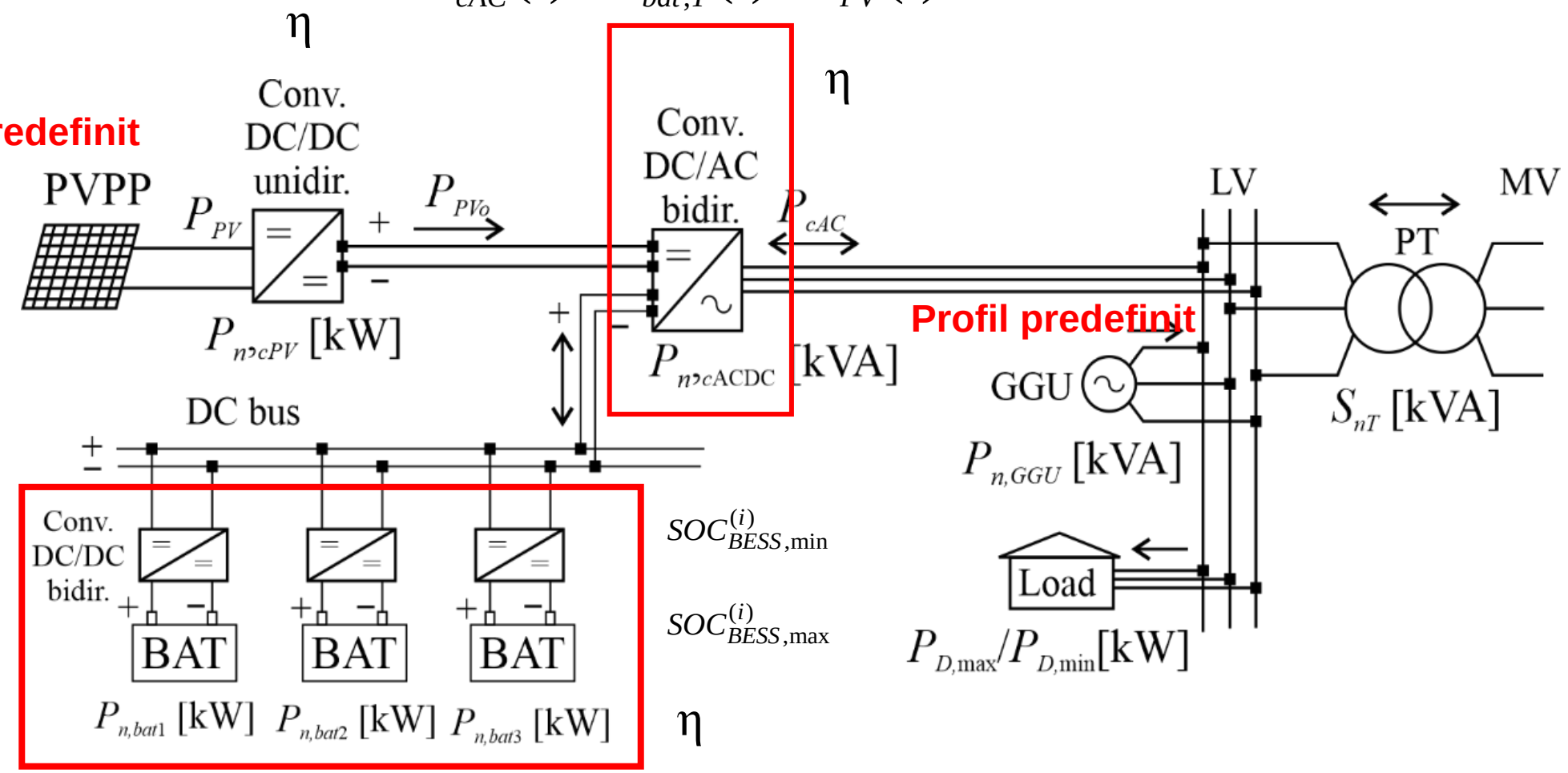
Strategii de control într-o microrețea

Lucian Toma, Conf.dr.
Universitatea Politehnica din București
Departamentul Sisteme Electroenergetice

Schema monofilară a microrețelei

$$P_{cAC}(t) = P_{bat,T}(t) + P_{PV}(t)$$



$$P_{bat}(t) = \sum_{k}^{nbat} P^{(i)}_{BESS}(t)$$

$$E^{(i)}_{BESS,\max}$$

$$P^{(i)}_{BESS,\max}$$

Aspecte legate de simularea sistemelor de stocare

Starea de încărcare a unei baterii se calculează cu formula

$$SoC_i = \frac{E_{BESS,av}^{(i)}(t)}{E_{BESS,\max}^{(i)}} \cdot 100$$

Starea de încărcare a bateriei *i* la momentul de timp time *t* în funcție de cea de la momentul t-1:

$$SOC_i(t) = SOC_i(t-1) + \frac{P_{BESS}^{(i)}(t) \cdot \Delta t}{E_{BESS,\max}^{(i)}} \cdot (\eta_i \cdot S_{ch,i} + \frac{1}{\eta_i} \cdot S_{disch,i})$$

Limitele impuse stării de încărcare:

$$SOC_{BESS,\min}^{(i)} \leq SOC_{BESS}^{(i)}(t) \leq SOC_{BESS,\max}^{(i)}$$

Limitele impuse puterii produse/absorbite:

$$-P_{BESS,\max}^{(i)} \leq P_{BESS}^{(i)}(t) \leq P_{BESS,\max}^{(i)}$$

Reguli de dispecerizare

1. Producția de energie electrică din centrala fotovoltaică este prioritară

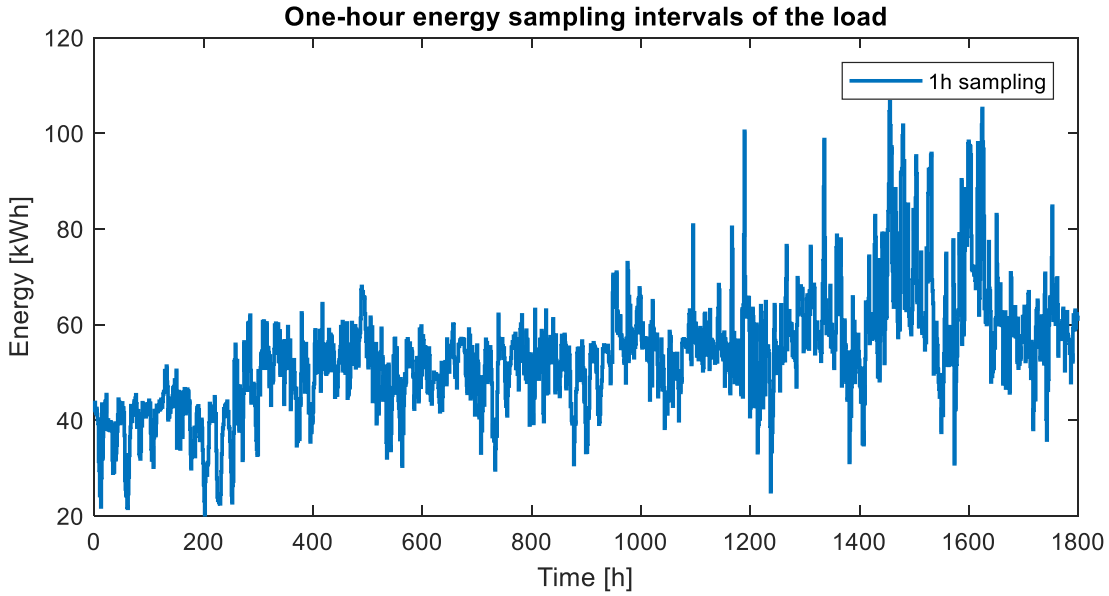
2. Sistemele cu baterii sunt folosite în special pentru a prelua variațiile față de un profil de referință. Se poate impune ca bateriile să dispună de o anumită energie disponibilă în caz de urgență (insularizare)

