



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00028

(22) Data de depozit: 23/01/2020

(41) Data publicării cererii:
30/07/2021 BOPI nr. 7/2021

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ " GHEORGHE
ASACHI " DIN IAȘI,
STR.PROF.DR.DOC.DIMITRIE
MANGERON, NR.67, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• NEAGU BOGDAN CONSTANTIN,
BLD.CHIMIEI, NR.25, BLE 13, ET 4, AP.1,
IAȘI, IS, RO;
• TURCU NARCIS - BOGDAN,
STR.CASĂ DE APĂ, NR.58, BUHUȘI, BC,
RO;
• CIBOTĂRICĂ MARIUS - ANDREI,
STR.PRIMĂVERII, NR.231, SAT DELENI,
COMUNA DELENI, IS, RO

(54) **METODĂ INOVATIVĂ DE ASISTENȚĂ DECIZIONALĂ
ORIENTATĂ SPRE EFICIENTIZAREA MANAGEMENTULUI
ACTIVITĂȚII PROSUMATORILOR**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o platformă software de gestiune și control integrat al surplusului de electricitate și al prețurilor de tranzacționare a energiei electrice provenite de la prosumatori. Platforma, conform invenției, cuprinde baze de date cu informații privind ofertele de vânzare (prosumatori) și cererile de consum (consumatori), respectiv tipul de contract, cantitățile tranzacționate și prețurile de tranzacționare, mijloace de analiză a tranzacțiilor, care analizează evoluția prețurilor și a cantităților tranzacționate, mijloace de profilare a cantității și prețului (surplus sau cerere) energiei electrice pentru toate categoriile de participanți, mijloace care efectuează analize statistice pentru gruparea și clasificarea tranzacțiilor în funcție de cantitate, și mijloace de prognoză pentru prognozarea prețurilor pentru instrumentele de prognozare disponibile.

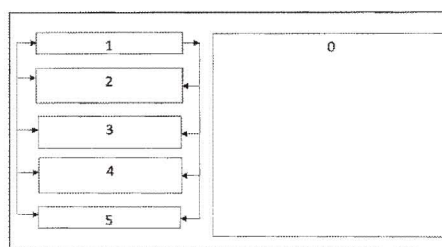


Fig. 2

Revendicări: 5
Figuri: 2



Metodă inovativă de asistență decizională orientată spre eficientizarea managementului activității prosumatorilor

Invenția se referă la un produs identificat sub forma unui program de calculator pentru centralizarea, analiza, gestiunea și controlul integrat al cantității de electricitate și prețurilor de tranzacționare a energiei electrice pe termen scurt și mediu (până la 6 luni) atât pentru furnizori, cât și pentru noii participanți la piața de energie electrică (prosumatorii), materializat sub forma unei platforme software ce conține caracteristici tehnice cu aplicabilitate pe piața de energie, identificabile prin procedee în interiorul modulelor software componente, ce are ca efect optimizarea profitului, minimizarea riscului încheierii unor tranzacții dezavantajoase ca preț și reducerea impactului asupra mediului prin eficientizarea consumului de energie și încurajarea utilizării resurselor regenerabile, implicând utilizarea unui calculator programat ce oferă suportul de asistare a deciziilor.

Produsul, care constituie obiectul invenției, prin procedeele inovative propuse, trebuie să ruleze pe un calculator, determinând creșterea eficienței energetice cu efecte asupra îmbunătățirii securității alimentării cu energie, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și optimizarea prețurilor de tranzacționare la un nivel suportabil pentru consumatorii finali.

