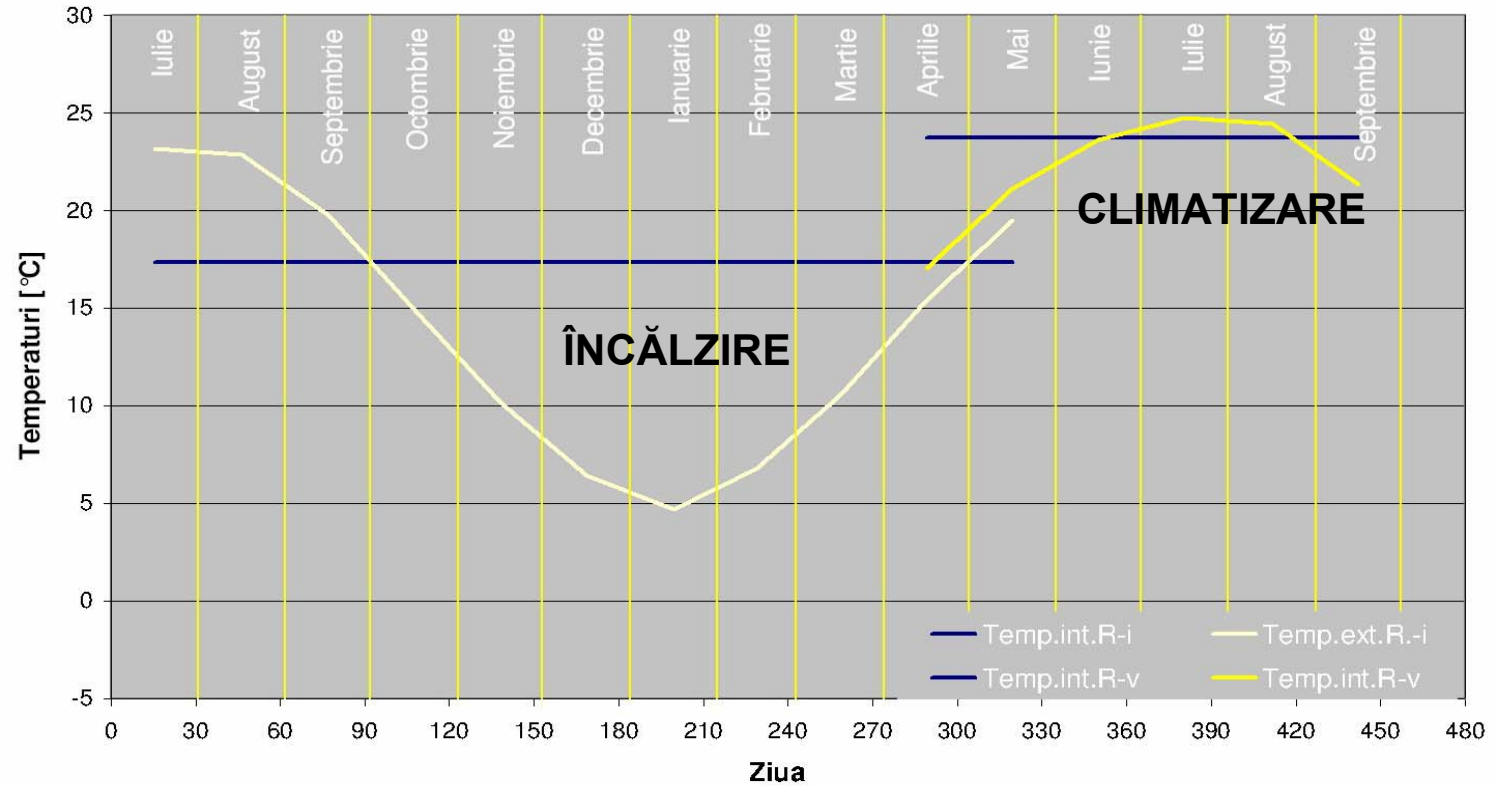
Prof. Dr. Nicolae OLARIU
 Universitatea VALAHIA din TARGOVIȘTE
 olariu@valahia.ro

Sisteme Fotovoltaice

Integrarea în clădiri: Variante de integrare



Fațadă



Sisteme Fotovoltaice

Integrarea în clădiri: Variante de integrare



Sisteme fotovoltaice integrate în clădiri

În ROMÂNIA:

Amfiteatrul Solar din Târgoviște- prima (și încă singura) instalație solară de 10kW integrată în mediul construit.

Proiect INCOP din 1998. Funcțională din mai 2001.