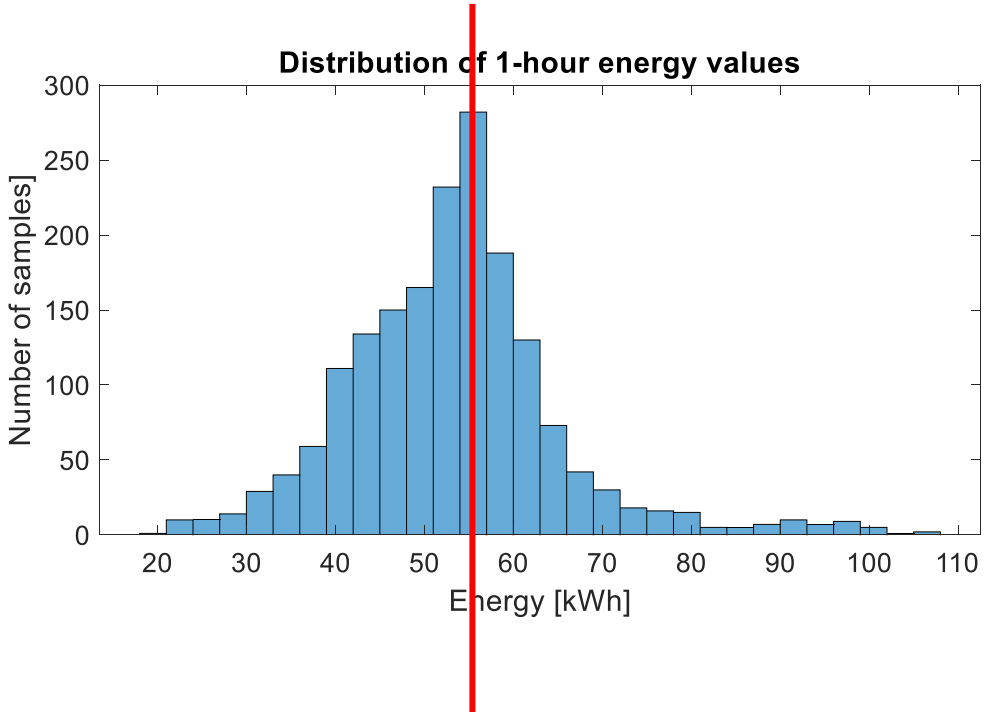
3. Generatorul sincron (pe gaze naturale) asigură consumul atunci când nu există disponibilitate de la centrala fotovoltaică -> se minimizează costul cu combustibilul și cantitatea de CO_2 ...

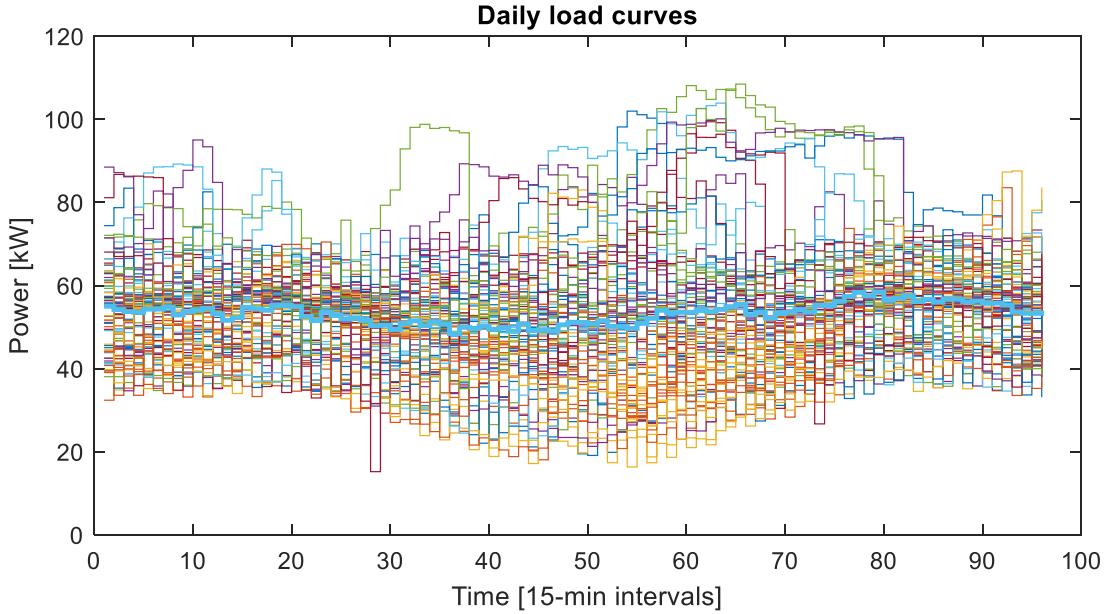
4. La nivelul microrețelei, strategia de control se corelează cu stretagiile legate de piața de energie electrică