Eficiența energetică reprezintă nu numai un instrument de a economisi bani și resurse, ci și o necesitate de adaptare flexibilă la nevoile consumatorilor. Eficiența energetică la nivelul rețelelor electrice poate fi identificată prin identificarea unor cantități din ce în ce mai mari de electricitate generate de către micii producători sau prosumatori (putere instalată de maxim 27 kW) care să poată fi tranzacționată pe piața de energie, pe de o parte direct cu ajutorul unor furnizori consacrați, iar pe de altă parte prin utilizarea de contracte bilaterale fie între furnizori și prosumatori, fie între prosumatori-consumatori, respectiv furnizor-prosumatori și consumatori. În acest context, se consideră impetuos necesar un produs software pentru monitorizarea și controlul cantităților de electricitate participante la piața de energie și generarea de soluții inovative care să permită adoptarea de măsuri care să determine un management energetic pentru toți actorii implicați în tranzacționarea de electricitate.

Prin utilizarea platformei de management integrat, furnizorii pot identifica tranzacțiile dezavantajoase, avantajele fiind împărțite între toți participanții la procesul de distribuție și furnizare a energiei electrice. Deoarece furnizorii de energie electrică sunt obligați, la solicitarea prosumatorilor cu care aceștia au încheiate contracte de furnizare a energiei electrice, să

achiziționeze energia electrică produsă, la un preț egal cu prețul mediu ponderat înregistrat în Piața pentru Ziua Următoare (PZU) în anul anterior (avantajul furnizorului fiind că, deși energia este tranzitată prin aceeași rețea de distribuție, acesta nu va plăti tariful de distribuție, iar prosumatorul va putea comercializa surplusul de energie produs). Prin contracte bilaterale prosumator-consumator (contracte de tip P2P - Peer-to-Peer), acesta din urmă poate achiziționa o cantitate din energie la un preț mult mai mic decât cel oferit de un furnizor clasic. De asemenea, energia electrică injectată de către prosumatori contribuie la diminuarea consumului propriu tehnologic al operatorului de distribuție, prin reducerea importului de energie în rețea.

În prezent, consumatorii finali își achiziționează necesarul de consum de la furnizori care activează pe piața concurențială de energie electrică. Operatorul pieței de energie electrică din România este OPCOM, care administrează tranzacțiile între producători și furnizori utilizând o piață de contracte bilaterale (PCB) și o piață pe ziua următoare (PZU). Fiecare dintre aceste modalități de tranzacționare are o dinamică proprie a cantităților și prețurilor din oferte. Începând cu 1 ianuarie 2018, conform calendarului de liberalizare aprobat de Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE), prețul energiei electrice este liberalizat integral și pentru consumatorii casnici, aceștia preferând să își achiziționeze energia de la unul dintre furnizorii regionali de ultimă instanță, fie să își aleagă un furnizor comercial de pe piața liberă. Furnizorii care deserveșc clienții finali achiziționează energia electrică de pe piață. Cu cât prețul de achiziție este mai avantajos, cu atât ofertele comerciale ale furnizorilor pot fi mai atractive.

Se cunosc diverse produse software dezvoltate sub forma unor programe de calculator de companii străine care au ca scop gestiunea și analiza surplusului de electricitate produs de către prosumatori, marea majoritate făcând referire doar la modalitățile de tranzacționare cu contracte directe între acești noi mici producători și consumatorii finali. La nivel național încă nu s-a exist[un instrument de această anvergură.

Produsul software [1] permite tranzacționarea surplusului de energie electrică produsă și neconsumată de către prosumatori, unor grupuri de consumatori aflat în proximitatea acestora, însă principalele dezavantaje ar fi: vânzarea unor cantități de electricitate prin intermediul unor contracte gestionate de către furnizori consacrați; nu are dezvoltat un modul de pentru identificarea modalității de tranzacționare în funcție de instalațiile incluse în conturul de analiză; lipsa unei prognoze pentru a eficientiza atât cantitatea de electricitate și prețurile de tranzacționare; este utilă doar marilor consumatori industriali și nu micilor consumatori.