Fațada sud
 în construcție și
 după finalizare



Interior:
 iluminat natural și
 încălzire pasivă



Cuplarea la
 rețeaua
 publică

Tehnologii pt. Constructii

Sisteme solare integrate în clădiri

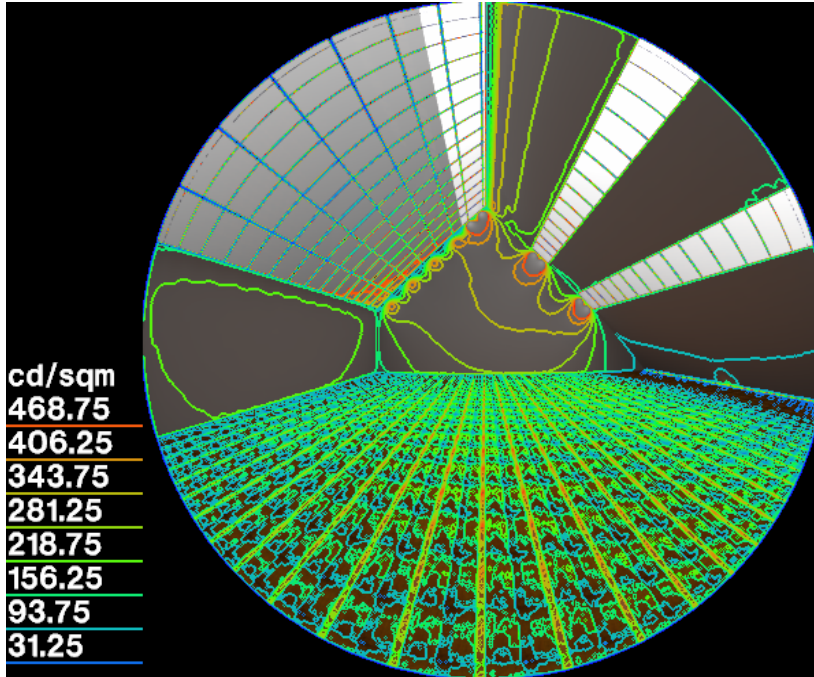
program DCEM-UVT



Tehnologii pt. Construcții

Sisteme solare integrate în clădiri

program DCEM-UVT



Iluminat interior natural.



Sisteme solare integrate în clădiri

program DCEM-UVT



Tehnologii pt. Construcții

Workshop exploratoriu
Materiale avansate pentru tehnologii energetice alternative
17-19 septembrie 2008