Simulări cu eșantionare de 15 minute

Consumul de energie electrică în perioada 01.05-14.07.2020







Cele mai multe valori ale consumului înregistrate

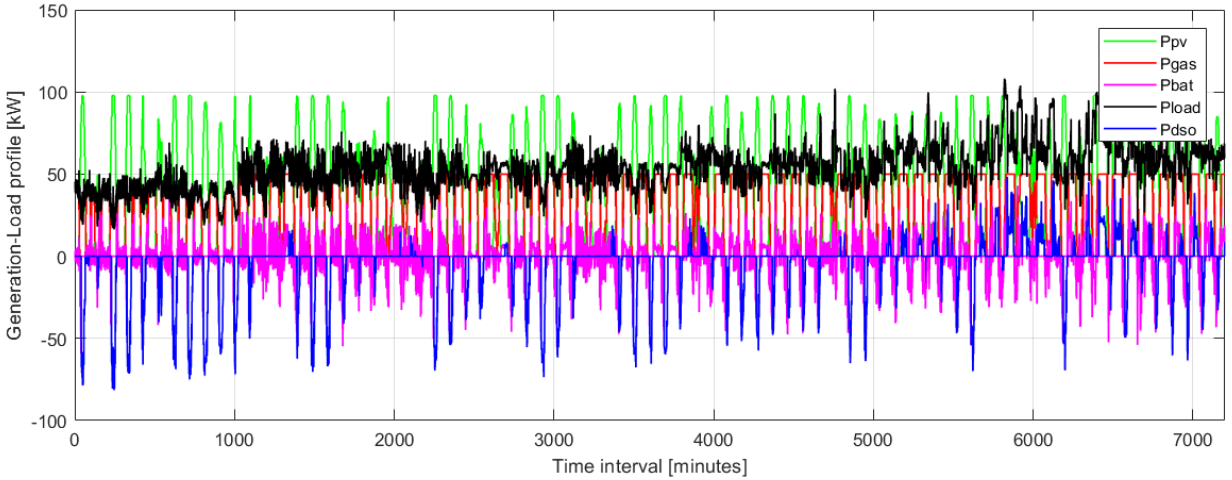
Pm = 57,25 kW

Pm = 53,25 kW

Media valorilor medii ale intervalelor de 15 minute

Rezultatele simulărilor considerând un generator pe gaz de 50 kW

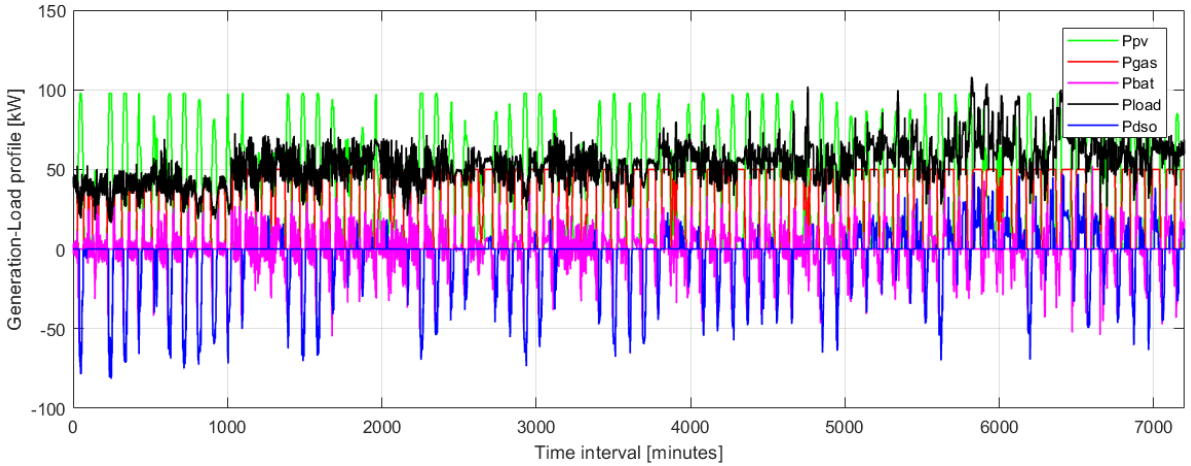
Nu s-a urmărit optimizarea strategiei de funcționare a bateriilor



$P_{n,GGU}$ = 50 kW
$SoC_{optimum}$ = [0.2 – 0.8]

$E_{deficit}$ = 2.31 MWh
$E_{surplus}$ = 10.34 MWh
E_{GGU} = 51.65 MWh

Aplicarea unui interval optim de funcționare pentru baterii, respectiv [40% – 60%]

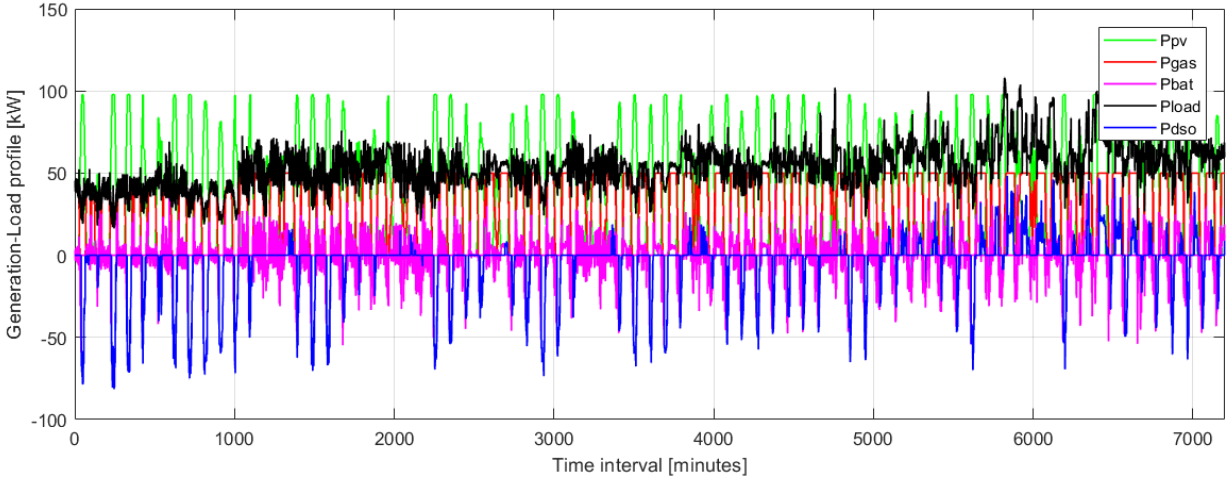


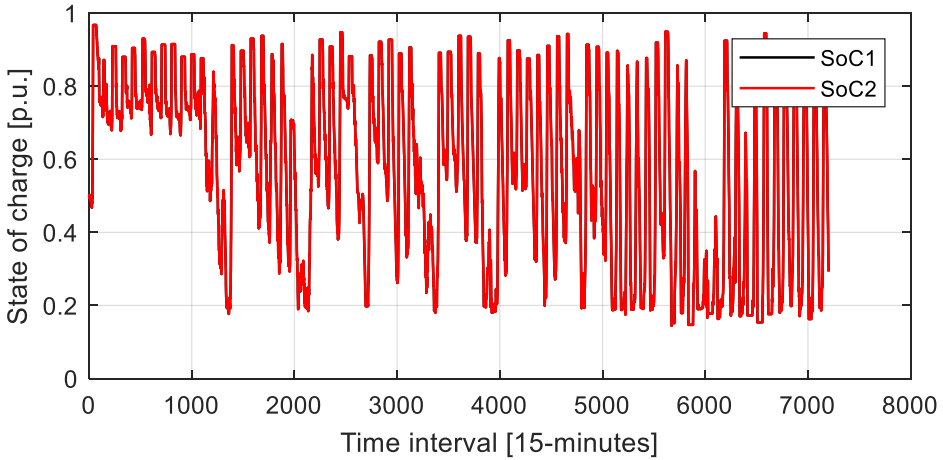
$P_{n,GGU}$ = 50 kW
$SoC_{optimum}$ = [0.4 – 0.6]

$E_{deficit}$ = 2.73 MWh
$E_{surplus}$ = 10.58 MWh
E_{GGU} = 51.51 MWh

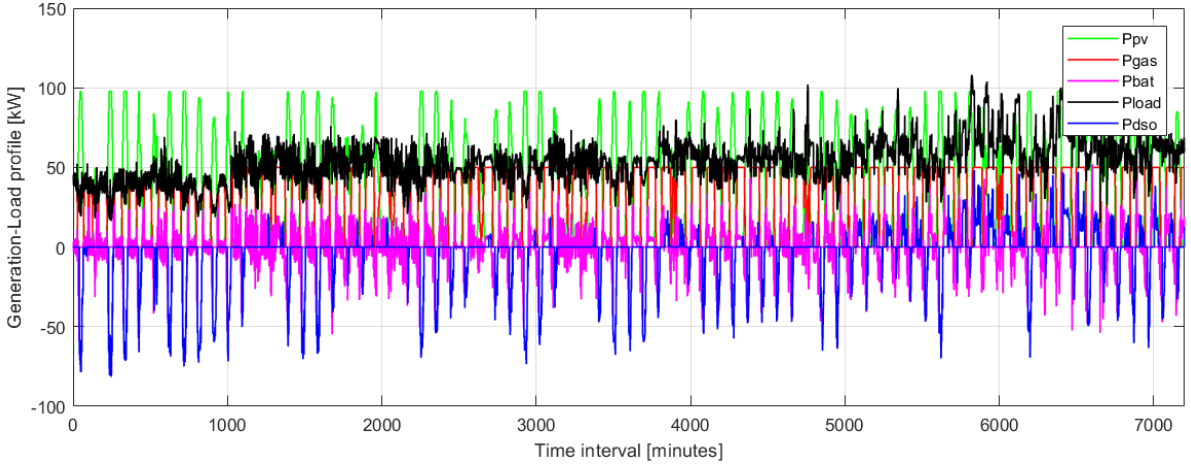
Rezultatele simulărilor considerând un generator pe gaz de 50 kW

