



UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
„POLITEHNICA” BUCUREȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ANTREPRENORiat,
INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL AFACERILOR

Rezumat

Cercetări privind participarea prosumatorilor în piața de energie
electrică și agregarea acestora

Coordonator științific:

Prof. dr. ing. ec. Cezar SCARLAT

Autor:

ing. Dan PALADE

București 2024

Contents

TEMA ȘI OBIECTIVUL PRINCIPAL AL LUCRĂRII.....	3
STRUCTURA LUCRĂRII.....	4
ANALIZA COMPARATIVĂ A TEHNOLOGIILOR DE PRODUCERE A ENERGIEI DIN SURSE REGENERABILE	5
SURSE DE ENERGIE DISTRIBUITE ȘI CREȘTEREA NEVOII DE FLEXIBILITATE A SISTEMULUI	6
AGREGATORI. MODELE DE AFACERE ȘI MODELE DE OPERARE.....	7
AGREGATORII DE ENERGIE ÎN ROMÂNIA	8
CATEGORII DE PROSUMATORI ȘI MODELE DE VALORIFICARE A ENERGIEI	9
VALORIFICAREA POTENȚIALULUI FOTOVOLTAIC PE ACOPERIȘ ÎN ROMÂNIA.....	10
ROMÂNIA – VALORIFICAREA POTENȚIALULUI	10
ROMÂNIA - PROIECȚII	12
ALGORITMUL DE CALCUL	12
CONSTRUCȚIA CAZURILOR ANALIZATE.....	14
DATE CANTITATIVE (2020).....	15
PREȚURI DE REFERINȚĂ (2020/2021).....	17
SET ECUAȚII MATEMATICE. APLICARE ÎN CAZUL 1.	19
NECESITATEA AGREGĂRII ȘI DIMENSIUNEA PORTOFOLIULUI MINIM	20
BENEFICIILE AGREGĂRII ÎN ANUL 2020	21
BENEFICIILE AGREGĂRII ÎN ANUL 2021	22
RECOMANDĂRI PENTRU AGREGATORI.....	24
INCONVENIENȚELE ȘI AVANTAJELE PRODUCȚIEI ÎN AFARA AMPLASAMENTULUI .	24
BENEFICIILE STOCĂRII.....	27
RECOMANDĂRI PENTRU PROSUMATORI.....	29
CONCLUZII FINALE	30
BIBLIOGRAFIE.....	32

cuvinte cheie: agregatori, prosumatori, tranziția către energia verde, tehnologii de producere a energiei din surse regenerabile

TEMA ȘI OBIECTIVUL PRINCIPAL AL LUCRĂRII

Tema tezei de doctorat explorează participarea prosumatorilor în sistemul energetic și agregarea surselor de energie distribuite în cadrul pieței interne. Domeniul este nou în România, astfel încât în dezvoltarea cercetării a fost necesară utilizarea experienței recente a Uniunii Europene.

Dintre sursele de energie distribuite, agregarea consumului dispecerizabil și a vehiculelor electrice sunt abordate într-o manieră generală. Agregarea prosumatorilor face însă obiectul unei abordări practice, în scopul elaborării unor recomandări pentru entitățile noi participante în piața de energie electrică: prosumatorii și agregatorii. Acesta este obiectivul principal al tezei de doctorat a cărui îndeplinire a necesitat elaborarea unui set de ecuații matematice și efectuarea unor calcule tehnico-economice orientate asupra unui orizont de timp bine determinat. Prosumatorii reprezintă un domeniu nou în România, care spre deosebire de consumul dispecerizabil și vehiculele electrice se dezvoltă într-un ritm rapid, cu consecințe insuficient anticipate, inclusiv de către elaboratorii de politici, inițiatorii legislativi și reglementatori.

Pentru îndeplinirea obiectivului principal au fost stabilite obiective specifice iar pentru plasarea corectă a obiectivului principal în contextul economic și social al tranziției energetice au fost definite obiective secundare contextuale.

Obiective contextuale sunt:

- Alegerea unei tehnologii de producere a energiei din surse regenerabile pentru a studia formarea unui portofoliu de agregare,
- Identificarea modalităților de integrare a surselor regenerabile în rețea,
- Înțelegerea aspectelor de natura tehnică și comercială care definesc activitatea agregatorilor.

Obiective specifice sunt:

- Determinarea potențialului prosumatorilor,
- Determinarea elementelor de legislație și de reglementare ce condiționează afacerea de agregare a prosumatorilor,
- Elaborarea unui set de ecuații matematice pentru evaluarea costului evitat de prosumatori prin autoconsum și a veniturilor din injecția în rețea, acestea din urmă cu defalcarea în două scenarii: reglementat (preluare obligatorie de către furnizor) și concurențial (agregare);
- Determinarea unui orizont de timp relevant pentru România pentru aplicarea ecuațiilor matematice,
- Efectuarea calculelor tehnice și economice, interpretarea rezultatelor și elaborarea recomandărilor / concluziilor.

STRUCTURA LUCRĂRII

Capitolul 1 al lucrării prezintă principalele tehnologii de producere a energiei electrice din surse regenerabile, avantajele și dezavantajele acestora. Capitolul se încheie cu reflecții privind cuantificarea efectelor pozitive și negative ale unor tehnologii atât în domeniul surselor de energie convenționale cât și al celor regenerabile.

Capitolul 2 abordează conceptele fundamentale ce însoțesc integrarea surselor regenerabile de energie: surse de energie distribuite, sisteme hibride și microrțele, aspectele tranziției de la o rețea de distribuție pasivă la o rețea activă și noul rol al operatorului sistemului de distribuție în acest context.

Rolul pe care agregatorul îl are în piața de energie este abordat în **Capitolul 3** al lucrării sub titlul generic “modele de afacere”. Determinarea serviciilor pe care acesta le prestează și a pieței/piețelor în care își desfășoară activitatea sunt abordate sub titlul generic “modele de operare”.

Capitolul 4 selectează elementele semnificative privind dezvoltarea prosumatorilor, atât în Uniunea Europeană cât și în România și experiența europeană în agregarea producției de energie electrică injectată în rețea de către aceștia. Sunt trecute în revistă: potențialul tehnic și economic, legislația aplicabilă, modelele de agregare.

Capitolele 5-6 prezintă rezultatele îndeplinirii ultimelor trei obiective specifice, conținând setul de ecuații (date primare, formule și rezultate) și calculele efectuate care conduc la recomandări privind negocierea agregator – prosumatori și recomandări pentru construcția portofoliului.

Ele prezintă modelarea interacțiunii în mod reglementat sau concurențial (prin agregator) a prosumatorilor cu sistemul electroenergetic și cu piața de energie electrică.

Modelarea constă în:

- evaluarea producției, autoconsumului, exportului în rețea, extracției din rețea,
- evaluarea veniturilor din injecție și a costului evitat prin autoconsum,
- evaluarea diferenței între veniturile din injecție obținute în scenariile alternative (reglementat/concurențial), cu semnificația de marjă de negociere între agregator și prosumatori.

Setul de ecuații dezvoltat a fost utilizat și pentru analiza pe orizontul 2020 a modurilor de valorificare a producției onsite comparativ cu valorificarea producției de energie electrică din sursa fotovoltaică în două alternative (opuse în principiu și diferite ca eficiență):

- creșterea injecției în rețea prin producția offsite (cu compensare virtuală) și
- creșterea autoconsumului în detrimentul injecției, dar cu diminuarea extracției, prin utilizarea stocării.

Rezultatele acestor simulări sunt prezentate în **Capitolul 7**.

În contextul în care tema cercetării doctorale se află în România de abia la începutul unei abordări sistematice, factorul de inovație al tezei este prezent în Capitolele 4-7. Aceste capitole prezintă:

- a) identificarea precondițiilor pentru elaborarea unui set de ecuații matematice destinat determinării condițiilor de negociere agregator – prosumatori (Capitolul 4),

- b) setul de ecuații matematice elaborat: formule, date primare, date rezultate din calcul (Capitolul 5),
- c) rezultatele calculului efectuate pentru determinarea câștigurilor financiare pentru prosumatori și pentru agregatori în diverse scenarii (Capitolele 6,7).

În urma simulărilor efectuate, rezultatele au fost prezentate grafic și tabelar, prezentarea fiind urmată de interpretarea acestora, un set de concluzii și recomandări, de asemenea originale, cu privire la obiectivele și strategiile pe care le pot stabili și constrângerile cu care s-ar putea confrunta agregatorii în activitatea de agregare a prosumatorilor.

ANALIZA COMPARATIVĂ A TEHNOLOGIILOR DE PRODUCERE A ENERGIEI DIN SURSE REGENERABILE

Scopul părții introductive a tezei este de a oferi o imagine de ansamblu asupra tehnologiilor de producere a energiei din surse regenerabile și de a identifica indicatori și criterii pentru selecția tehnologiilor.

Criteriile de clasificare a tehnologiilor sunt:

- proveniența energiei (sursa)
- stadiul de dezvoltare al tehnologiei
 - aflată la maturitate,
 - încă în faza de cercetare-dezvoltare.
- capacitate instalată
 - la scară mare
 - producție distribuită
- relief și tipul de așezare umană
 - rural/urban
 - zone metropolitane
 - comunități greu accesibile

Până în prezent, măsurile de promovare a tehnologiilor de producție a energiei electrice bazate pe surse regenerabile au constat în mecanisme de sprijin financiar pentru asigurarea unor venituri suplimentare pentru producătorii din surse regenerabile, diferite măsuri de descurajare a producerii de electricitate cu emisii de carbon și în favorizarea producătorilor din surse regenerabile (acordarea accesului prioritar în rețeaua de transport).

IEA anticipează o creștere a capacităților de producere a energiei din surse regenerabile cu 60% (425 GW) între 2022 și 2027, dublă față de creșterea din 2016 - 2021.