Prof. Dr. Nicolae OLARIU
Universitatea VALAHIA din TARGOVIȘTE
olariu@valahia.ro

Sisteme solare integrate în clădiri

Amfiteatrul Solar

Instalația Termo Solară

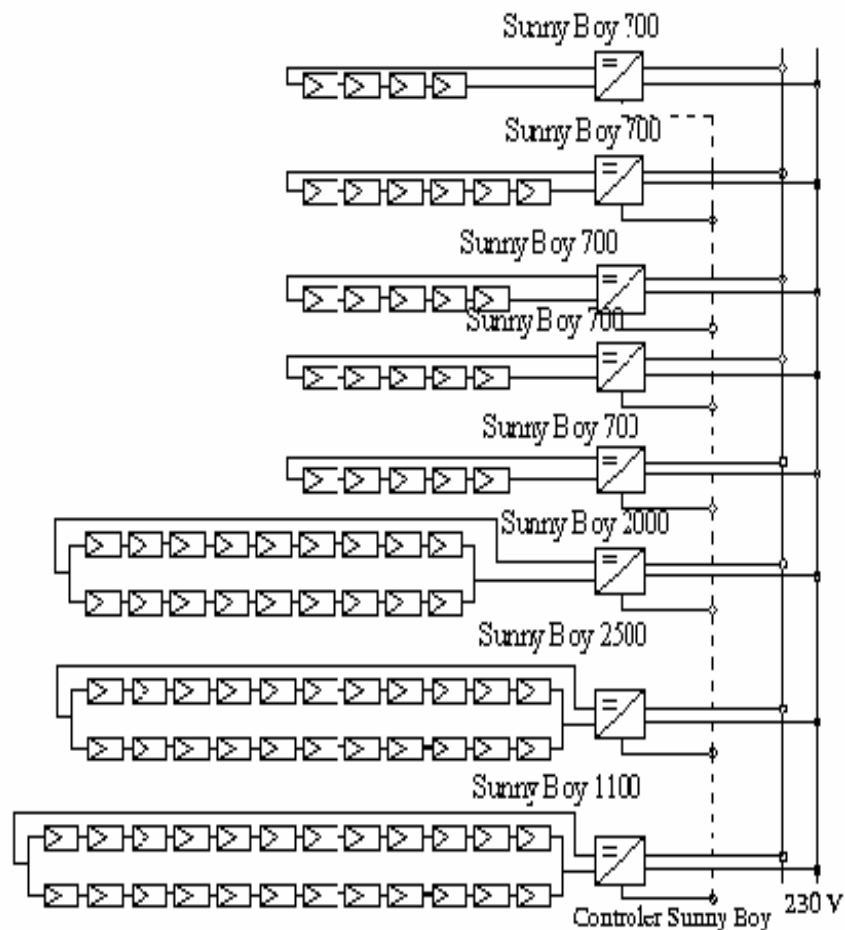
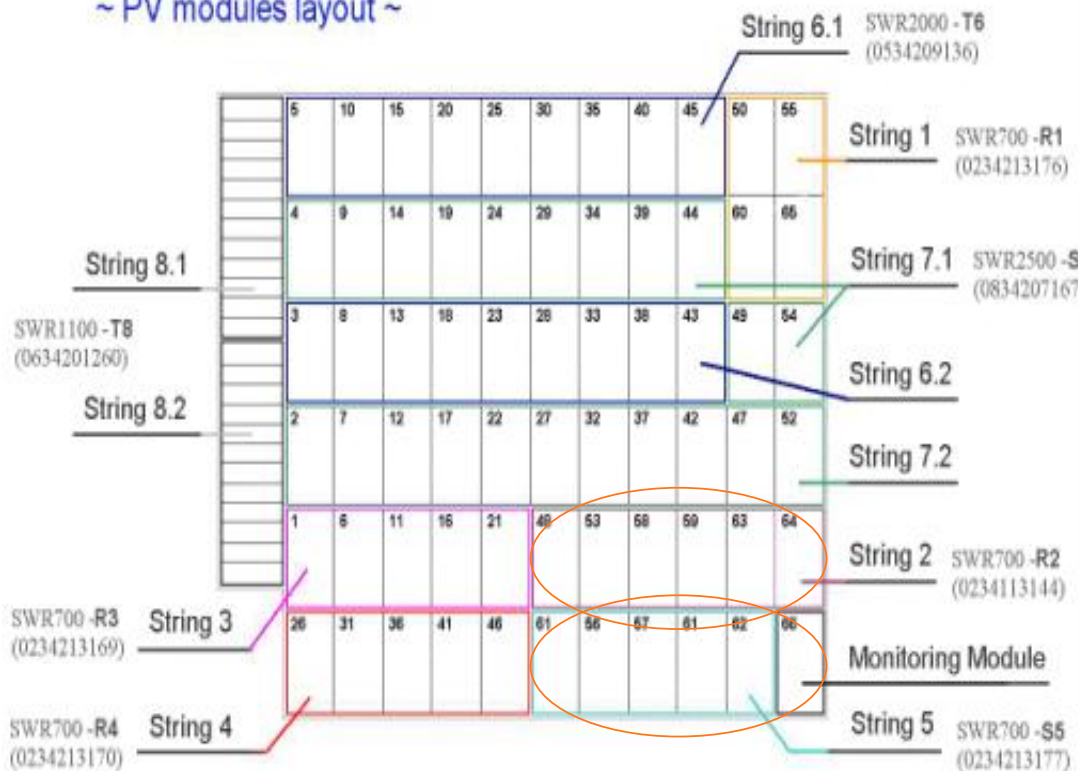


Sisteme solare integrate în clădiri

program DCEM-UVT

Valahia University PV System

~ PV modules layout ~



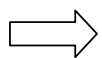
Sisteme solare integrate în clădiri

program DCEM-UVT

6-23 aug 02	1	2	3	4	5
Eac [KWh]	34	22.2	50	30.9	12.8
PV strings area [m ²]	8.262	6.885	9.83	6.885	5.508
Esg [KWh]	611.55	509.63	727.62	509.63	407.70
Efficiency STC [%]	9.32	9.32	9.24	9.32	9.32
RP [%]	59.7	46.7	74.4	65.1	33.7

1-18 dec 01	1	2	3	4	5
Eac [KWh]	11.1	7.1	13.8	8	6.5
PV strings area [m ²]	8.262	6.885	9.83	6.885	5.508
Esg [KWh]	170.26	141.88	202.57	141.88	113.50
Efficiency STC [%]	9.32	9.32	9.24	9.32	9.32
PR [%]	70.0	53.7	73.7	60.5	61.4