În [2], se prezintă un produs software ce permite doar gestiunea consumului de energie electrică la nivelul consumatorilor industriali, însă nu are dezvoltate instrumentele pentru

profilare, prognoză și programare optimă a consumului, în funcție de regimurile caracteristice sau ținând seama de factorii meteorologici, în scopul reducerii costurilor cu achiziția energiei.

PeerEnergyCloud [3] utilizează tehnologii bazate pe cloud pentru o platformă locală de tranzacționare electronică a energiei produsă local. Marele dezavantaj este că nu permite analiza statistică și procesul de luarea a deciziilor privind prețul de achiziție și prioritatea achiziției energiei din surse regenerabile, la nivelul microrețelelor.

Produsul soft prezentat în [4] permite achiziția, monitorizarea, gestiunea și analiza consumurilor de energie electrică, în general. Acesta permite o simulare a unei piețe de energie din surse regenerabile care al avantaja sistemul energetic prin reducerea emisiilor de carbon. Trebuie menționat faptul că și în acest caz dezavantajele sunt multiple, referitoare la lipsa modulelor de prognoză de cantități de energie tranzacționată sau de prețuri de tranzacționare, respectiv asistența decizională privind modul de achiziție a surplusului de energie produs de fiecare prosumator participant.

Soluția prezentată în [5] are în vedere un produs software ce permite gestionarea unor cantități de electricitate simulate într-un model de piață descentralizată, care ține seama de restricțiile tehnice ale rețelei, respectiv circulații de puteri, fără analize aprofundate de consum de energie, prognoză de sarcină și asistența decizională a modului de achiziție a electricității de la prosumatori, pentru reducerea cheltuielilor cu factura.

În [6] este dezvoltat un produs software ce are ca scop gestiunea, analiza și controlul eficient al purtătorilor de energie în microrețele în curent continuu sau alternativ, având ca dezavantaje lipsa modulelor de identificare a contractelor dintre consumatori-prosumatori de cost minim, și analiza statistică, respectiv previziunea prețurilor de achiziție..

Produsul identificat sub forma unei platforme software de gestiune și control integrat al surplusului de electricitate și prețurilor de tranzacționare a energiei electrice provenite de la prosumatori, care constituie obiectul invenției, are ca efect tehnic creșterea eficienței energetice prin procedee inovative propuse care permit prognoza și tranzacționarea optimă a surplusului energiei electrice produse de către prosumatori (din surse regenerabile), pentru eficientizarea și reducerea prețului de achiziție de către consumatorii finali, care să determine scăderea cantității de electricitate de la furnizor (la un preț impus, și reducerea costurilor de achiziție, respectiv atenuarea semnificativă a impactului facturilor energetice asupra costurilor operaționale.

Produsul prezintă o serie de caracteristici care îl diferențiază și îi poate oferi o poziționare avantajoasă în cadrul serviciilor de management și eficiență energetică comparativ cu produsele software de tranzacționare a energiei regenerabile. Folosind procedee inovative, produsul destinat managementului și controlului integrat al surplusului de electricitate și

prețurilor de tranzacționare a energiei electrice provenite de la prosumatori are următoarele caracteristici tehnice: (i) *gestionarea bazelor de date* cu informații privind ofertele de vânzare (prosumatori) și cererile de consum (consumatori), respectiv tipul de contract (peer-to-peer – P2P), cantitățile tranzacționate și prețurile de tranzacționare; (ii) *analiza tranzacțiilor* - destinat analizei evoluției prețurilor și cantităților tranzacționate, prin selecția tranzacțiilor după diverse criterii și vizualiz.,area numerică și grafică a rezultatelor; exemple de criterii posibile sunt: criteriul “tip de instrument” – lunar, anual etc., criteriul „instrument de tranzacționare” – luna martie 2017, iunie 2018 etc., criteriul „dată” sau criteriul „vânzător”; profilarea cantității și prețului (surplus sau cerere) de energie electrică pentru toate categoriile de participanți. (iii) *statistică* – destinat grupării și clasificării tranzacțiilor în funcție de cantitate, dispunând de criterii de selecție similare modulului anterior. (iv) *prognoză* – destinat prognozei prețurilor pentru instrumentele de tranzacționare disponibile, la bază un algoritm de optimizare combinatorială.