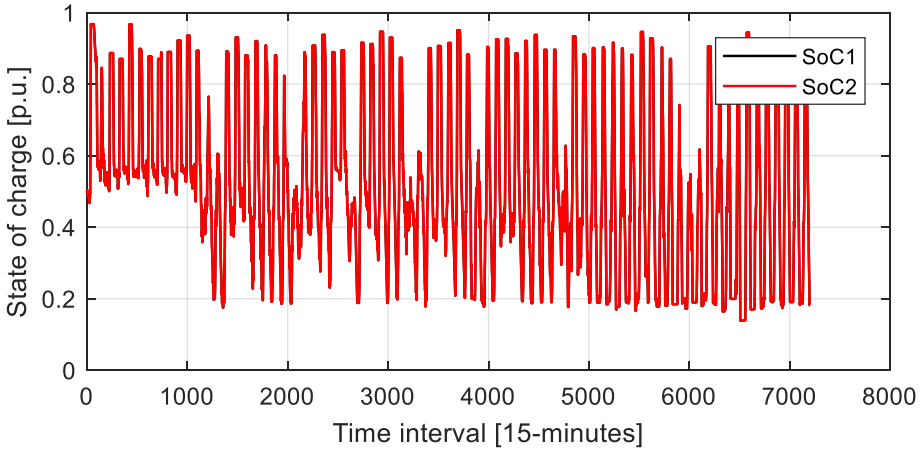
Nu s-a urmărit optimizarea strategiei de funcționare a bateriilor





Aplicarea unui interval optim de funcționare pentru baterii, respectiv [40% – 60%]

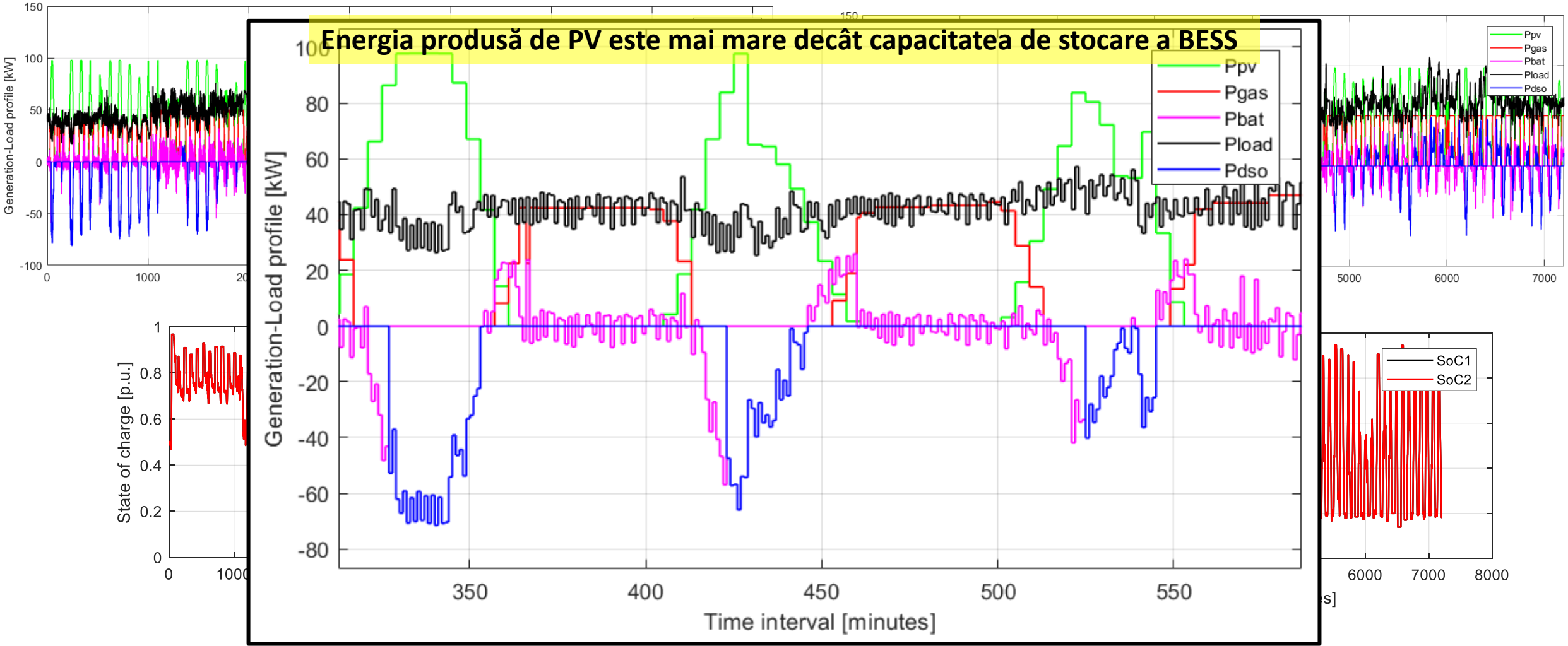




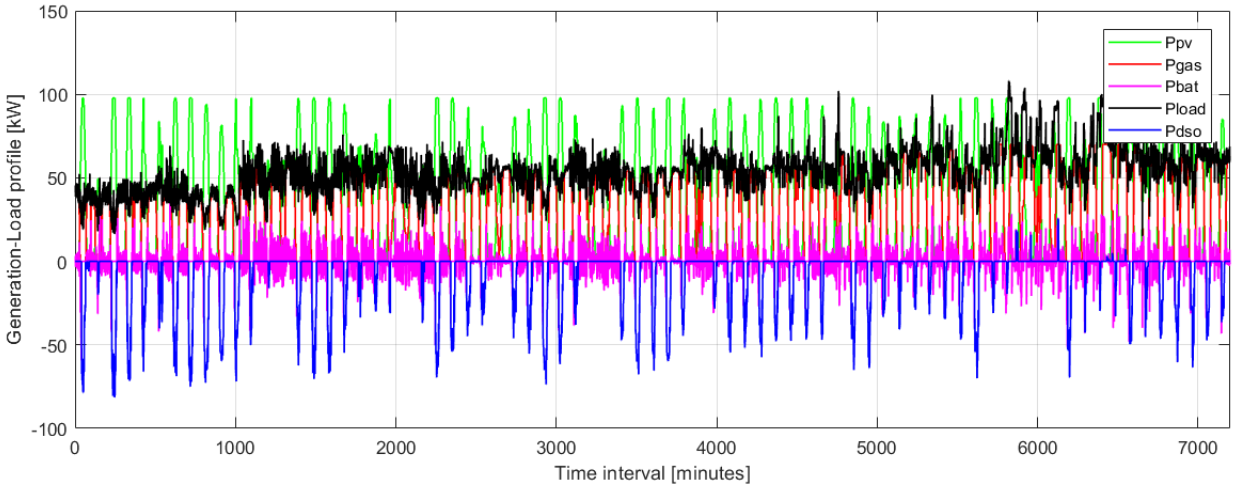
Rezultatele simulărilor considerând un generator pe gaz de 50 kW