Factor de performanță (RP) mai scăzut pe timpul verii decât pe timpul iernii

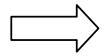


Controlul temperaturii în BIPV este fundamental

Tehnologii pt. Constructii

Sisteme solare integrate în clădiri

program DCEM-UVT

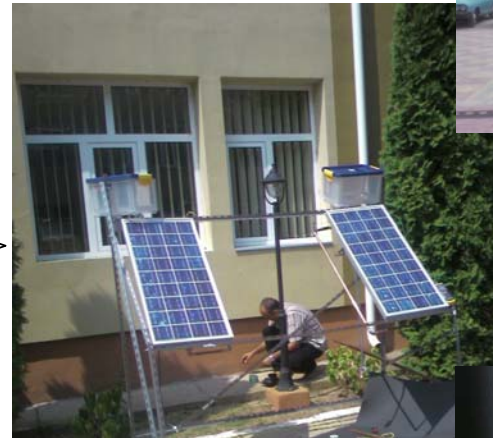
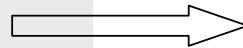


Controlul temperaturii în BIPV este fundamental



Sisteme de ventilație

Sisteme PV hibride PVT



Răcire pasivă

...



Sisteme fotovoltaice integrate în clădiri

program DCEM-UVT



SOLAR AMPHITHEATRE



Tehnologii pt. Construcții

Workshop exploratoriu

Materiale avansate pentru tehnologii energetice alternative

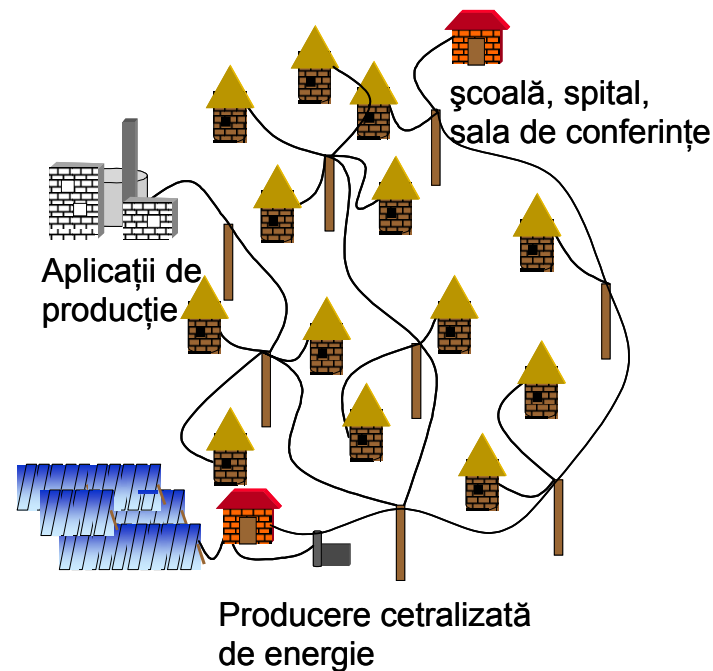
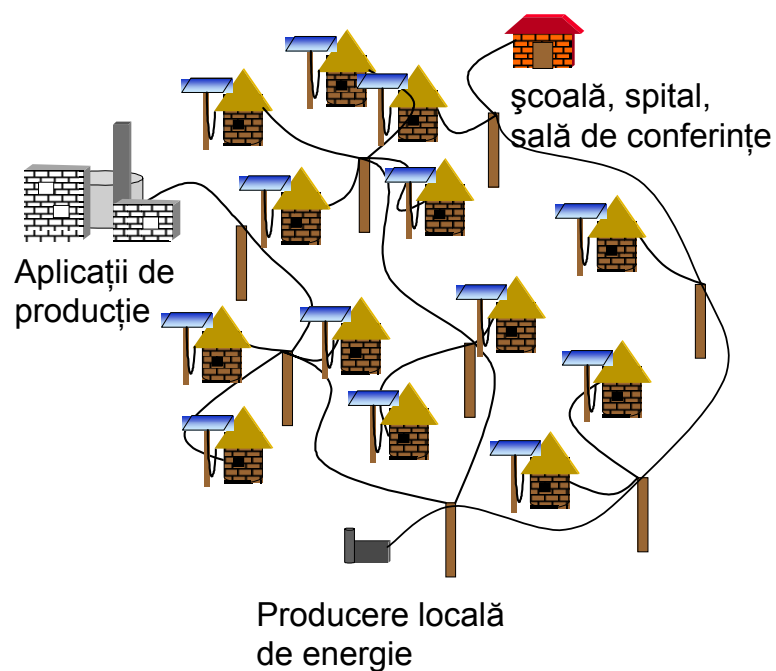
17-19 septembrie 2008