Metoda de tranzacționare a surplusului de electricitate provenit de la surse regenerabile de mică putere (prosumatori) este descrisă în Fig. 1. Ținând seama că prosumatorii sunt, de fapt, producătorii de electricitate care își vând surplusul de energie produs (W_{gpS}), aceștia pot vinde surplusul doar dacă propriul consum (W_{oc}) este mai mic decât energia produsă. Dacă această relație matematică este îndeplinită, procesul de tranzacționare bazat pe principiul “blockchain” începe. În primul rând, algoritmul utilizează o metoda de explorare de date pentru a verifica dacă energia cerută (W_d) este mai mare decât cea generată de prosumatori (W_{gp}). Apoi se calculează energia totală pe care prosumatorii o pot oferi (W_{of}) ca fiind o diferență dintre energia totală generată și cea de auto consum, din curbele de sarcină (W_g), respectiv:

$$\sum_{k=1}^n W_{of}^{k,h} = \sum_{k=1}^n (U_g^{k,h} \cdot I_g^{k,h}) - \sum_{k=1}^n W_{oc}^{k,h} \quad (1)$$

în care U_g și I_g sunt tensiunea și curentul de generare a prosumatorului k , la ora h .

Din câmpul de contracte încheiate se poate determina prețul total al energiei oferite de prosumatori, prin multiplicarea cantității de electricitate (kWh) și prețul pentru un kWh, negociat între prosumator și consumator (conectați la aceeași rețea) utilizând contractele P2P.

La următorul pas, fiecare cantitate de energie oferită de către prosumatori este validată și devine disponibilă pentru tranzacționare, iar prosumatorul va primi un mesaj de atenționare. Dacă cantitatea de energie cerută (W_d) este mai mare decât cea oferită de prosumatori, consumatorii vor primi electricitate de la prosumatorii cu care are încheiate deja contracte inteligente de tip P2P. În condițiile în care există încheiat contract P2P, în mod automat intervine o metodă metaeurisitică de realizare a tranzacției propusă special pentru simularea

conceptului de blockchain. Astfel, în momentul în care în baza de date există o listă cu energii oferite de diferiți prosumatori și o listă cu energii cerute de consumatori, se pun bazele unei noi tranzacții, pentru care se va reține printre altele sub formă de vectori, data și tipul tranzacției, ID-ul și numele vânzătorului (prosumatorului), cantitatea, prețul de tranzacționare pe unitate și prețul total al tranzacției. Dacă există contracte P2P semnate între un consumator și mai mulți prosumatori, tranzacțiile se realizează utilizând regula *primul venit – primul servit*, fiind înregistrate într-un registru de evidență. Trebuie subliniat faptul că într-un vector sunt păstrate informațiile privind plățile virtuale către prosumatori, asemănător principiului cryptomonedelor. Pot fi analizate informații ca sume plătite și cantități de energie achiziționate, ID-urile prosumatorilor de la care s-a obținut energie electrică, pentru a evidenția numărul de furnizori locali, la care se adaugă și furnizorul clasic.

Tot la nivelul acestui bloc de simulare de tip blockchain indicat cu gri în Fig.1, sunt gestionate tranzacțiile efectuate, dacă cantitățile de energie oferite W_{of} satisfac cantitățile cerute W_d . În situația în care nu există în registrul de energii oferite cantități disponibile, consumatorii sunt nevoiți să achiziționeze energia de la furnizorul de electricitate, la prețul impus de acesta. Algoritmul continuă atât timp cât cantitatea de electricitate oferită W_{of} este pozitivă (mai mare ca zero) sau există cerere W_d . În final, dacă s-a efectuat procesul de tranzacționare, actorii implicați vor primi notificări.