Tehnologia luată în considerare în următoarele capitole pentru analiza formării unor portofolii de agregare este producția din sursa solară fotovoltaică prin panouri solare pe acoperiș. Tehnologia fotovoltaică a fost aleasă deci pentru a se constitui în direcția principală a studiului efectelor produse de agregatori în cadrul pieței. Condițiile oferite de piața din România au fost alese pentru a oferi cadrul legislativ și de reglementare relevant necesar pentru o analiză concretă a acestor efecte, calitativ și cantitativ. Aceste alegeri sunt datorate faptului că:

- Producția fotovoltaică deține un potențial tehnic deosebit în Uniunea Europeană, și în special în România.
- Strategic, legislativ, normativ și din punctul de vedere al implicării populației și al acceptării din partea acesteia, România are condițiile necesare pentru a putea accelera procesul de decarbonare în baza acestei tehnologii.

Agregarea producției fotovoltaice de către entități specializate este însă necesară pentru depășirea stadiului actual bazat pe promovare și entuziasm, și pentru înlocuirea acestuia cu un cadru bazat pe profesionalism, securitate și eficiență, inclusiv financiară.

SURSE DE ENERGIE DISTRIBUITE ȘI CREȘTEREA NEVOII DE FLEXIBILITATE A SISTEMULUI

Sursele regenerabile au contribuit în ultimul deceniu la reducerea dependenței de combustibilii fosili și către decarbonarea sistemului energetic. În întreaga lume, în 2022, dezvoltatorii au instalat 295 GW capacitate de producție a energiei din surse regenerabile, crescând capacitatea instalată globală cumulată cu 9,6%, până la 3.372 GW. A fost un an de creștere record, bazat în mare parte pe sisteme fotovoltaice nou instalate: o creștere anuală de 22,4%.

Creșterea capacităților instalate la nivel global de la an la an în medie cu 13% pentru centralele eoliene și de 27% pentru cele fotovoltaice în perioada 2016-2020 a adus o contribuție pozitivă, dar a condus și la creșterea nevoii de flexibilitate în sistemul energetic.

Elementele din sistem ce reprezintă surse de variabilitate și care determină cererea de flexibilitate sunt fluctuațiile consumului, tehnologiile cu profil variabil de producere a energiei, avariile din sistem. Se observă că la factorii tradiționali de variabilitate în sistem (avarii și variația consumului) s-a adăugat unul nou și în permanentă creștere: tehnologiile de producție intermitente.

Factorii responsabili (legiuitori, reglementatori, operatori) trebuie însă să sesizeze și să valorifice o mare oportunitate: exact factorii variația consumului și intermitența producției din surse regenerabile care în mod tradițional reprezintă surse de variabilitate, deci de perturbare pot deveni factori stabilizatori, oferind servicii de flexibilitate care echilibrează sistemul. Actorul care realizează această transformare esențială este consumatorul activ (sau “clientul activ”), prin cele două pârghii principale: consumul dispecerizabil și producția distribuită de energie electrică din surse regenerabile (respectiv autoconsumul). La aceasta se adaugă stocarea. Facilitatorii din cadrul sistemului energetic care influențează în ce măsură pot fi activate sursele de flexibilitate disponibile din punct de vedere tehnic sunt piețele, operatorii de sistem, rețeaua.

Sursele de flexibilitate din sistem care răspund la cererea de flexibilitate și contribuie la echilibrarea sistemului sunt unitățile de producție flexibile, consumul dispecerizabil (numit și răspuns la cerere) și sistemele de stocare.

- a) Producția distribuită de energie electrică din surse regenerabile (majoritatea panouri fotovoltaice amplasate la nivel rezidențial) este conectată la rețeaua de distribuție și contribuie la reducerea sarcinii pe timpul zilei.

- b) Consumul dispecerizabil permite un control mai bun al consumului în intervalele orare de vârf, reducând cererea, crește flexibilitatea sistemului și totodată stabilizează sistemul energetic și prețurile din piață.
- c) Sistemele de stocare colectează energia electrică la nivel local pentru utilizare în orele de vârf, aplatizând astfel curba de consum.

Aceste trei elemente reprezintă obiectul procesului de descentralizare, sursele de flexibilitate și subiectul demersului de agregare efectuat de entități specializate: agregatorii.

AGREGATORI. MODELE DE AFACERE ȘI MODELE DE OPERARE.

Capitolul 3, DEFINIREA ȘI ROLUL AGREGATORILOR, dezvoltă o introducere a conceptului de agregator. Termenul este statuat în legislația europeană printr-o definiție în doi pași, reflectând aspectul tehnic, combinarea consumului sau/și producției de energie electrică, și aspectul comercial, vânzarea/cumpărarea energiei agregate în piață.

Astfel conform Directivei (UE) 2019/944 privind normele comune pentru piața internă de energie electrică, agregarea este *„Funcția îndeplinită de o persoană fizică sau juridică care combină consumurile mai multor clienți sau energia electrică produsă de mai multe surse în vederea vânzării, a cumpărării sau a licitării pe orice piață de energie electrică.”*

Se poate observa că definiția nu stabilește restricții asupra dimensiunii capacitaților de producție agregate. În prezent, în Europa, majoritatea agregatorilor existenți includ în portofoliile lor exclusiv clienți cu capacități mari instalate, alegând astfel să evite includerea clienților rezidențiali. Capacitățile mari pot fi deținute de entități cu statut de producător, dar și de entități cu statut de prosumatori, funcție de obiectul de activitate declarat, în cazul persoanelor juridice. Mulți dintre clienții industriali ar putea să participe în piața angro datorită dimensiunii acestora, dar preferă să colaboreze cu un agregator.

Teza prezintă distinct cei doi pași menționați organizând prezentarea în două secțiuni. Prima descrie modele de afacere, prezentând detaliat cele două mari categorii de agregatori: cei cu rol combinat și cel independent. A doua descrie modul de operare, tranzacționarea energiei pe diverse piețe.

Cele șase tipuri de agregatori fie combină funcții existente, îndeplinite de entități existente: furnizor, PRE, furnizor de servicii, prosumatori, operator de distribuție cu funcția nouă de agregator, fie debutează ca o entitate nouă, fără un istoric al activității în piață: agregatorul delegat (independent). Aceștia din urmă reprezintă aproximativ un sfert din toți agregatorii existenți.

Avantajul principal al modelelor de agregatori cu rol combinat este acela că nu sunt necesare schimbări majore în cadrul legislativ existent, celelalte funcții ale acestora fiind integrate în sistemul energetic. În schimb, modelul de afacere al agregatorului independent reprezintă o oportunitate pentru creșterea competitivității.

Succesul agregatorilor independenți este condiționat de existența unor semnale de preț clare în piața angro care să dirijeze activitatea acestora deoarece la baza afacerii agregatorilor stau diferențele de preț iar variația prețurilor determină dimensiunea riscurilor/castigurilor.

Cadrul legislativ trebuie să permită agregatorilor participarea atât în piețele de tranzacționare a energiei electrice cat și în piața de servicii auxiliare (reglaj, rezerve).

Prezentarea modelelor de operare detaliază interacțiunea agregatorului cu piețele angro și cu amănuntul. Agregatorul preia și agregă energia din piața cu amănuntul pe care o vinde în piața angro reprezentată de piața pentru ziua următoare, cea intrazilnică și cea de echilibrare.

În procesul de agregare energia se manifestă fie ca producție, în cazul producătorilor sau prosumatorilor, fie ca un consum, în cazul consumului dispecerizabil. Agregatorul va vinde deci nu numai surplusuri de producție (în cazul producătorilor de energie) dar și reduceri de consum ordonate în cazul consumului dispecerizabil (flexibilitate explicită). În cazul agregatorului care acționează și ca furnizor, echilibrarea portofoliului propriu poate constitui un obiectiv al agregării: energia în surplus sau scăderea ordonata de consum nu mai sunt tranzacționate în piață ci sunt utilizate pentru echilibrarea evoluțiilor de sens contrar în cadrul propriului portofoliu, ceea ce reprezintă un serviciu către clienți proprii.

Lucrarea prezintă ilustrativ într-o abordare doar teoretica agregarea consumului dispecerizabil și a vehiculelor electrice, acestea neconstituind domeniul de aplicație practică al tezei.

În continuarea acestei introduceri teoretice, lucrarea prezintă stadiul actual în agregarea resurselor de energie distribuite, trecând în revistă agregatori din piețele europene, din punctul de vedere al activității practice a agregatorilor, modului de constituire a portofoliului, serviciilor oferite.

AGREGATORII DE ENERGIE ÎN ROMÂNIA

În România, definiția agregării este conformă cu legislația UE iar activitatea se desfășoară pe bază de licență. După obținerea unei licențe de agregare emisă de Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei, agregatorii pot presta servicii de echilibrare pentru Sistemul Energetic Național. Pentru aceasta ei utilizează flexibilitatea unităților generatoare, instalațiilor de stocare sau consum din componența unității agregate pe care o gestionează.

Agregatorul se califică pentru asigurarea de rezerve de echilibrare (servicii de sistem) fie prin unitățile generatoare, locurile cu consum comandabil sau instalațiile de stocare aparținând agregării, fie la nivelul unității agregate prin utilizarea capabilităților acestora și a IoT.

Caracteristicile activității desfășurate sunt stabilite de condițiile licenței de agregare:

- Scopul activității este obținerea de venituri, în schimbul unei remunerații financiare pentru deținătorii resurselor agregate,
- Agregatorii au dreptul
 - să achiziționeze energie electrică de la furnizorul/furnizorii de energie electrică al/ai clienților săi,
 - să achiziționeze servicii de flexibilitate de la clienții săi, participanți la EA,
 - să participe la piața pentru ziua următoare,
 - să participe la piața intrazilnică,

- să participe la piața de echilibrare;
- să participe la piața de servicii de sistem și să liciteze puterea electrică disponibilă la creștere, reducere sau întrerupere.
- Agregatorilor nu le este permisă desfășurarea activității de furnizare a energiei electrice la clienți finali,
- Activitatea de agregare către clienți se desfășoară numai după încheierea unui contract de agregare.
- Agregatorii au obligația de a asigura pentru unitățile agregate răspunsul la dispozițiile de dispecer.