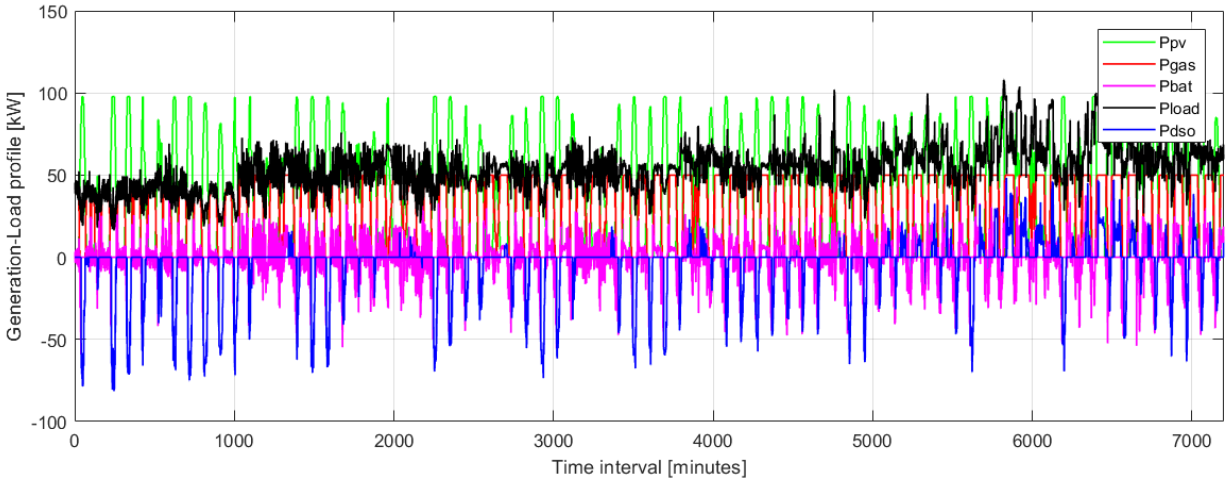
Nu s-a urmărit optimizarea strategiei de funcționare a bateriilor

Aplicarea unui interval optim de funcționare pentru baterii, respectiv [40% – 60%]



Generatorul pe gaz: 70 kW vs. 50 kW





$P_{n,GGU}$ = 70 kW
SoC_{optim} = [0.2 – 0.8]

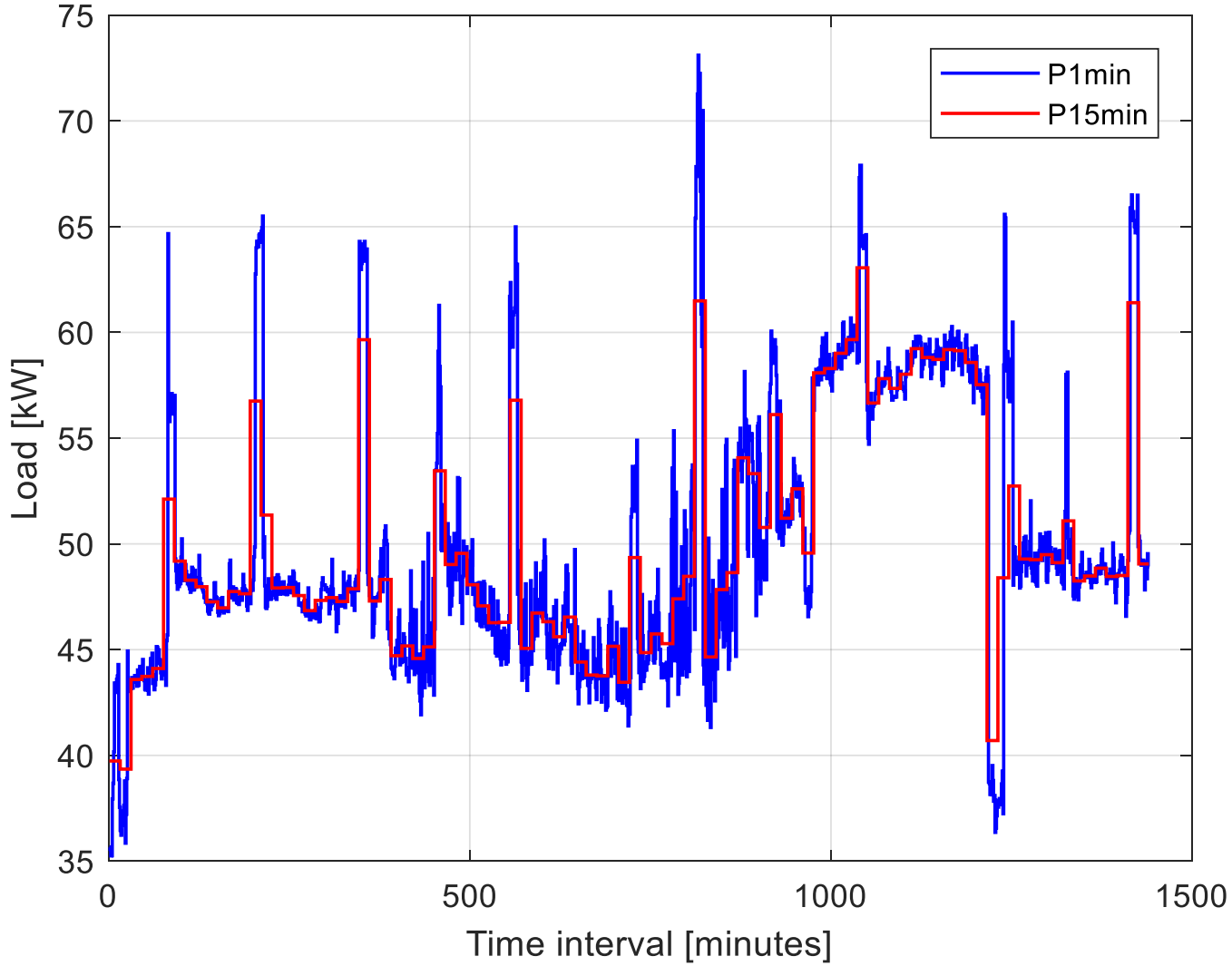
$E_{deficit}$ = 0.059 MWh
$E_{surplus}$ = 12.71 MWh
E_{GGU} = 56.23 MWh

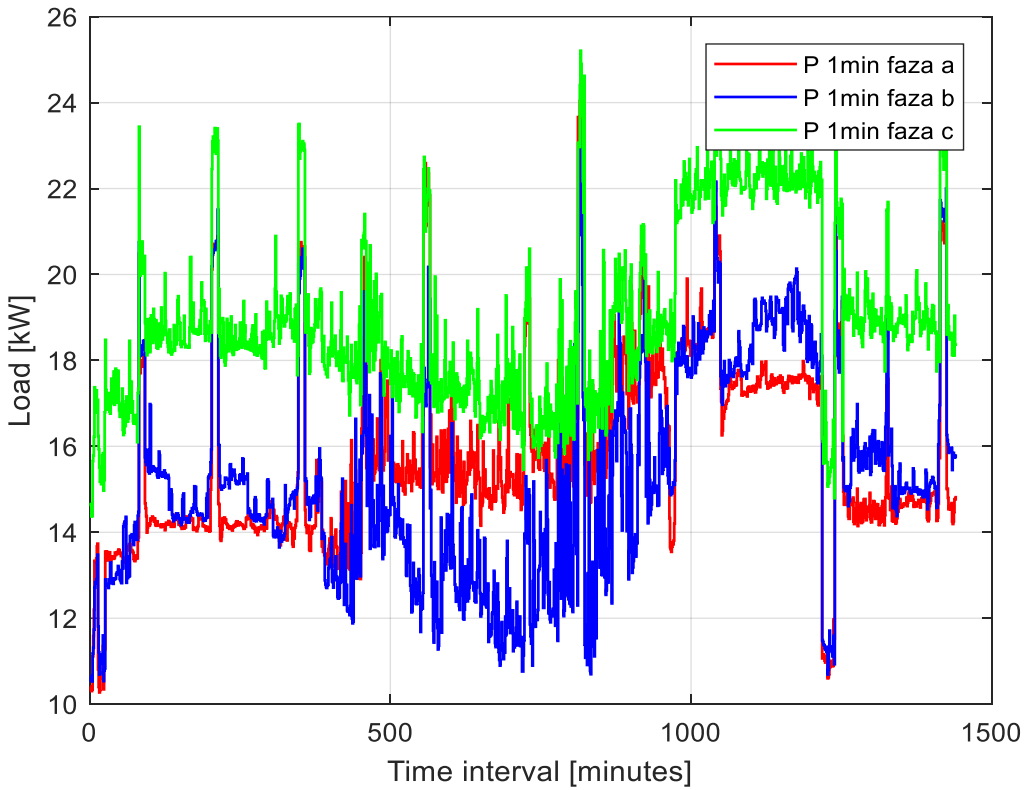
$P_{n,GGU}$ = 50 kW
SoC_{optim} = [0.2 – 0.8]