Prof. Dr. Nicolae OLARIU

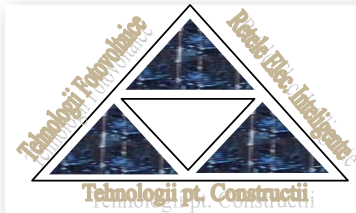
Universitatea VALAHIA din TARGOVIȘTE

olariu@valahia.ro

Sisteme fotovoltaice cuplate la rețea producere distribuită: rețele locale



Lucrare elaborată în cadrul Programului SOLTRAIN – ALTENER



Infrastructura energetică a localităților

Particularitățile sistemelor PV

Retele Elec. Inteligente

Variație aleatoare a mărimilor de intrare:
radiația solară, temperatura ambiantă

Variația aleatoare a mărimilor de ieșire:
consum

Variații mari ale mărimilor de intrare și de ieșire de-a lungul anului
(în regiuni temperate)

Funcționarea în regim dezechilibrat (pt. sistemele conectate la rețea)
conectare monofazată (de regulă)
specificul circuitelor și a consumatorilor de pe joasă tensiune

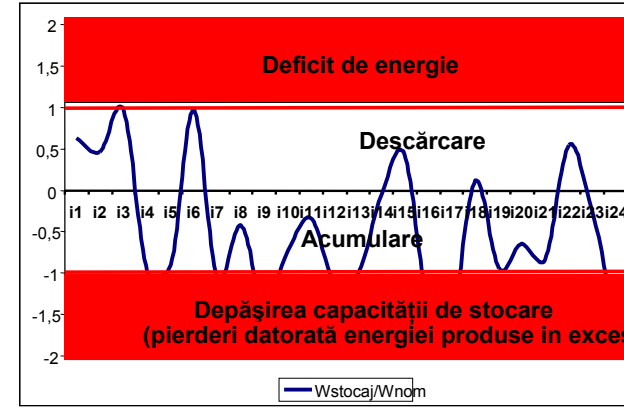
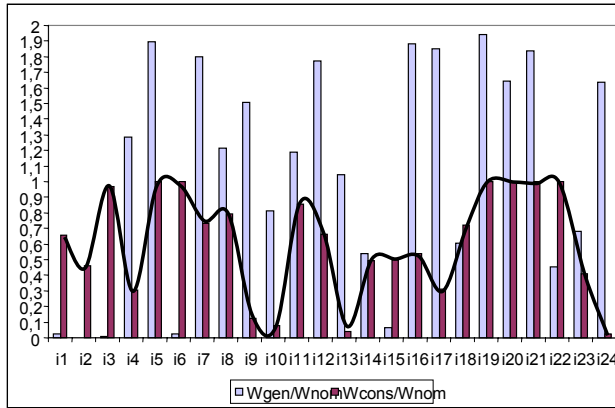
Funcționarea Independentă a fiecărui sistem



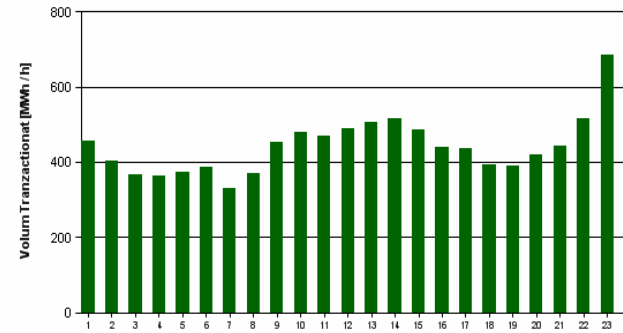
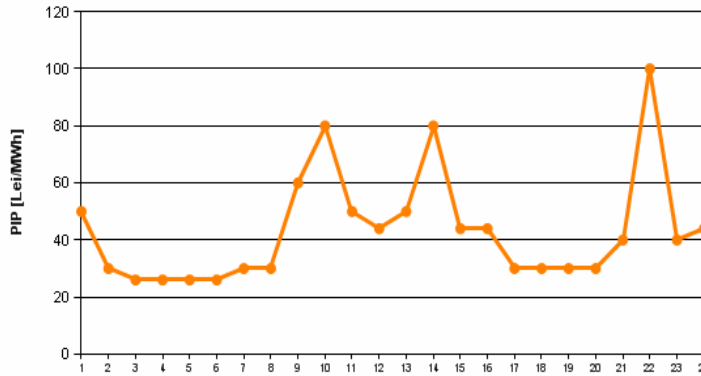
Sisteme fotovoltaice