CATEGORII DE PROSUMATORI ȘI MODELE DE VALORIFICARE A ENERGIEI

Termenul de „prosumator” se referă la un consumator individual de energie electrică sau un grup de consumatori care își produc o parte din necesarul de energie electrică din centrala proprie și utilizează rețeaua de distribuție pentru a injecta producția în exces și pentru a extrage energia electrică atunci când producția nu este suficientă pentru a satisface nevoile proprii de consum.

Totodată prosumatorul oferă servicii energetice de flexibilitate și stocare.

Legislația UE privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile recunoaște trei categorii de clienți cunoscuți generic ca „prosumatori”, deși nu folosește acest termen.

Cele trei categorii sunt:

- **Autoconsumator de energie din surse regenerabile**, care este un singur client final și poate fi un consumator rezidențial individual sau o întreprindere mică, de exemplu instituții publice (școli, spitale, clădiri guvernamentale etc.).
- **Autoconsumatori de energie din surse regenerabile care acționează în mod colectiv** de exemplu proprietarii și chiriașii dintr-o clădire sau un bloc de locuințe care utilizează acoperișul blocului pentru montarea panourilor solare.
- **Comunitate de energie din surse regenerabile**, care este în mod esențial o entitate juridică, acționarii fiind mai puțin grupați geografic, putând varia de la o comunitate locală până la una cu extindere națională. Acționarii sunt persoane fizice, IMM-uri sau autorități locale.

În funcție de entitățile implicate și de modalitățile de transfer al energiei se definesc următoarele politici, care diferă prin modul de valorificare a producției în exces.

- a) **ENTITATE UNICĂ**
- b) **„INTER PARES”**
- c) **PARTAJAREA PRODUCȚIEI**
- d) **AGREGATOR**

Capacitățile de producție și locurile de consum pot aparține unei singure entități (a), unor terțe entități (b), unor comunități de energie (c) sau reprezintă participanți la o platformă de

tranzacționare / clienții unui agregator. În timp ce „entitatea unică” (a) reprezintă un model autarhic, în care prosumatorul nu interacționează cu alte entități și (virtual) nu înstrăinează energia în exces, celelalte trei modalități de valorificare presupun interacțiunea acestuia cu alte entități, inclusiv cu alți prosumatori (b), partajarea cu aceștia a energiei (c), respectiv tranzacționarea directă sau printr-un intermediar (agregator) (d).

VALORIFICAREA POTENȚIALULUI FOTOVOLTAIC PE ACOPERIȘ ÎN ROMÂNIA.

O analiză finanțată de UE (2021) a potențialului prosumatorilor de a contribui la acoperirea consumului de energie electrică stabilește dimensiunea acestei contribuții pe coordonatele a trei orizonturi de timp: 2015, 2030, 2050, ultimele două orizonturi fiind abordate în trei ipoteze:

- Scenariu de referință („business as usual”);
- Scenariul cu maximă utilizare a potențialului tehnic al regenerabilelor, dar fără stocare; nu sunt considerate restricțiile sociale și financiare;
- Scenariul auto-suficienței (similar cu cel precedent, dar care ia în considerare și stocarea).

Ultimele două scenarii pun în evidență la nivel global rolul prosumatorilor (individuali și în comunități energetice) în sectorul rezidențial (în care în 2050 prosumatorii pot acoperi 89% din consumul propriu) și terțiar (în care prosumatorii pot acoperi 20% din consumul propriu). În scenariile maxim regenerabile/maximă autosuficiență 2050, sursa solară reprezintă 59% din potențialul prosumatorilor.

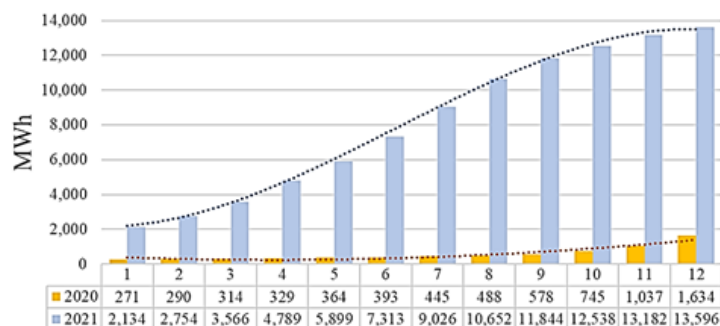
Au fost avute în vedere pentru fiecare stat membru stocul de clădiri rezidențiale și de utilități și cererea de energie electrică în 2015, proiecțiile de evoluție a stocului de locuințe rezidențiale și a cererii de energie electrică. Producția de energie electrică solară fotovoltaică în 2015 și prognoza pentru 2030 și 2050 sunt cele utilizate și calculate de PRIMES pentru scenariul de referință UE 2016.

În evaluarea contribuției prosumatorilor la satisfacerea cererii se consideră valorificarea întregului potențial dacă acesta este mai mic decât cererea, iar în cazul în care este mai mare valorificarea este prioritizată pe tehnologii în ordinea: a) cogenerare, b) solar - panouri fotovoltaice (PV) pe acoperiș, c) hidroenergie, d) solar - PV la sol și e) eolian. Dintre acestea, ultimele trei tehnologii sunt asociate numai comunităților energetice, ca prosumatori.

ROMÂNIA – VALORIFICAREA POTENȚIALULUI

Termenul de prosumator a fost introdus în legislație de Legea nr.184/18.07.2018, care a amendat Legea nr. 220/2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie. Același cadru legislativ le permite prosumatorilor să valorifice energia electrică în exces prin livrare în rețeaua electrică și remunerare conform legislației în vigoare.

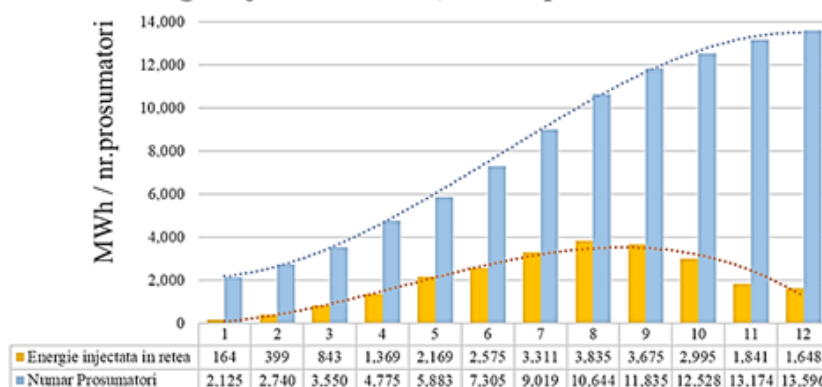
Evoluția lunară a numărului de prosumatori în anul 2020 și în anul 2021



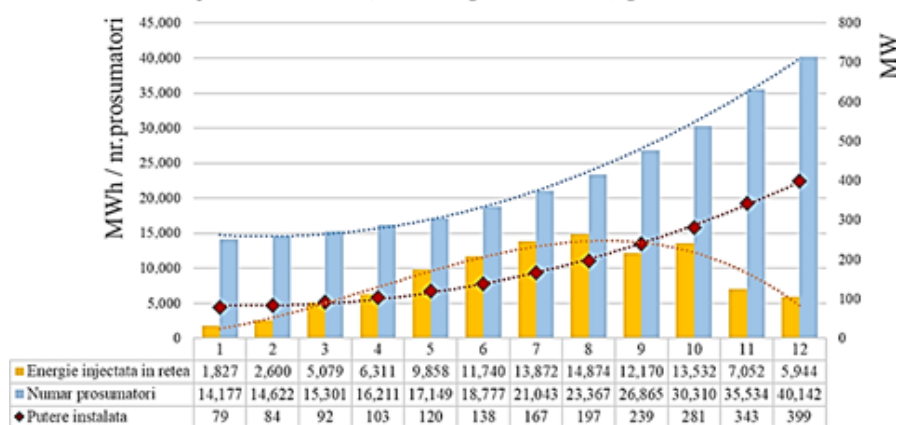
În decembrie 2022 prosumatorii deținători de unități de cel mult 400 kW totalizau o capacitate de 399 MW. Puterea instalată totală a prosumatorilor era de 417 MW. Numărul total de prosumatori la sfârșitul anului 2022, incluzând și prosumatori cu puteri mai mari de 400 kW a fost de 40.159.

Evoluția lunară a cantității de energie electrică exportată de prosumatori în rețea în 2023 are o anvelopă asemănătoare cu cea din 2022, dar cantitatea totală este de 478.530 MWh față de 104.860 MWh în anul anterior, deci o creștere cu 356% de la an la an.

Evoluția lunară 2021 unitati de cel mult 100 kW: energie injectata in retea, numar prosumatori



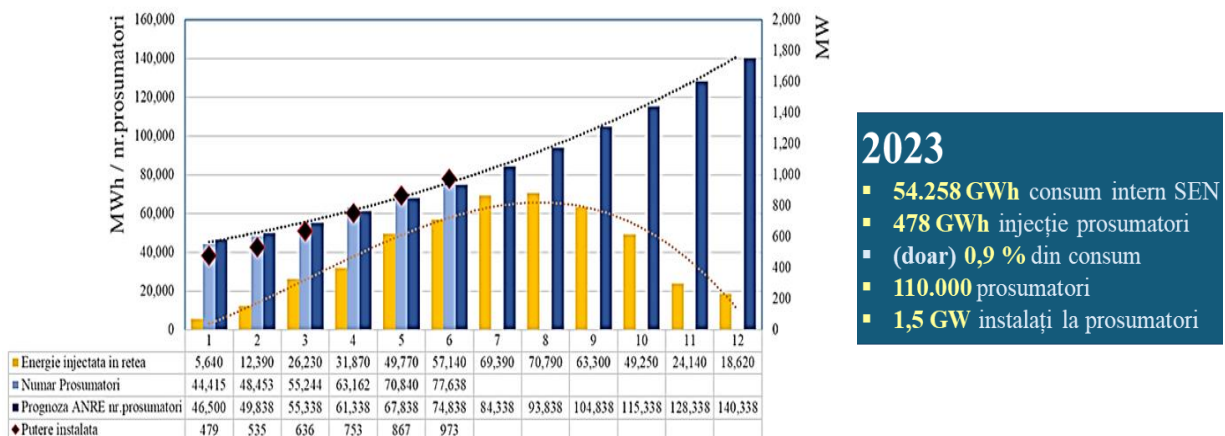
Evoluția lunară unitati de cel mult 400 kW in 2022: energie injectata in retea, numar prosumatori, putere instalata



ROMÂNIA - PROIECȚII

În România, contribuția prosumatorilor casnici și a celor terțiari împreună la acoperirea consumului propriu ar urma să evolueze de la 39% în 2030 la 75% în 2050, din care solar fotovoltaic cca 35%.