$E_{deficit}$ = 2.31 MWh
$E_{surplus}$ = 10.34 MWh
E_{GGU} = 51.65 MWh

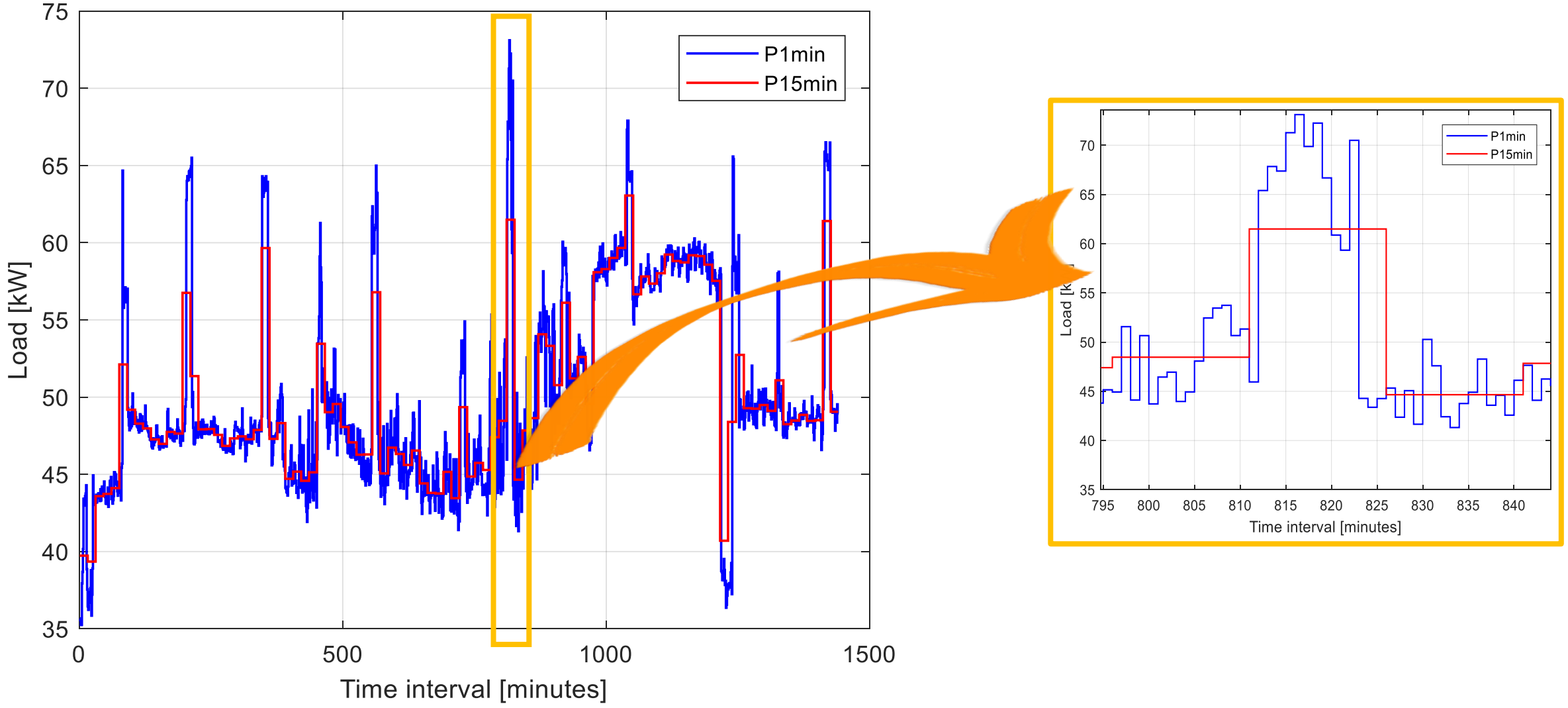
Simulări cu eșantionare de 1 minut

Consumul de energie electrică din 10 august 2020

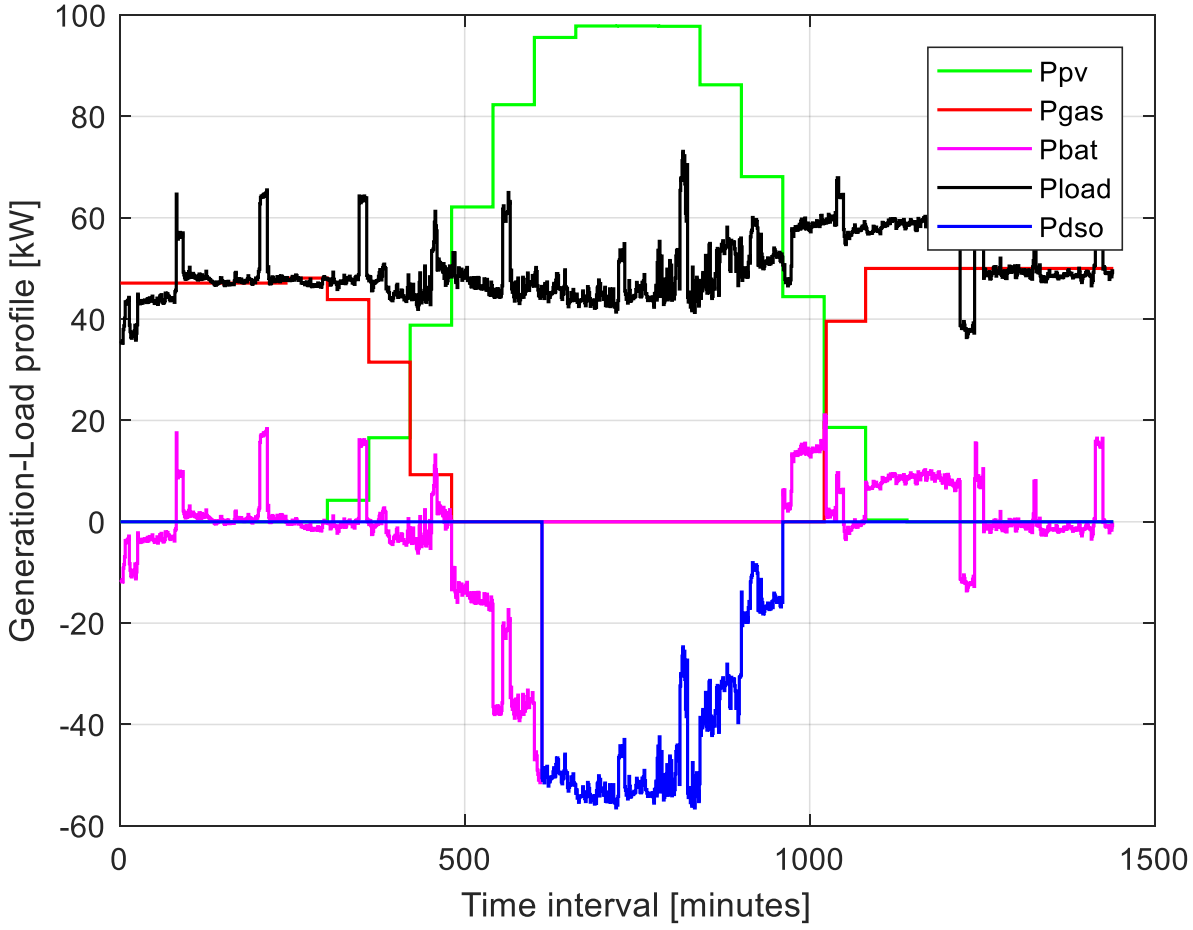




Consumul de energie electrică din 10 august 2020



Cazul #1: Nu există contract de vânzare a energiei electrice



$P_{n,GGU}$ = 50 kW

SoC_{inital} = 50%

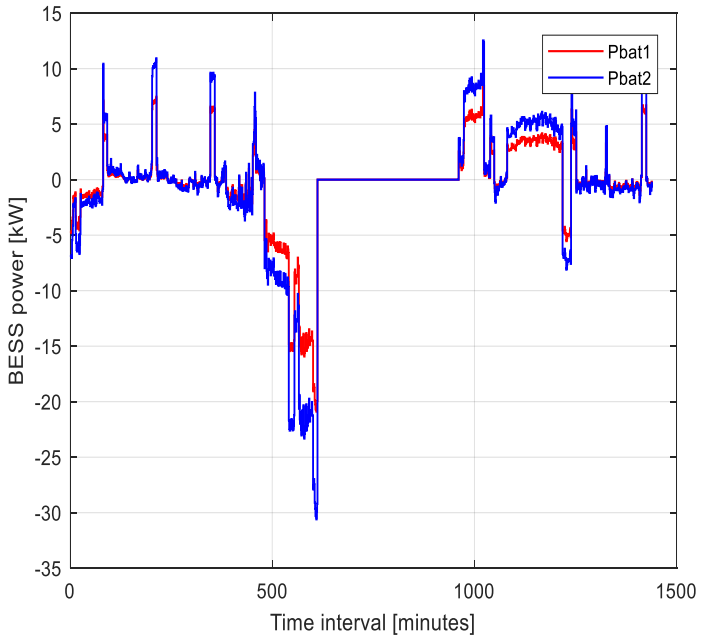
Pcontractual = 45 kWh

$E_{deficit}$ = 0 kWh

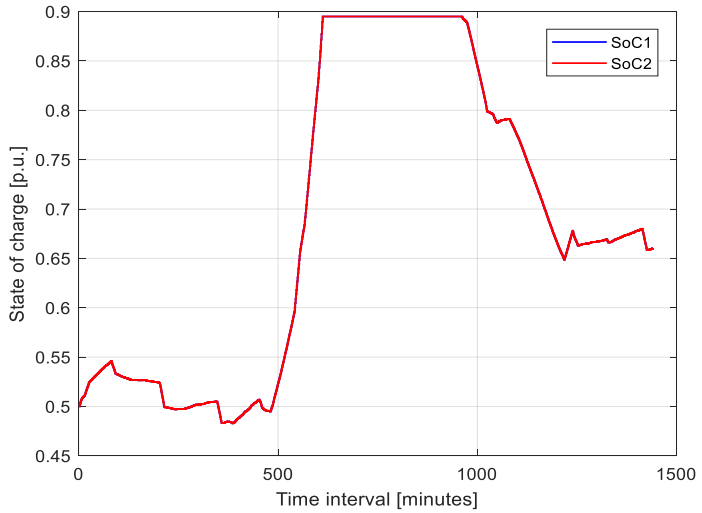
$E_{surplus}$ = 244.31 kWh