Problemă comună: Dezechilibru generare-consum

Off-grid



On-grid

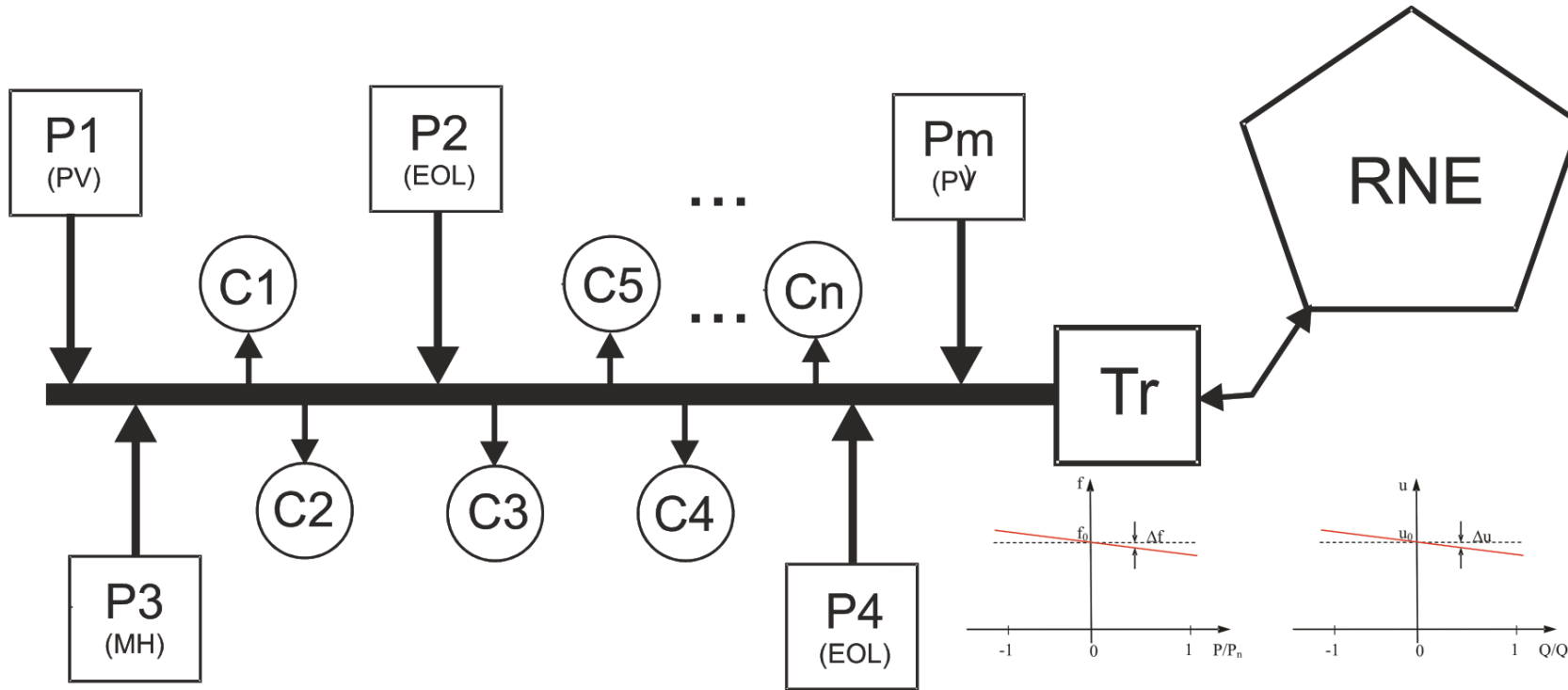


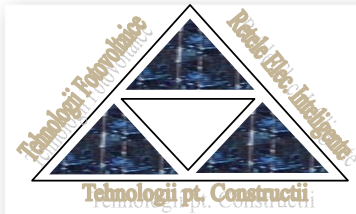
Sisteme fotovoltaice

Integrarea în rețelele de joasă tensiune

Situața prezentă: control în punctul de racord la RNE

factor de utilizare scăzut





Sisteme fotovoltaice

Integrarea în rețelele de joasă tensiune

Direcții pentru integrarea eficientă a microgeneratoarelor în rețelele de joasă tensiune

- microgeneratoarele trebuie să includă sisteme pentru stocarea energiei;
- control de putere (activă/reactivă) la nivelul generatoarelor;
- strategia de control trebuie să considere întreaga rețea (inclusiv consumatorii)

Rețele Elec. Inteligente



Workshop exploratoriu
Materiale avansate pentru tehnologii energetice alternative
17-19 septembrie 2008