Prognoza ANRE pentru evoluția numărului total de prosumatori pe perioada 2023-2030 anticipa un număr de 140.338 prosumatori pentru finalul anului 2023, 236.000 pentru finalul anului 2025 și 350.331 prosumatori în 2030. O prognoză mai prudentă, cu extrapolare în baza unei tendințe liniare, bazată pe evoluția în primele 6 luni ar fi anticipat un număr de 120.000 prosumatori în decembrie 2023.



Aceasta pare mai aproape de realitate având în vedere ultimele date publicate de Ministerul Energiei care estimau 101.000 prosumatori și 1.298 MW instalați la 1 noiembrie 2023. Conform ultimei declarații ale reprezentanților ANRE în decembrie 2023, cel mai probabil numărul final al prosumatorilor în 2023 a fost de 110.000 iar capacitatea instalată de 1.500 MW.

ALGORITMUL DE CALCUL

Setul de ecuații matematice elaborat pentru efectuarea de calcule tehnico-economice se bazează pe un algoritm simplu pentru gestionarea unui volum de date prelucrate mare, acesta fiind redus prin mediere orară, pentru a asigura controlul calculelor, detectarea eventualelor erori, manevrabilitatea rezultatelor și pentru facilitarea prezentării și interpretării acestora.

Se dispune de un set de date primare

- Consum 12 luni x (29, 30,31) zile x 24 ore = 8784
- Producție 12 luni x (29, 30,31) zile x 24 ore = 8784
- Prețuri angro (gol, vârf, medie) 3 x 2 ani x 12 luni = 72
- Prețuri cu amănuntul (energie activă, preț total) 2 x 2 ani x 12 luni = 48



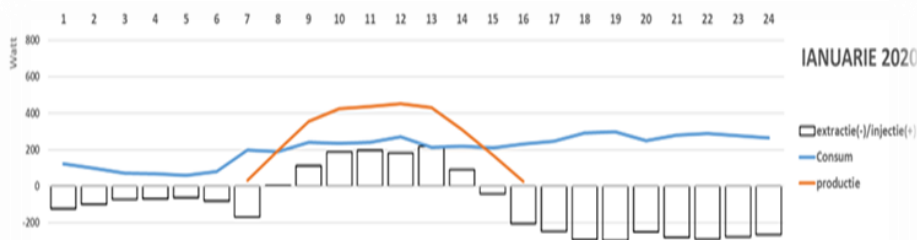
ELEMENTE DE CALCUL					
Punct energie (de MW)		ianuarie luna	februarie luna		
Punct PCOM	1	287,81	287,81	287,81	
	2	476,74	476,74	476,74	
	3	378,89	378,89	378,89	
	4	342,62	342,62	342,62	
	5	321,56	321,56	321,56	
	6	377,95	377,95	377,95	
Medie ponderat *		377,95	377,95	377,95	
ELEMENTE DE CALCUL					
Punct de ancașare (de MW)		ianuarie luna	februarie luna	anula luna	Decembrie
Punct Ancaș	Punct energie sursa (*)	226,92	226,92	226,92	226,92
	Punct energie autoconsum	416,78	416,78	416,78	416,78
	Consum	19,52	19,52	19,52	19,52
	Costul energiei injectate	42,56	42,56	42,56	42,56
	Costul energiei extrase	5,28	5,28	5,28	5,28
	Punctul de TVA	554,54	554,54	554,54	554,54
TVA		45,51	45,51	45,51	45,51

Se calculează medii orare consum/producție lunar, 2020

- Consum
- Producție

12 luni x 24 ore = 288
12 luni x 24 ore = 288

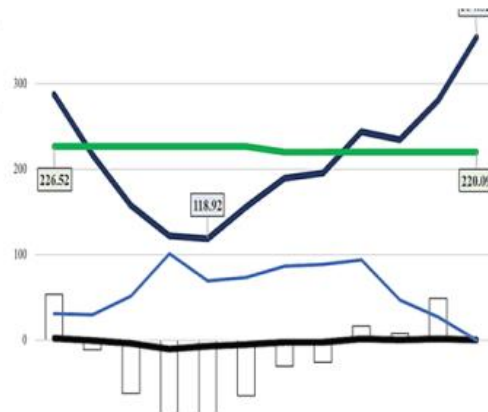
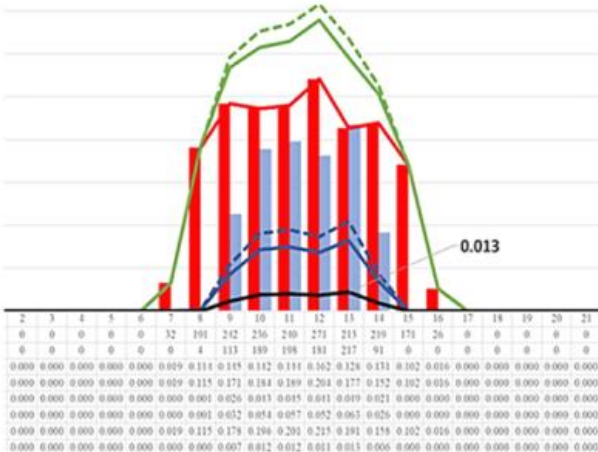
Se calculeaza medii orare autoconsum/injecție/extrație lunar 2020



Se calculează medii orare câștiguri (reglementat/agregare) 2020/2021

- Cost evitat prin autoconsum
- Venit din injecție (reglementat)
- Venit din injecție (agregare)
- Câștig total autoconsum&injecție (reglementat)
- Câștig total autoconsum&injecție (agregare)

2 ani x 12 luni x 24 ore = 576
2 ani x 12 luni x 24 ore = 576
2 ani x 12 luni x 24 ore = 576
2 x 12 luni x 24 ore = 576
2 x 12 luni x 24 ore = 576



Se calculeaza medii orare si valori lunare marje de negociere 2020/2021

- Marja absolută 2 years x 12 months x 24 hours = 576; 2 x 12 = 24
- Marja unitară (per kW) 2 years x 12 months x 24 hours = 576; 2 x 12 = 24
- Percentage Margin (%) 2 years x 12 months x 24 hours = 576; 2 x 12 = 24

CONSTRUCȚIA CAZURILOR ANALIZATE

Au fost construite două cazuri distincte, 2020 și 2021.

- **CAZUL 1 („2020”)** - construit pe date cantitative (energie necesară / producție) reale din 2020 și prețuri (angro/cu amănuntul) reale din anul 2020.
- **CAZUL 2 („2021”)** - construit pe datele cantitative ale cazului 1 și pe datele de preț reale din anul 2021.

Împreună, calculele efectuate adresează complet cei doi ani, 2020 și 2021, deci 24 de luni succesive. Se folosesc date de preț diferite, dar pentru ambele cazuri se folosesc aceleași date cantitative (cele din 2020).

Aceste date sunt relevante pentru:

- influența sezonității producției și a consumului la nivel orar de-a lungul unei zile și la nivel lunar de-a lungul unui an asupra câștigului reglementat sau prin agregare al prosumatorului;
- influența variației prețurilor în piața angro, determinată de tendințe (continuu ascendentă în 2021-2022) și de sezonități (iarnă-vară) asupra câștigului prin agregare.

Motivația alegerii celor doi ani este următoarea:

- Anul 2020 este cel mai recent an pentru care sunt disponibile date de producție reale, ultimul an de stabilitate a prețurilor în piața angro în Uniunea Europeană și în România și ultimul an înainte de procesul de liberalizare în piața cu amănuntul din România;
- Anul 2021 este primul an de evoluție continuu ascendentă a prețurilor în piața angro, primul an de liberalizare completă a pieței cu amănuntul în România și totodată ultimul an în care piața de energie electrică nu a fost afectată de situația de criză energetică generată de cauze externe sistemului energetic.
- Începând cu anul 2022 datele din piața angro și din piața cu amănuntul sunt afectate de caracterul devenit cvasi reglementat al pieței cu amănuntul, cu puternic impact și asupra formării prețurilor în piața angro.

Datele colectate pentru aplicarea algoritmului pun în evidență:

- Sezonitățile (diurnă și anuală) producției și ale energiei necesare, corelarea orara a producției și energiei necesare determinând autoconsumul, extracția și injecția.
- Tendințele de evoluție a prețului în piața angro, care corelat cu prețul în piața cu amănuntul decide câștigul sau pierderea agregatorului.

Dimensiunea câștigului sau pierderii sunt determinate și de rezultatul corelării producției cu energia necesară. (De exemplu, există perioade în care corelarea prețurilor e favorabilă dar din corelarea producției și energiei necesare nu rezultă injecție, deci câștigul e 0).