Platforma inovativă propusă are o structură integrată formată din 4 module interdependente care pot fi identificate cu etapele ce trebuie parcurse într-un proces de management performant al tranzacționării energiei pe piața de energie: (1) *Gestiunea bazelor de date* După introducerea înregistrărilor în baza de date, acestea sunt șterse din tabelul temporar, iar, pentru a preveni introducerea accidentală a unor date dublate, butonul de actualizare a bazei de date este inactivat. Noile înregistrări se vor găsi la finalul registrului permanent. Sectorul de afișare asociat conținutului registrului de tranzacții dispune și el de un navigator cu funcții similare, pentru a permite corectare unor greșeli depistate ulterior actualizării bazei de date. Câmpul Nr, contorul înregistrărilor, este de tip cheie primară. Într-o un tabel al unei baze de date SQL, valoarea unei chei primare poate fi folosită o singură dată. Dacă înregistrarea respectivă va fi ștearsă, numărul ei nu va mai apărea niciodată în tabel, iar înregistrările noi vor primi următoarele numere disponibile. De aceea, este posibil ca, la afișarea conținutului tabelului tranzacții, numerele de pe coloana Nr să nu fie întotdeauna consecutive. (2) *Analiza tranzacțiilor*. Fereastra de analiză a tranzacțiilor este accesibilă doar după conectarea la baza de date și se activează apăsând pe butonul aferent. Folosind grupul de liste derulante, utilizatorul poate filtra tranzacțiile efectuate. În listele de tranzacții se vor afișa într-

un tabel comun toate informațiile disponibile în baza de date. În plus, pentru fiecare dată calendaristică pentru care s-a încheiat măcar o tranzacție, se va afișa în aceeași listă și cantitatea totală de energie tranzacționată pe PZU, împreună cu prețul mediu zilnic de tranzacționare, în scop comparativ. Deoarece informațiile de piață se limitează la prețuri de tranzacționare și volume de energie tranzacționate, fereastra de analiză este simplă, dar concisă, aceasta oferind doar un criteriu de selecție, data calendaristică pentru care se afișează informații. Dacă se alege afișarea pentru toate datele de tranzacționare existente în baza de date, tabelul și graficul vor afișa suma cantităților totale de energie tranzacționate și prețul mediu de tranzacționare pe fiecare zi. Dacă se alege pentru afișare o singură zi, se vor afișa cantitățile totale de energie și prețurile de tranzacționare pentru fiecare oră din ziua respectivă. (3) *Statistică* cu scopul grupării tranzacțiilor după puterea orară tranzacționată, în vederea obținerii de informații statistice relevante (număr de tranzacții efectuate, puteri minime, maxime și medii tranzacționate, pentru anumite intervale de putere). În cazul grupării clasice, tranzacțiile vor fi grupate în funcție de palierele de putere (0-27 kWh). Dacă se alege metoda grupării prin clustering, algoritmul k-medii folosit pentru această metodă consideră numărul de grupuri specificat de utilizator, împărțind tranzacțiile asociate instrumentului selectat în numărul respectiv de grupuri. (4) *Prognoza* destinat prognozei prețurilor și a cantităților tranzacționate utilizând date istorice disponibile deja în baza de date.

Produsul are aplicabilitate în procesul de monitorizare, control și optimizare a consumului de energie electrică și gaze naturale, respectiv reducere a costurilor, prezentând următoarele avantaje: (1) modalitatea ușoară de descriere și caracterizare a consumatorilor prin intermediul caracteristicilor de consum de energie electrică și gaze naturale pe categorii de consumatori, indiferent de domeniul de activitate al IMM-urilor, ale corelațiilor între consumuri, respectiv tiparelor de consum în vederea definirii unor profiluri tip folosind tehnici de explorare a bazelor de date bazate pe gruparea spațială - clustering; (2) oferă posibilitatea de profilare și prognoză a consumurilor de energie electrică și gaze naturale; (3) oferă programarea optimă a consumurilor de energie electrică și gaze naturale prin implementarea unor modele conceptuale și a metodelor de optimizare combinatorială pentru un management energetic eficient.