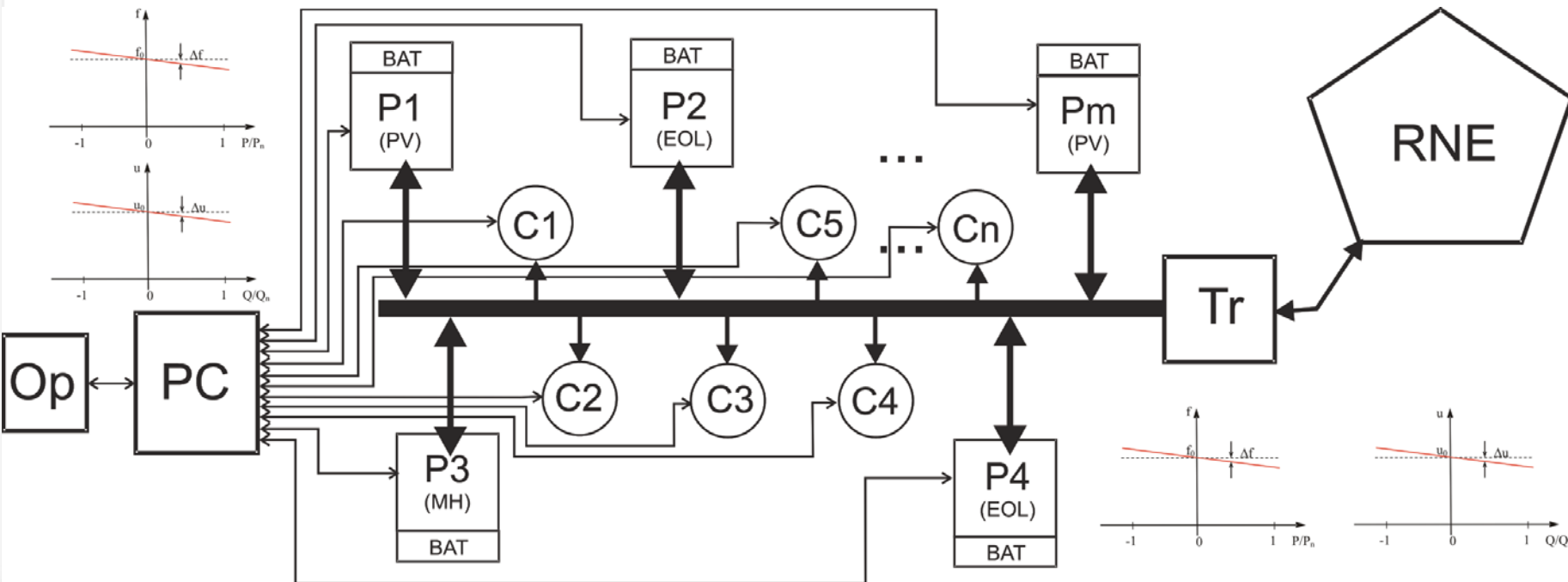
Prof. Dr. Nicolae OLARIU
Universitatea VALAHIA din TARGOVIȘTE
olariu@valahia.ro

Sisteme fotovoltaice

Integrarea în rețelele de joasă tensiune

Direcții pentru integrarea eficientă a microgeneratoarelor în rețelele de joasă tensiune