Au fost efectuate calcule în vederea determinării condițiilor de negociere agregator - prosumator utilizând:

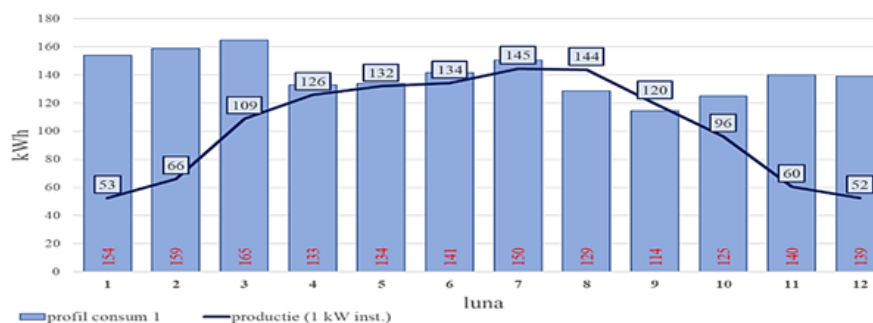
- Profilul de consum de energie electrică al prosumatorului (având la bază date orare măsurate în anul 2020 de un contor inteligent montat de operatorul de distribuție la un loc de consum; consum mediu de 139 kWh/luna),
- Profilul de producție de energie electrică medie orară din sursă fotovoltaică; o capacitate instalată de 1 kW în locația București (date furnizate de către un program software public de la Uniunea Europeană, dezvoltat în baza măsurărilor meteorologice statistice din ultimii 15 ani)¹.
- Datele de piață cu privire la prețurile și tarifele de energie. Prețul energiei active, prețul total de contract și prețurile medii de gol și de vârf lunare au fost preluate din rapoartele ANRE și OPCOM și din facturile emise de furnizorul de energie electrică. (Elementele de calcul necesare neidentificate în aceste documente au fost deduse prin calcul din cele existente și din date provenite din reglementările ANRE).

Interfața web PVGIS a fost configurată cu caracteristicile:

- București (latitudine 44,43, longitudine 26,09);
- Tehnologie fotovoltaică;
- Pierderi 14%;
- Unghiul de înclinare 35% (optim);
- Orientarea sud.

Pentru identificarea oportunităților pe care tehnologia solară fotovoltaică instalată pe acoperișuri le oferă prosumatorilor și pentru utilizarea optimă a acestui tip de resurse în vederea dezvoltării unei afaceri de agregare a prosumatorilor în România au fost utilizate date orare de producție și energie necesară.

DATE CANTITATIVE (2020)



¹ Sursa: baza de date PVGIS-SARAH2 (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/) (EC, 2022).

Figura de mai sus prezintă comparativ consumul mediu lunar în anul 2020 pentru cazurile 1 și 2 construite și mediile de producție lunara pentru 1 kW instalat în locația Bucureștii pe 16 ani: 2005-2020. Se constată însă o dispersie semnificativa de la an la an între datele anuale de producție ilustrate de figura următoare:

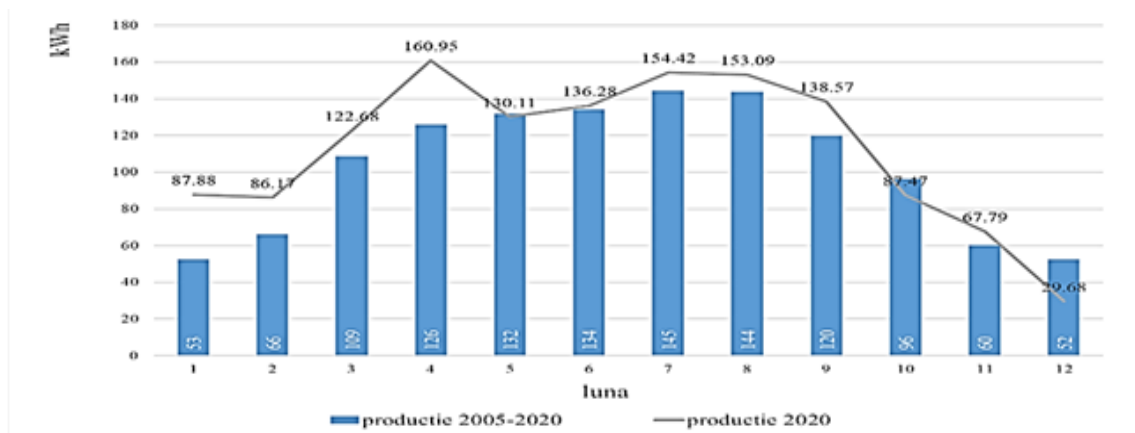
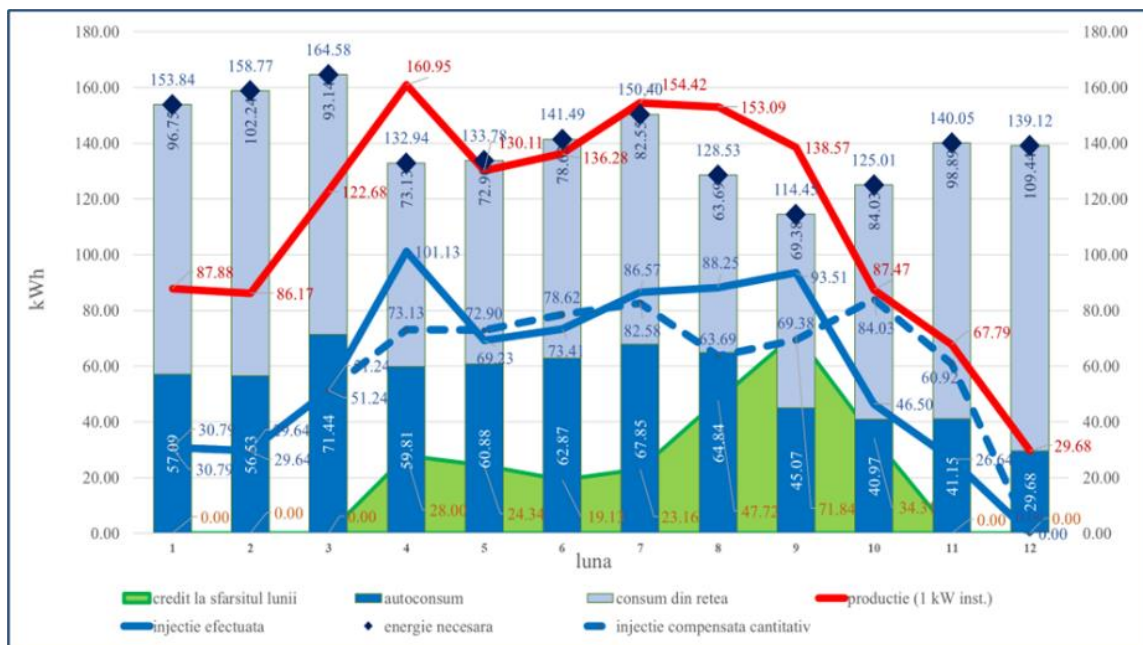


Figura de mai sus prezintă diferențele între mediile producției lunare pe 16 ani și producția lunară în 2020. În baza datelor medii de consum și producție orare se calculează lunar:

- energia necesară defalcată în autoconsum și extracție din rețea,
- producție, injecție în rețea.

Din aceste date rezultă cantitatea creditată de la lună la lună în urma aplicării metodei de compensare cantitativă legiferată în România.



PREȚURI DE REFERINȚĂ (2020/2021)

Operatorul piețelor de energie electrică și gaze naturale determină prețul energiei electrice pe fiecare interval orar al zilei următoare.

Prețurile medii baza / gol(1-8, 21-24) / vârf(9-20), respectiv prețul mediu ponderat sunt publicate în rapoartele lunare de monitorizare ale operatorului.

ELEMENTE DE CALCUL Piața angro (lei/MWh)		ianuarie-iunie 2020			iulie-decembrie 2020		
Preț OPCOM	Gol (1-8,21-24) Vârf(9-20)	1	217,01	287,58	7	169,26	189,56
		2	170,75	216,63	8	170,74	195,65
		3	128,69	157,43	9	201,29	244,10
		4	124,62	121,97	10	174,46	234,27
		5	121,56	118,92	11	192,81	280,87
		6	137,85	155,56	12	213,82	354,82
	Mediu ponderat	1	257,06		7	181,43	
		2	197,30		8	185,68	
		3	146,87		9	225,58	
		4	124,48		10	210,21	
		5	122,08		11	245,82	
		6	149,61		12	296,37	

ELEMENTE DE CALCUL Piața angro (lei/MWh)		ianuarie-iunie 2021			iulie-decembrie 2021		
preț OPCOM	Gol (1-8,21-24) Vârf(9-20)	1	223,39	319,19	7	433,36	491,07
		2	194,97	273,84	8	505,08	604,23
		3	251,04	280,95	9	615,41	708,89
		4	305,16	313,00	10	845,72	1056,99
		5	292,81	285,81	11	857,35	1246,34
		6	371,22	386,43	12	854,45	1424,15
	Mediu ponderat	1	281,25		7	470,98	
		2	241,61		8	565,35	
		3	269,66		9	668,31	
		4	314,04		10	977,77	
		5	294,50		11	1086,81	
		6	377,59		12	1303,45	

Prețurile de referință (energie activă și total din rapoartele ANRE în 2020 și respectiv din facturile furnizorului în 2021 (tabelele de mai jos) sunt necesare calculelor efectuate.

ELEMENTE DE CALCUL Piața cu amănuntul (Serviciu Universal -SU) (lei/MWh)		Ianuarie- Iunie 2020	Iulie- octombrie 2020	Noiembrie 2020	Decembrie 2020
Preț furnizor	Preț energie activa	226,52	220,09	220,09	220,09
	Preț energie activa total	416,78	407,27	407,27	407,27
	Contribuție cogenerare	19,32	16,09	22,63	22,63
	Certificate verzi	62,8641054	62,8641054	62,8641054	64,0815635
	Acciză	5,08	5,08	5,08	5,08
	Preț total fără TVA	504,0441054	491,3041054	497,8441054	499,0615635
	TVA	95,76838	93,34778	94,59038	94,8216971
	Preț total furnizare	599,8124854	584,6518854	592,4344854	593,8832606

ELEMENTE DE CALCUL Piața cu amănuntul (lei/MWh)		Ianuarie- Februarie 2021 (SU)	Martie-Mai 2021 (SU)	Iunie-Decembrie 2021 (concurențial)
Preț furnizor	Preț energie activă	339,30	339,30	284
	Tarif distribuție	157,18	157,18	157,18
	Tarif extragere din rețea (TL)	19,22	19,22	19,22
	Tarif injecție în rețea (TG)	1,30	1,30	1,30
	Servicii de sistem	11,96	10,82	10,82
	Preț energie activă total	528,96	527,82	472,52
	Contribuție cogenerare	17,12	17,12	17,12
	Certificate verzi	64,0659204	64,0659204	64,0659204
	Acciză	5,23	5,23	5,23
	Preț total fără TVA	615,3759204	614,2359204	558,9359204
	TVA	116,9214249	116,7048249	106,1978249
	Preț total furnizare	732,2973453	730,9407453	665,1337453

Încă din aceste tabele se poate vedea, comparând prețurile relevante angro (prețul OPCOM de vârf) și cele cu amănuntul (prețul energiei active) care sunt lunile în care vânzarea agregată va înregistra pierderi (celulele portocalii în tabelele cu prețuri angro) față de cea reglementată și care sunt cele în care aceasta va înregistra câștig (celulele galbene în tabelele cu prețuri angro).