Figura 2 prezintă fereastra principală a platformei software cu modulele: *Gestiune bază de date* (1), *Analiza tranzacții* (2), *Statistică* (3) și *Prognoză* (4). Fiecare modul poate funcționa independent, dar pentru a putea rula, utilizatorul trebuie să se conecteze la baza de date a platformei prin intermediul butonului *Conectare baza de date* (5). Spațiu de afișare atât sub formă tabelară și grafică este indicat cu (0), în cadrul Figurii 2.

Bibliografie selectivă

- [1] Method and system for secure and private forward trading platform in transactive microgrids, <https://www.schneider-electric.us/en/work/solutions/power-and-energy-management-solutions>.
- [2] Siemens, SIMATIC Energy Management, <https://www.siemens.com/global/en/home/products/automation/industry-software/automation-software/energymanagement.html>.
- [3] B. Brandherm, J. Baus, J. Frey, "Peer Energy Cloud-Civil Marketplace for Trading Renewable Energies", *the 8th International Conference on Intelligent Environments*, pp. 375-378, June 2012.
- [4] P. Baez-Gonzalez, E. Rodriguez-Diaz, J. C. Vasquez and J. M. Guerrero, "Peer-to-Peer Energy Market for Community Microgrids [Technology Leaders]," in *IEEE Electrification Magazine*, vol. 6, no. 4, pp. 102-107, Dec. 2018.
- [5] Guerrero, J., Chapman, A., & Verbic, G. Peer-to-Peer Energy Trading: A Case Study Considering Network Constraints. In *Proceedings of the Asia-Pacific Solar Research Conference, Sydney, Australia* (pp. 4-6), 2018
- [6] Kuruseelan, S., & Vaithilingam, C., Peer-to-Peer Energy Trading of a Community Connected with an AC and DC Microgrid. *Energies*, 12(19), 3709, 2019.
- [7] Neagu, B. C., Grigoraş, G., & Ivanov, O., An Efficient Peer-to-Peer Based Blockchain Approach for Prosumers Energy Trading in Microgrids. In *2019 8th International Conference on Modern Power Systems (MPS)* (pp. 1-4). IEEE, 2019.

REVENDICĂRI

Produs inovativ, identificat sub forma unei platforme software pentru centralizarea, analiza, gestiunea și controlul integrat al cantității de electricitate și prețurilor de tranzacționare a energiei electrice pe termen scurt și mediu (până la 6 luni) atât pentru furnizori, cât și pentru noii participanți la piața de energie electrică (prosumatorii), implicând utilizarea unui calculator programat, ca suport de asistare a deciziilor, **caracterizat prin aceea că** prezintă caracteristici tehnice cu aplicații industriale la prosumatori, consumatori, manageri rețea, agregatori sau furnizori, identificabile prin procedee inovative dezvoltate în interiorul modulelor componente, ce au ca efect tehnic creșterea eficienței energetice, implicând: gestiunea optimă a datelor de mari dimensiuni în scopul asistării deciziilor privind strategiile de tranzacționare a surplusului de energie, prognoza și profilarea cantităților de energie din surse regenerabile, pentru scăderea facturilor energetice.

Procedeu de gestiune optimă a datelor **caracterizat prin aceea că** include un algoritm de management al datelor care prezintă caracteristici tehnice în scopul asistării deciziilor privind strategiile de planificare a producției: permite *analiza* bazelor de date de mari dimensiuni referitoare la consumuri de energie zilnice/lunare, factori meteo, caracteristici tehnice și funcționare (profiluri de producție din surse mici regenerabile), asigură *interfața* dintre modulele de aplicații și datele fizice ale bazei de date, implică *interogarea* într-o formă echivalentă optimizată urmărind corelarea consum - factori meteo - costuri, oferă *securitatea* datelor la nivelul utilizatorului final.