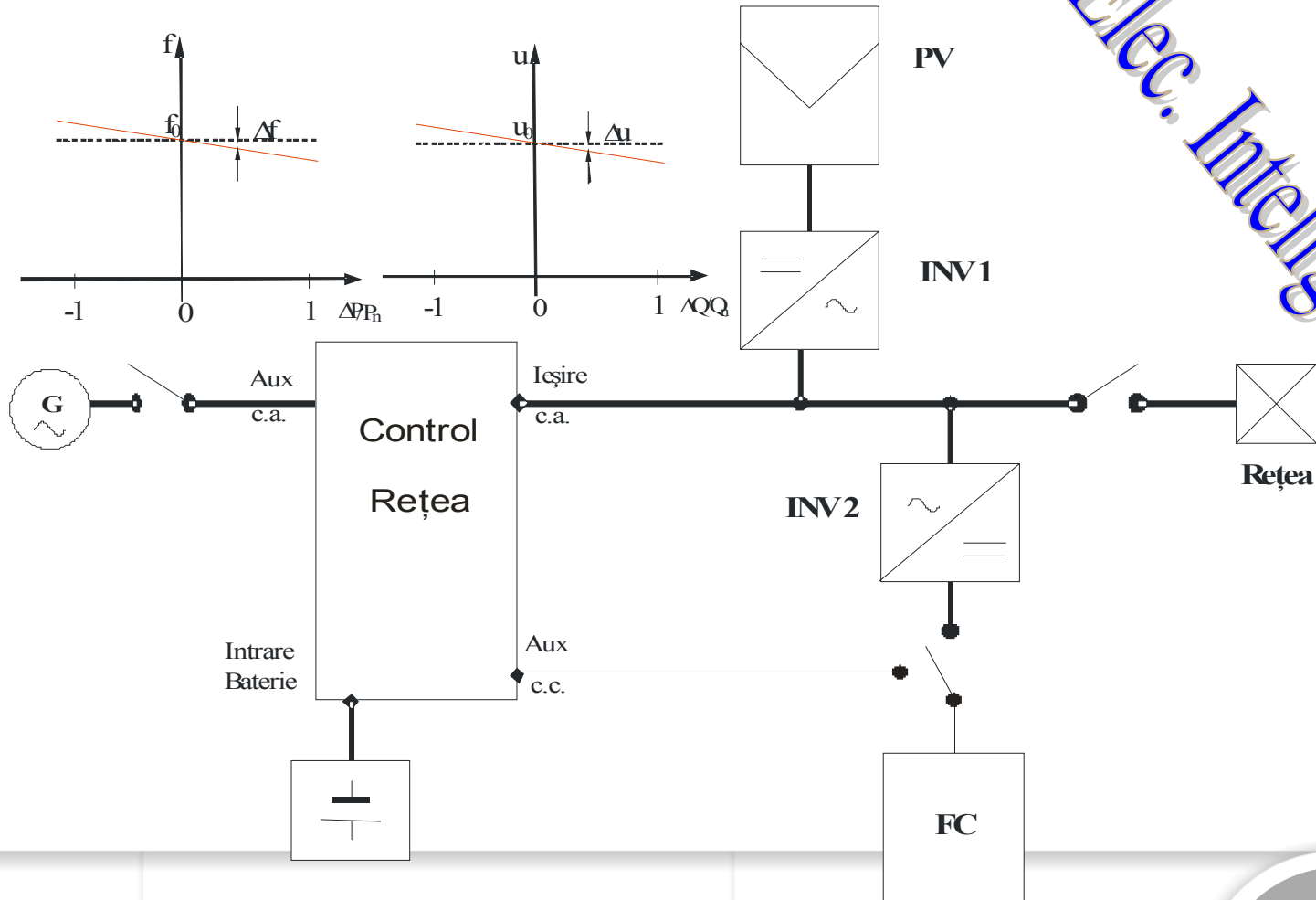
Topologie ideală



Sisteme fotovoltaice

Integrarea în rețelele de joasă tensiune

Model experimental cu sistem de 'stocare extern'



Sisteme fotovoltaice

Integrarea în rețelele de joasă tensiune

Model experimental cu sistem de 'stocare extern'

- **Generator fotovoltaic :**

- Orientation: angle of inclination: 30° ; azimuth 0
- Nominal Power 1.8 kWp
- Area of the PV generator 13.3 m²
- PV configuration: 1 string with 10 modules
- MPP - voltage of string at 15 °C 247 V
- 50 °C 211 V
- 70 °C 190 V
- Open-circuit voltage at -10 °C 336 V
- Maximum string current: 7.6 A
- Operating temperatures: Min. -10 °C; Design 50 °C; Max. 70 °C

- **Invertor**

- Max. efficiency: 93.5%; EU efficiency: 91.8%;
- Max.DC Power: 1.85kW;
- Max.AC Power: 1.7 kW;
- Grid voltage/frequency 230V/ 50Hz

- **Pila de combustie :**

- Power 1200 W
- DC voltage reange 22...50 V
- Rated voltage 26 V
- Rated current 46 A
- Fuel : Hydrogen , 18.5 sl/min @ rated power
- DC/AC Inverter
 - Output Voltage 230V/ 50Hz
 - Rated power 1500 W
 - Max power (short time) 2000 W
 - Efficiency 89%

- **Baterie**

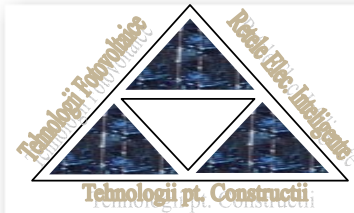
- Pb acid, 24V/ 250Ah

CONCLUZII

Avantajele sistemelor fotovoltaice

- dezvoltare industrială și economică (pe termen scurt)
- securitate în alimentarea cu energie electrică (pe termen mediu)
- conservarea mediului ambiant (pe termen lung)

În 2100 PV = 32% din energia produsă !?



Tehnologii Fotovoltaice

CONCLUZII

Sisteme fotovoltaice integrate în clădiri

- ❑ componente multifuncționale cu avantaje multiple
- ❑ domeniu interdisciplinar cu un ridicat potențial de cercetare/dezvoltare privind:

tehnologiile de conversie;

materiale specifice;

componentele de sistem;

sistemele pentru stocarea energiei

- ❑ impact deosebit în dezvoltarea economică și socială; generarea de activități cu valoare adăugată ridicată



Vă mulțumesc pentru atenție