Se poate constata (celulele verzi) că în timp ce variația prețului angro între cea mai mică și cea mai mare valoare de-a lungul anului 2020 a fost relativ redusă (174 lei), în 2021 aceasta a fost cu totul excepțională (1062 lei).

SET ECUAȚII MATEMATICE. APLICARE ÎN CAZUL 1.

Toate evaluările sunt făcute lunar, la nivel de medii orare, urmând a evalua datele lunare prin multiplicare cu numărul zilelor lunii respective.

1. DATE PRELIMINARE

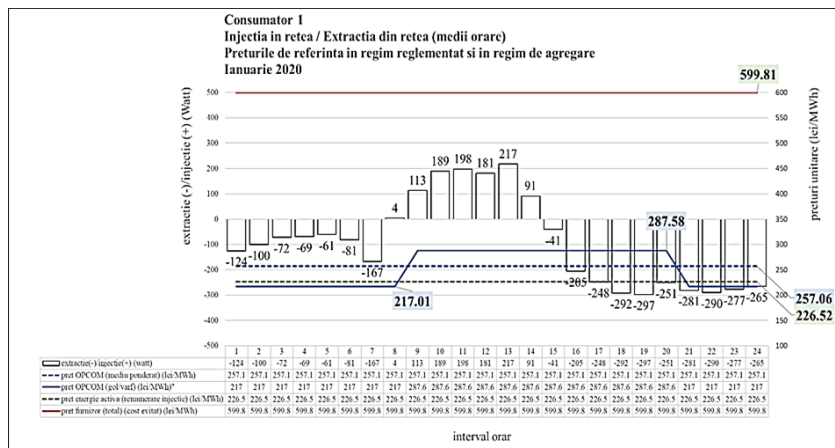
- Extracție din rețea
- Injecție în rețea
- Preț OPCOM (mediu ponderat)
- Preț OPCOM (gol/vârf)
- Preț energie activă (remunerare injecție)
- Preț total furnizor

2. REZULTATE

- | | |
|--|-----------------|
| g) Autoconsum | |
| h) Costul evitat de prosumator prin autoconsum: | $f \times g$ |
| i) Venitul prosumatorului din injecție, prin compensarea cantitativă reglementată: | $b \times e$ |
| j) Câștigul total al prosumatorului, prin autoconsum și compensarea cantitativă reglementată a injecției în rețea: | $h + i$ |
| k) Venitul brut al agregatorului prin includerea injecției prosumatorului în agregare: | $b \times d$ |
| l) Câștigul maxim al prosumatorului din autoconsum și prin includerea injecției în agregare (castig agregator=0): | $h + k$ |
| m) Marja de negociere prosumator-agregator: | $l - j = k - i$ |

Graficul de mai jos prezinta datele primare pentru luna ianuarie 2020

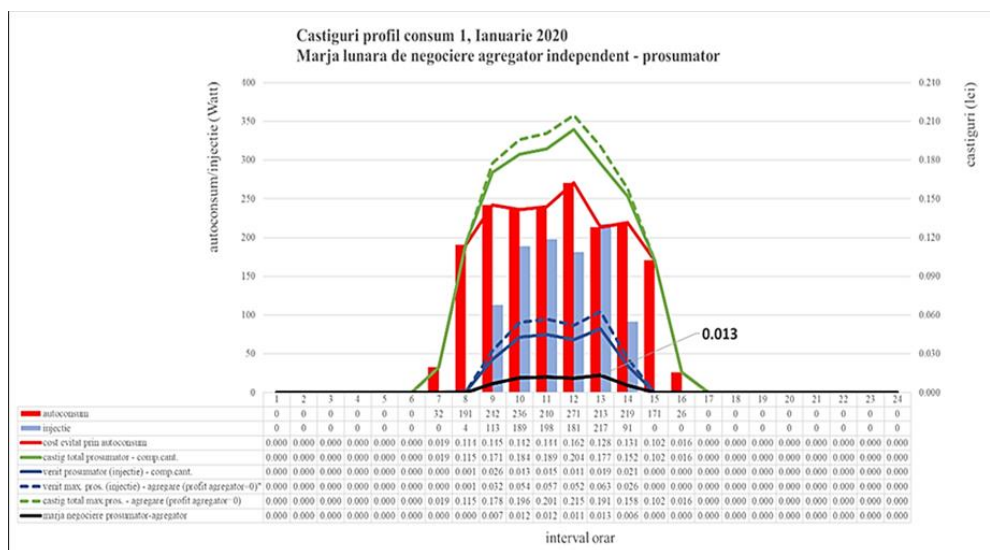
- profilurile medii orare de extracție și injecție, la nivel de lună, generate de profilurile orare de consum și producție la nivel de luna;
- Preturile PZU: gol/vârf/mediu ponderat;
- Prețul total de contract și prețul energiei active.



Graficul următor prezintă pentru exemplificare rezultatele evaluărilor financiare pentru luna ianuarie 2020

- Costul mediu evitat orar de prosumator prin autoconsum, independent de alternativa de valorificare (reglementat/agregare): **culoare roșie**
- Veniturile medii orare din remunerarea injectiei, prin agregare, comparativ cu câștigul reglementat: **culoare albastră. Agregare: linie întreruptă.**
- Câștigurile financiare medii orare prin agregare, comparativ cu câștigul reglementat al prosumatorului. **culoare verde. Agregare: linie întreruptă.**

Suplimentar, graficul de bare reprezintă autoconsumul și injectia medii orare.



Marja de negociere agregator - prosumator este diferența lunară între venitul brut al agregatorului prin includerea injectiei prosumatorului în agregare, și venitul prosumatorului din injectie, prin compensarea cantitativă reglementată: **culoare neagră.**

În ianuarie 2020 marja este pozitivă sau 0 pe toate intervalele orare. Este o lună în care agregarea este profitabilă.

Suplimentar se mai calculează:

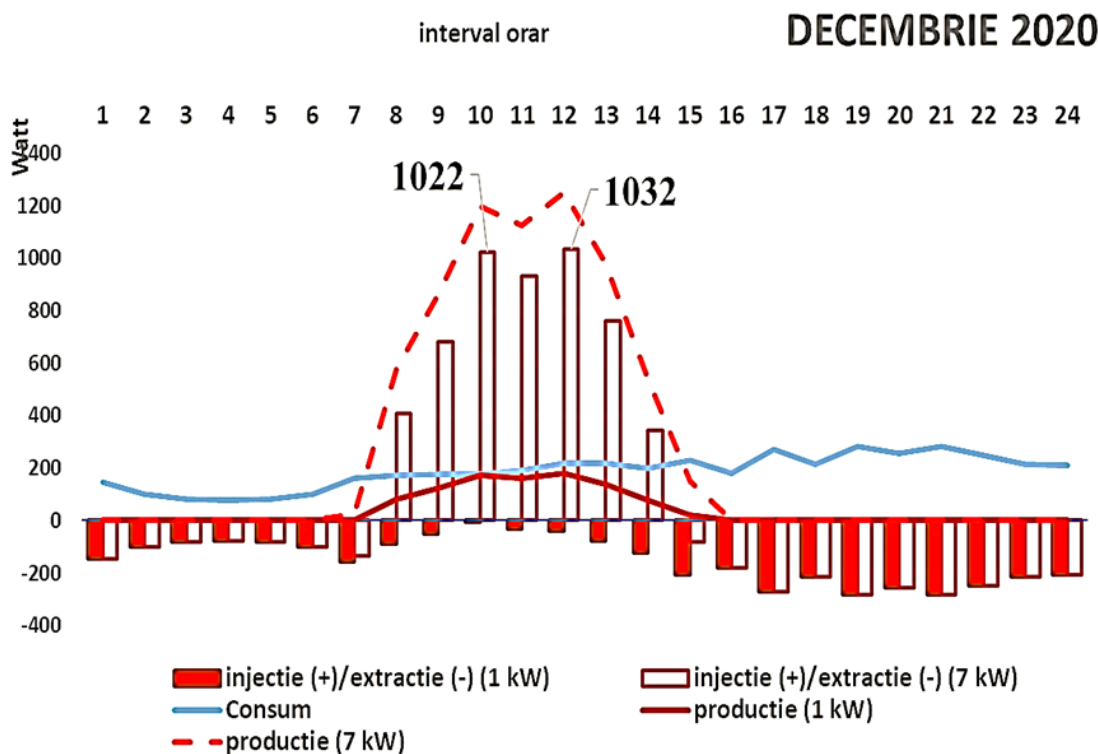
- Marja unitară de negociere. Este marja de negociere pe kWh injectat în rețea.
- Marja procentuală de negociere. Este marja unitară de negociere exprimată procentual, raportată la prețul energiei active din contractul de furnizare care remunerează injectia în rețea.

NECESITATEA AGREGĂRII ȘI DIMENSIUNEA PORTOFOLIULUI MINIM

În Polonia media capacității instalate pe loc de consum era de 10,3 kW la sfârșitul anului 2022. În Romania la aceeași dată aceasta era de 9,9 kW, deci o medie foarte apropiată, însă la sfârșitul trimestrului 2 2023 puterea medie pe loc de consum instalată în Romania a devenit 12,5 kW (0,973

GW/77.638 prosumatori), o creștere de 25%, ceea ce denotă un interes crescut pentru injecția în rețea, cu consecințe negative pentru operatorii de distribuție.