Procedeu de prognoză anuală, lunară și zilnică dezvoltată în scopul maximizării cantității de electricitate provenite de la prosumatori și tranzacționate **caracterizat prin aceea că** folosește un algoritm de explorare a datelor folosind elemente specifice (consumuri de electricitate și gaze naturale) și variabile cum ar fi tip zi (lucrătoare/nelucrătoare) și parametri meteo, care include *preprocesarea datelor* selectate în scopul identificării și îndepărtării valorilor anormale, *normalizarea datelor* prin transpunerea valorilor într-un interval dat, *gruparea spațială a datelor* încadrând zilele în tipare de consum și *determinarea dependențelor consum = f(factori meteo)* în interiorul fiecărui tipar de consum folosind un model de regresie, oferind posibilitatea estimării consumurilor viitoare.

Procedeu de prognoză bazată cantitatea de energie tranzacționată pentru stabilirea tarifului de achiziție la consumatori, care să conducă la scăderea facturilor energetice **caracterizat prin aceea că** folosește un algoritm neuronal ce conține *preprocesarea cantităților de energie tranzacționate* asociate intervalului de timp selectat în scopul identificării și îndepărtării

valorilor lipsă sau zero, *determinarea numărului optim de cantități de energie tranzactionate* rezolvând o problemă de minimizare a erorilor pătratice, *identificarea și asocierea a noi cantități de electricitate, prognoza tarifelor de tranzacționare* în funcție de tiparul de consum și de parametrii meteo (temperatură, viteza vântului și umiditate) estimați.

Procedeu de optimizare multicriterială pentru tranzacționarea surplusului de electricitate al prosumatorilor **caracterizat prin aceea că** folosește un algoritm de explorare rapidă a mulțimii soluțiilor admisibile ce are în vedere *identificarea contractelor tip P2P* valide, programabile/neprogramabile și a cantității de tranzacționat, *generarea variantelor de optime de tranzație zilnică* a cantității disponibile în registru în funcție de restricții, tip de tranzație, număr tranzații, dependența în efectuarea unor operații de căutare avansată după dată pentru aplicarea metodei primul venit, primul servit, *identificarea soluției optime de tranzacționare* dependentă de prețul de tranzacționare (negociat/nenegociat) care conduce la minimizarea costului energiei achiziționate.