E_{GGU} = 659.78 kWh

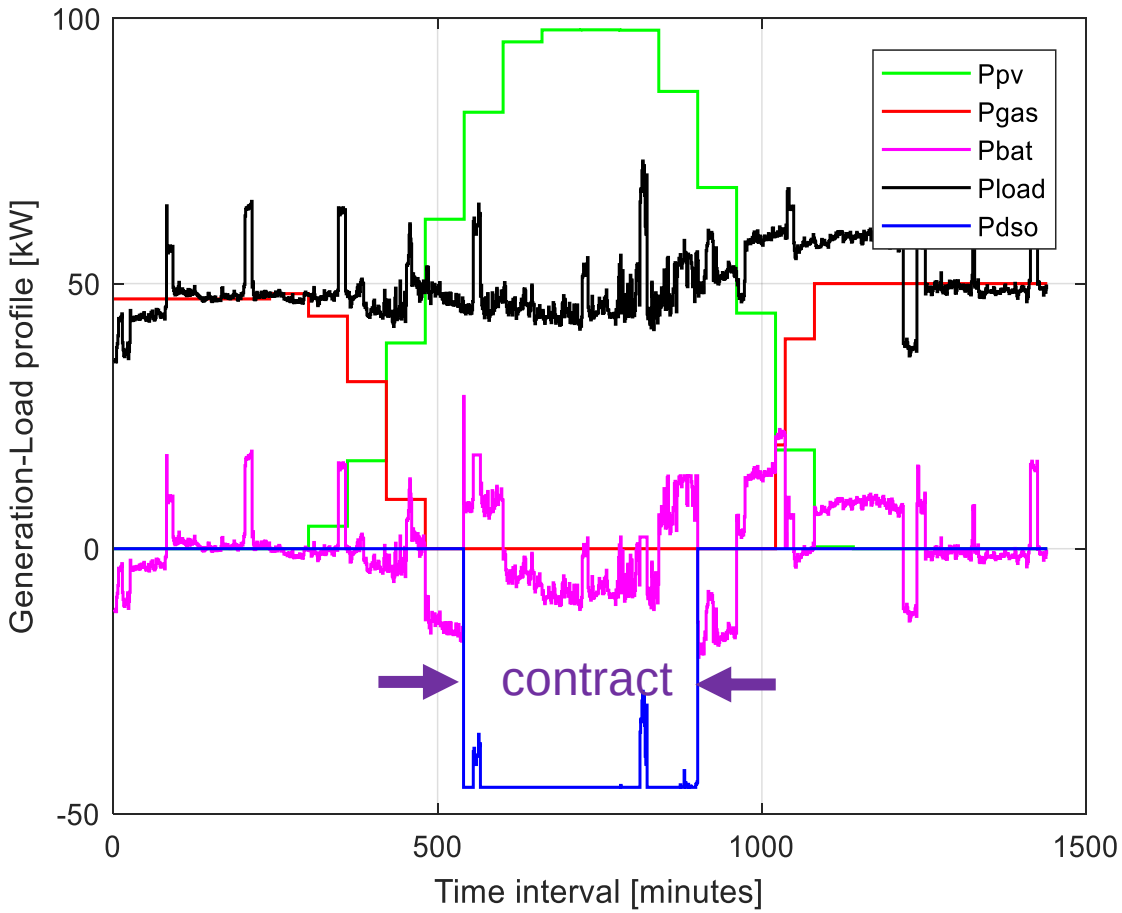
Puterile vehiculate de baterii



Starea de încărcare a bateriilor



Cazul #2: Există contract de vânzare a energiei electrice



$P_{n,GGU}$ = 50 kW

SoC_{inital} = 50%

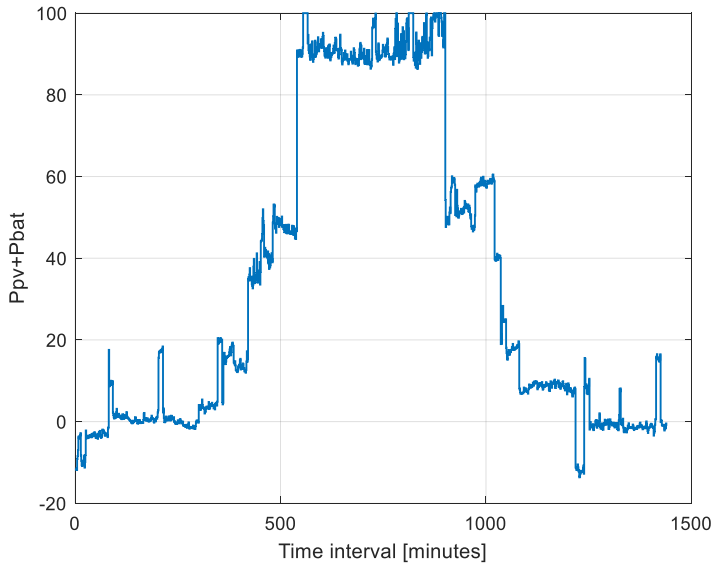
Pcontractual = 45 kWh

$E_{deficit}$ = 3.69 kWh

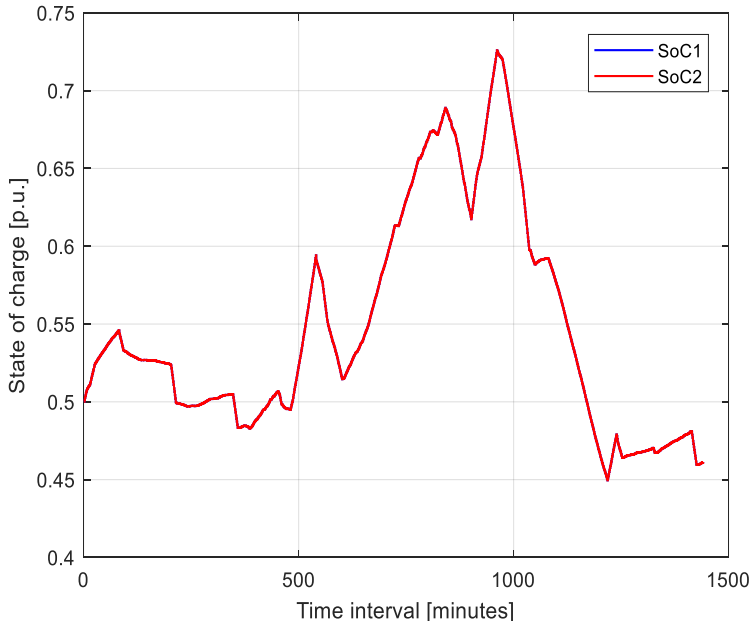
$E_{surplus}$ = 0 kWh

E_{GGU} = 655.78 kWh

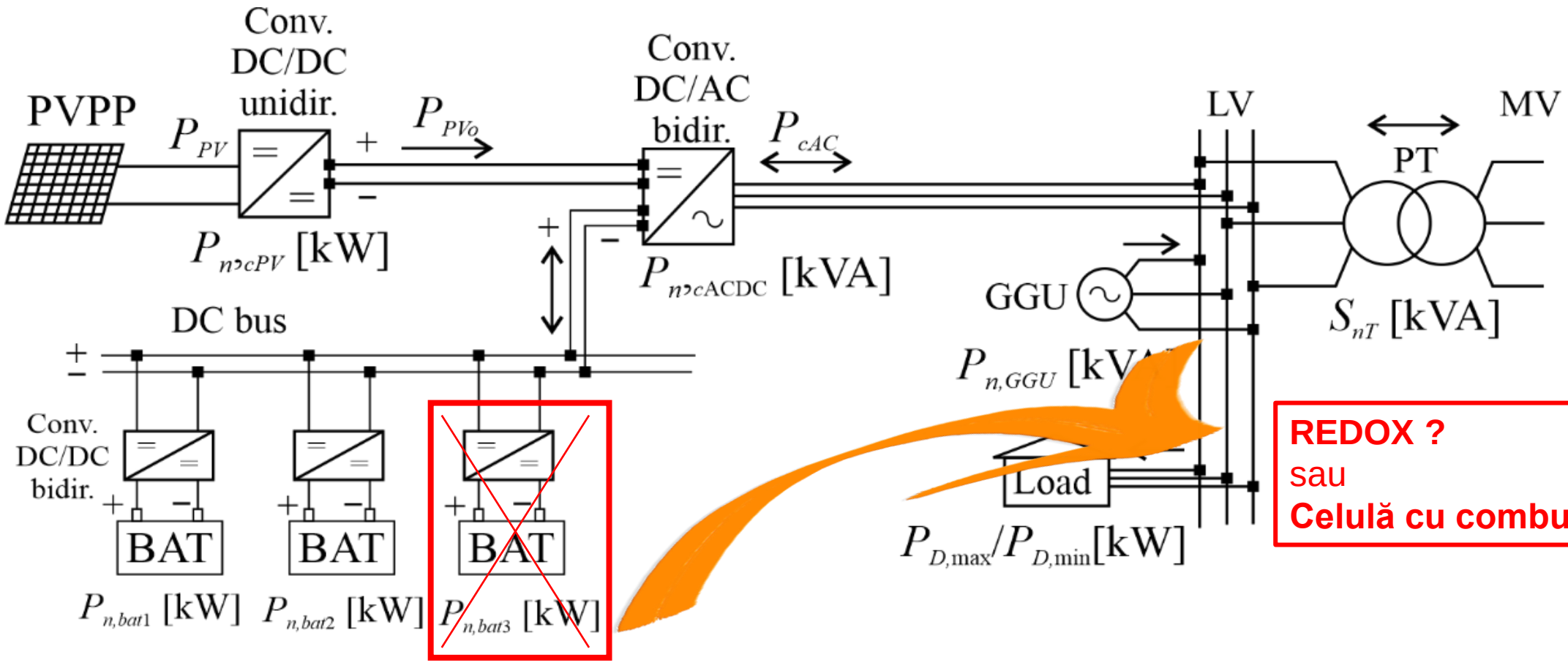
Puterile transferate prin convertorul DC-AC



Starea de încărcare a bateriilor



Schema monofilară a microrețelei



REDOX ?
sau
Celulă cu combustibil ?

Concluzii

- Strategia de control se particularizează pentru strategia de piață a beneficiarului
- Menținerea schimbului de putere cu rețeaua publică la o valoarea predefinită (echilibrul în interiorul microrețelei) este influențată de calitatea prognozei și strategiei de piață
- Intervalul de eșantionare devine important în funcție de strategia de piață. Se impune o eșantionare la intervale de 1 secundă pentru situația funcționării insularizate

Vă mulțumesc pentru atenție

E-mail: lucian.toma@upb.ro