Totuși, nu acești prosumatori sunt reprezentativi, putând fi considerată în continuare ca referință rezonabilă media instalată de persoanele fizice din perimetrul Distribuție Energie Oltenia, adică 6,4 kW. În condițiile datelor de producție utilizate și al profilului de consum utilizat în calculele efectuate, o putere instalată de 7 kW ar putea injecta în rețea cel puțin 1 kW în medie în cel puțin un interval orar în fiecare zi a anului, minimum atingându-se în luna decembrie, conform graficului.



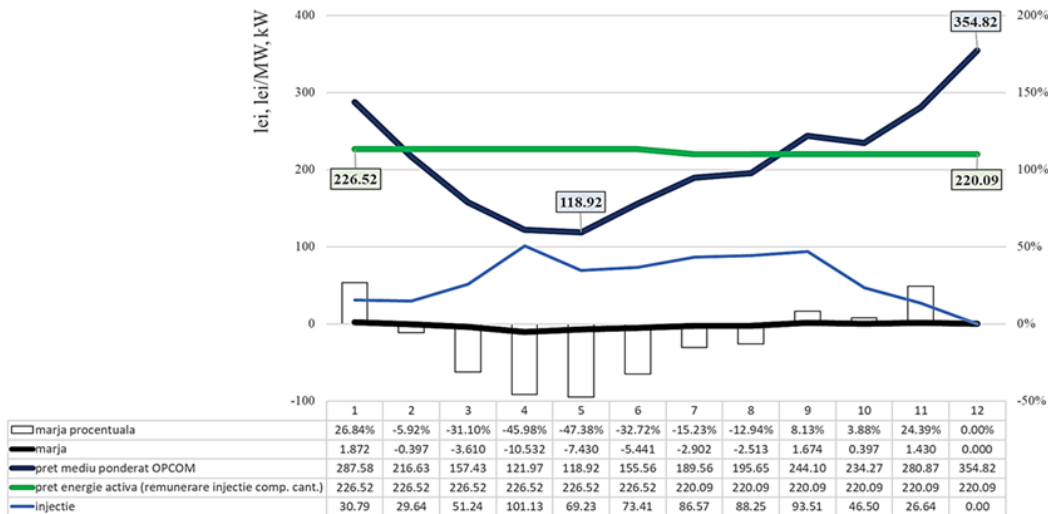
În legislația UE, pe piețele pentru ziua următoare și pe piețele intrazilnice, dimensiunea ofertei minime este de 500 kW sau mai puțin, pentru a permite participarea eficace a consumului dispecerizabil. Puterea minima care poate fi ofertată pe piețele OPCOM este doar 100 kW. Totuși, pentru a cumula aceasta putere ar trebui agregați cel puțin 100 prosumatori cu consumul utilizat pentru construcția cazurilor prezentate și cu puterea medie instalată de cca 7 kW, apropiat mediei menționate anterior, în vederea ofertării în cel puțin un interval orar în fiecare zi a anului.

BENEFICIILE AGREGĂRII ÎN ANUL 2020

CAZUL 1 se bazează pe date cantitative de producție și de consum (energie necesara) reale din 2020 și prețuri angro și prețuri cu amănuntul reale din 2020.

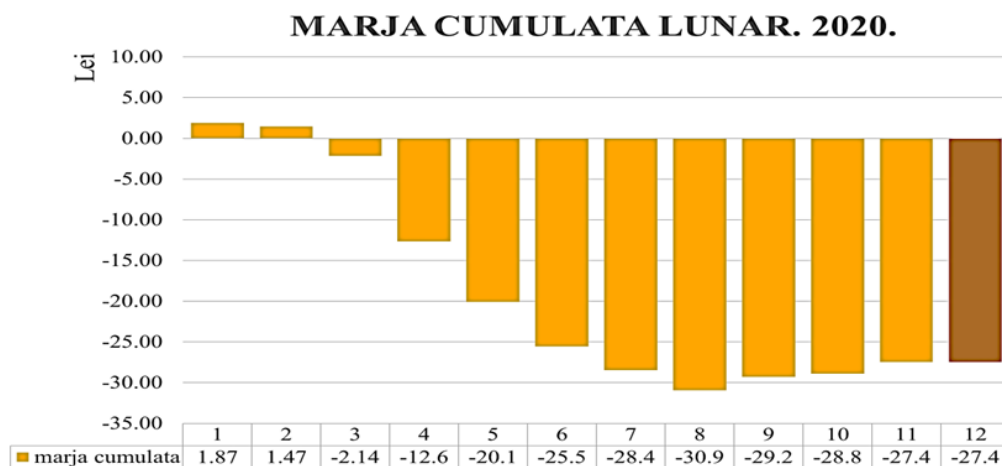
După cum s-a constatat din tabelele de prețuri anterioare, în 2020 lunile februarie-august au fost nefavorabile tranzacționării pe piața pentru ziua următoare, prețul de vârf al acesteia fiind mai mic decât prețul energiei active. Aceasta se observă în graficul de mai jos, comparând cele doua prețuri.

Mai mult, dintre aceste luni, lunile aprilie-august sunt luni cu injecție mare (curba albastră), ceea ce va amplifica pierderile. Odată în plus, luna decembrie în care se înregistrează raportul de prețuri cel mai favorabil este o luna cu injecție 0, deci acest raport favorabil nu are nici o contribuție la încasări.



În timp ce graficul de mai sus prezintă evoluția luna de luna a marjei de negociere (curba neagră) și a marjei procentuale (grafic cu bare), graficul de mai jos prezintă evoluția marjei cumulate. La sfârșitul anului (lunile noiembrie-decembrie) se acumulează o pierdere de cel puțin 27,45 lei dacă agregatorul a garantat prosumatorului cel puțin prețul reglementat.

CONCLUZIE: Anul 2020 este total nefavorabil unei afaceri de agregare a prosumatorilor cu valorificarea energiei injectate în rețea pe PZU.

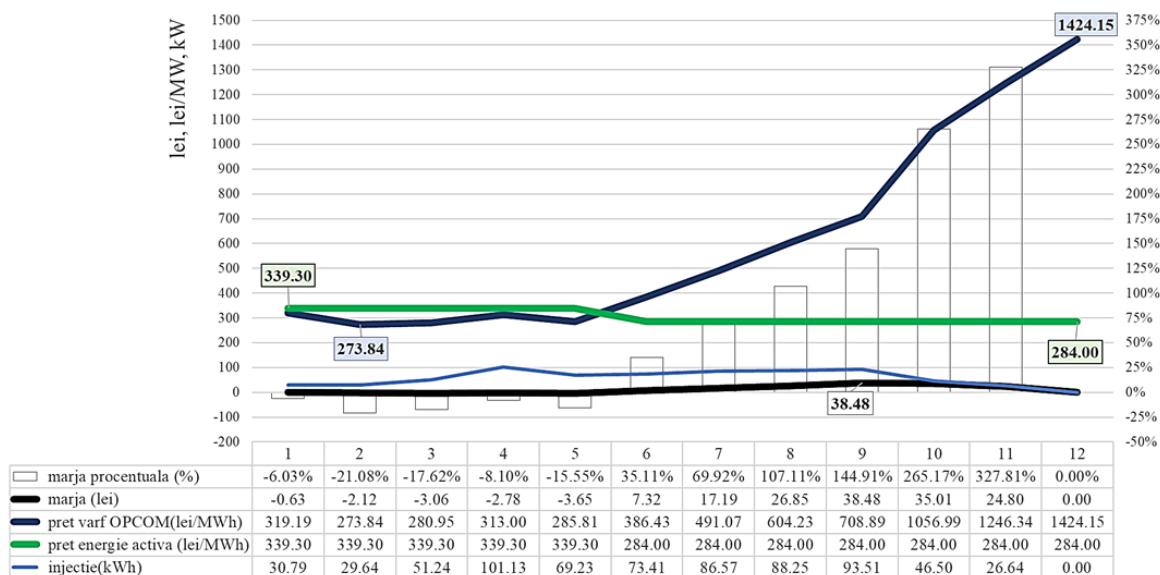


BENEFICIILE AGREGĂRII ÎN ANUL 2021

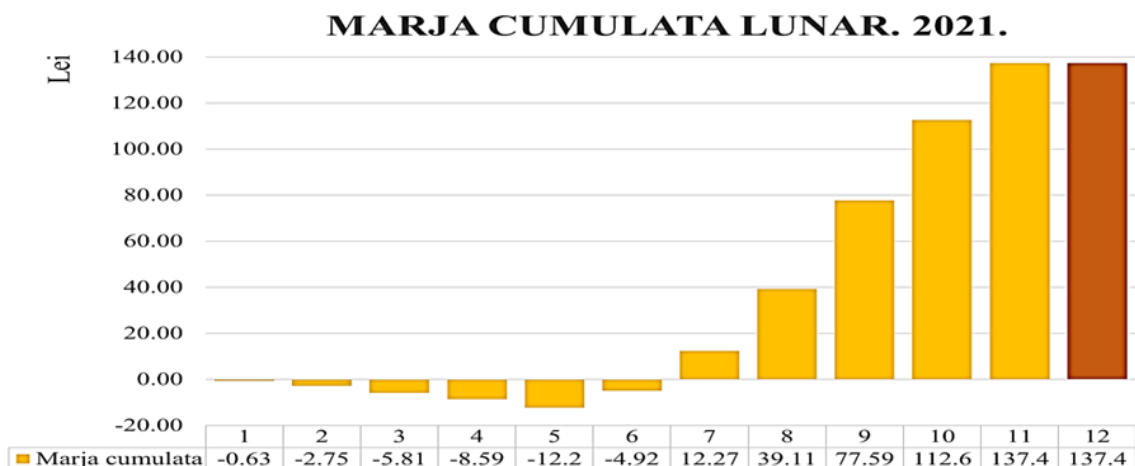
CAZUL 2 se bazează pe date cantitative de producție și de consum reale din 2020 și prețuri angro și prețuri cu amănuntul reale din 2021.