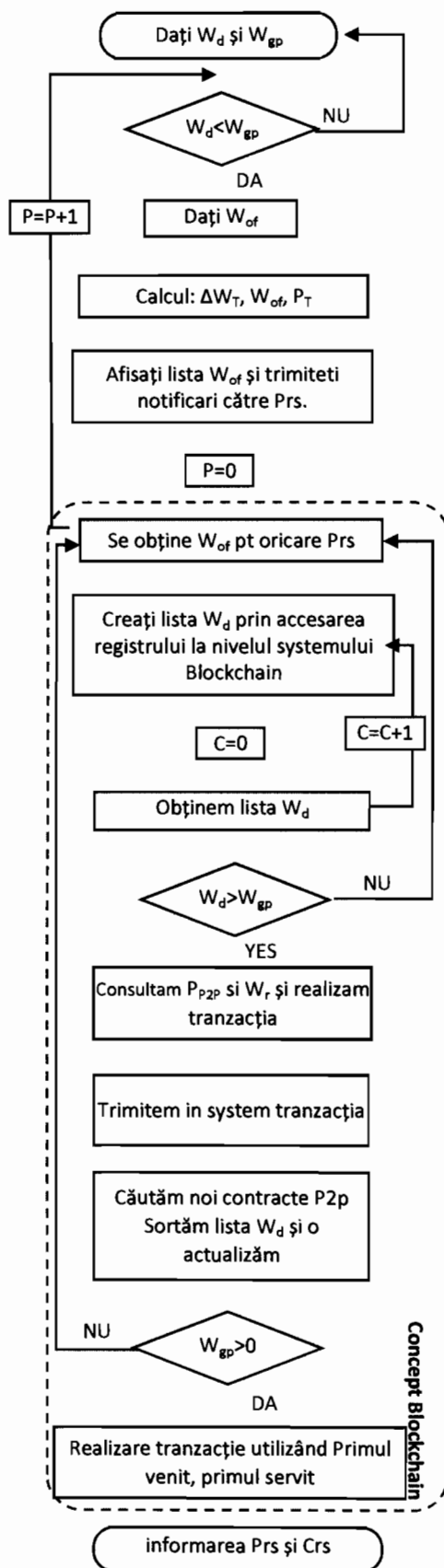


Figura 1. Algoritm de tranzacționare a surplusului de electricitate prin contracte de tip P2P utilizând conceptul blockchain

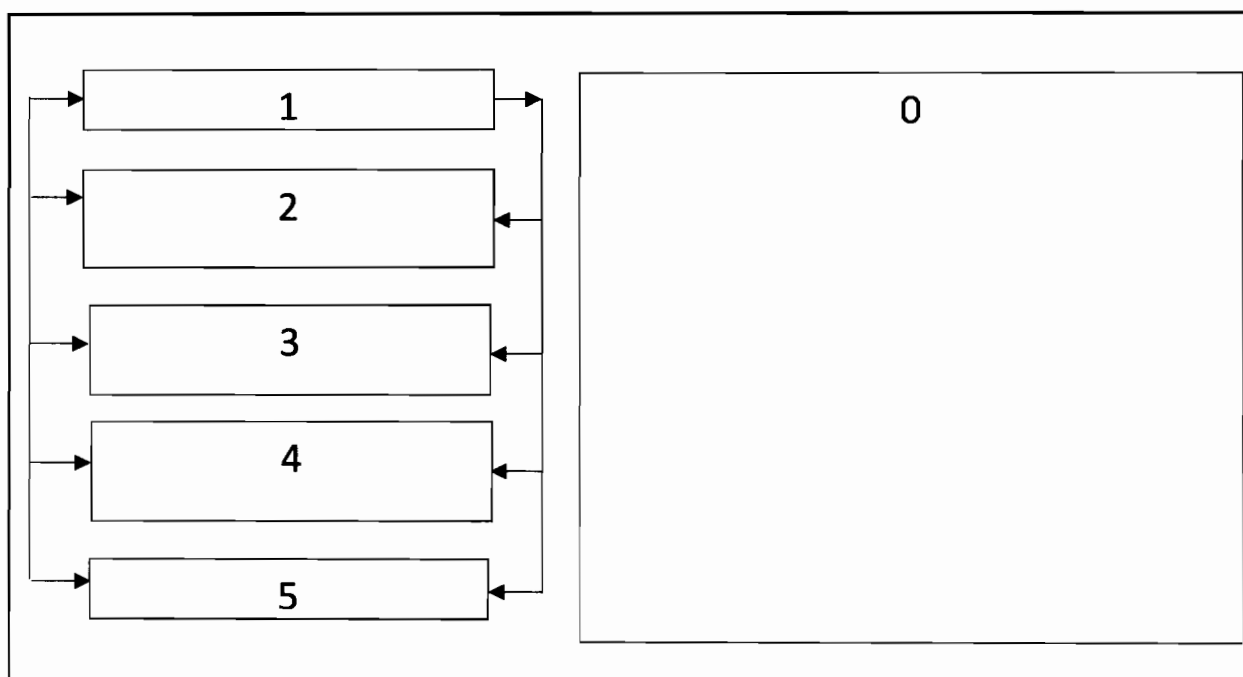


Figura 2. Fereastra principala a aplicației