După cum s-a constatat din tabelele de prețuri anterioare, în 2021 lunile ianuarie-mai au fost nefavorabile tranzacționării pe piața pentru ziua următoare, prețul de vârf al acestei piețe fiind mai mic decât prețul energiei active din contractual de furnizare. Aceasta se observă și în graficul de mai jos, comparând cele două prețuri. Dintre aceste luni, lunile aprilie-mai sunt luni cu injecție mare (curba albastră), în timp ce celelalte luni cu injecție mare, iunie-august sunt luni cu raportul prețurilor favorabil agregării.

Lunile septembrie-decembrie în care se înregistrează un raport de prețuri extrem de favorabil sunt luni cu o injecție scăzută, iar decembrie, când raportul este cel mai favorabil este o lună cu injecție 0, deci acest raport nu are nici o contribuție la încasările agregatorului.



În timp ce graficul anterior prezintă evoluția lună de lună a marjei de negociere (curba neagră) și a marjei procentuale (grafic cu bare), graficul următor prezintă evoluția marjei cumulate. La sfârșitul anului (lunile noiembrie-decembrie) se acumulează un câștig din agregare de 137,41 lei care va fi împărțit între agregator și prosumatori conform clauzelor contractuale.



CONCLUZIE: Anul 2021 este foarte favorabil unei afaceri de agregare cu valorificarea pe PZU a energiei injectate în rețea. Castigul de 137 lei reprezintă procentual nu mai puțin de 64,35% din venitul în urma unui contract cu furnizorul.

RECOMANDĂRI PENTRU AGREGATORI

Agregatorii sunt entități juridice care agregă și optimizează consumul, producția și stocarea de energie. Prin agregare consumatorii, prosumatorii și producătorii pot fi incluși într-un portofoliu care poate deveni un jucător activ pe piețele de energie electrică.

- **Strategia generală recomandată agregatorului este o diversificare a portofoliului de clienți**
 - prima țintă recomandabilă viitorilor agregatori pentru formarea unui portofoliu, în condițiile de risc evidențiate de cazurile 1 și 2 este segmentul prosumatorilor cu capacități instalate de peste 400 kW, cărora cadrul de reglementare nu le garantează achiziția și prețul fix de achiziție (prețul energiei în cadrul prețului de contract).
 - a doua țintă o reprezintă prosumatorii cu puteri instalate sub 200 kW, negocierea fiind însă abordată cu prudență având în vedere riscul unor pierderi, risc evidențiat pe larg de cele două cazuri prezentate.
 - A treia țintă, prosumatorii între 200 kW și 400 kW, practic imposibil de abordat în prezent pentru că acestora cadrul reglementat le garantează prețul pieței va putea fi abordat în viitor din momentul în care progresiv, aceștia devin responsabili cu echilibrarea.
- **Nu în cele din urma, aceste segmente de clienți ar trebui să se adauge altor segmente preexistente (producători mari și consum dispecerizabil).**

Experiența în Uniunea Europeană confirmă această strategie.

Cea mai profitabilă măsură pentru sistem și pentru piață, care mărește câștigul realizat din comercializarea injecției agregate a prosumatorilor este asigurarea în România a unui cadru de reglementare transparent și eficient pentru participarea agregatorilor și la alte piețe decât cele pentru ziua următoare și intrazilnică, și anume piețele de echilibrare și de rezerve. Legislativ aceasta este posibil, dar sunt necesare prevederi de reglementare în acest sens.

- **Agregatorii trebuie să contribuie cu propuneri concrete la această dezvoltare.**

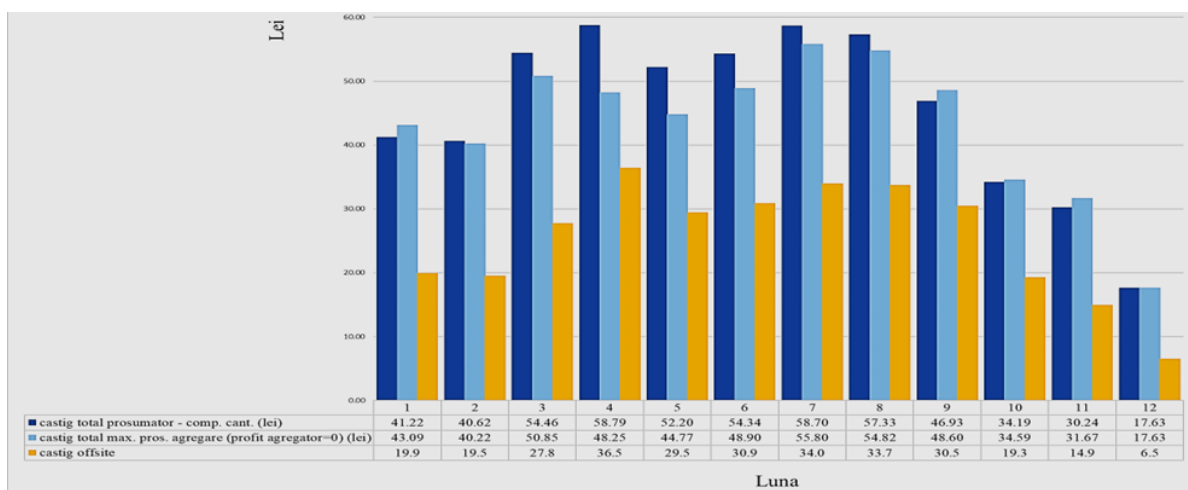
INCONVENIENȚELE ȘI AVANTAJELE PRODUCȚIEI ÎN AFARA AMPLASAMENTULUI

În aprilie 2023 în România a fost pusă în discuție o modificare importantă la ordinul președintelui ANRE nr. 15/2022 , în vederea detalierii modului de decontare a energiei electrice produse în afara amplasamentului, facilitate care a fost introdusă prin OUG nr. 163/2022 dar până în prezent nu a fost implementată la nivel de reglementare.

Cazul 3 analizat simulează câștigurile prosumatorului în situația producției într-o locație (fără consum) și a compensării întregii producții cu consumul din altă/alte locații. Graficul de mai jos redă comparativ câștigurile lunare în anul 2020 ale prosumatorului cu profilul de consum utilizat în cazurile 1 și 2

- din producția unui kW instalat în situația în care produce și consumă într-o singură locație, injectând în rețea surplusul care este compensat cantitativ de furnizor și
- produce într-o locație în care nu are consum și injectează integral producția în rețea, urmând a se realiza compensarea financiară de către furnizor cu consumul de la altă locație/alte locații.

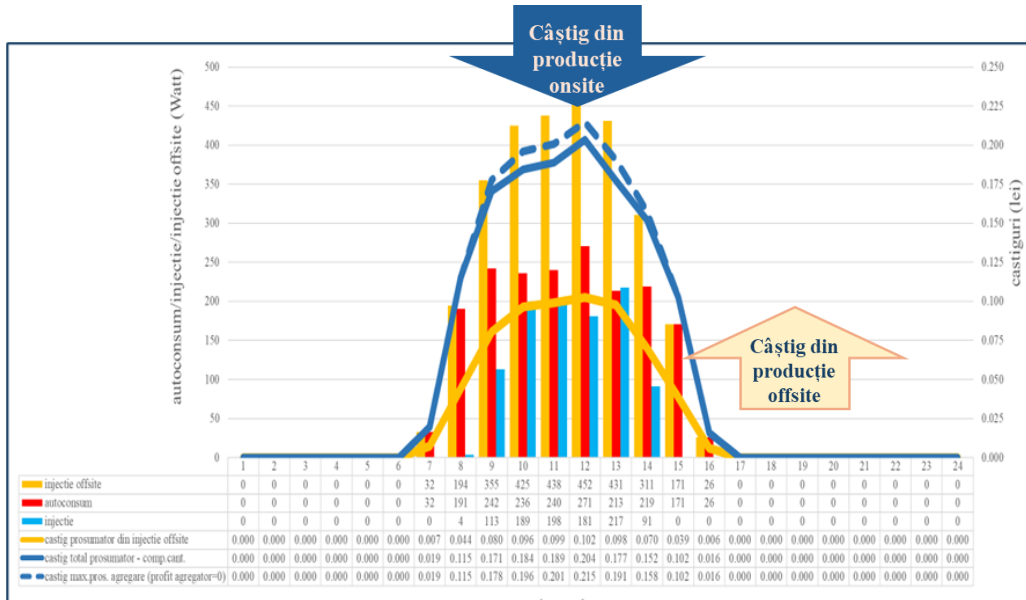
Se constată că în condițiile producției și consumului utilizate pentru simulare în cazul 1 (date din anul 2020), prosumatorul câștigă în situația compensării virtuale a întregii cantități de energie produse doar 55,4% din câștigurile realizate prin **compensare cantitativa** și 58,3% din cele prin **agregare** în situația producției și consumului la aceeași locație. Graficul de mai jos prezintă rezultatele în toate cele 12 luni iar valorile anuale sunt indicate în tabelul următor.



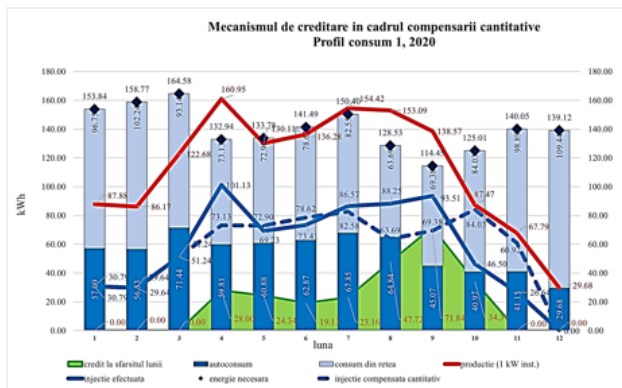
câștig total (cost evitat + remunerare injecție prin compensare cantitativă)	547 lei/an
câștig total (cost evitat + remunerare injecție prin agregare)	519 lei/an
câștig total (remunerare injecție offsite prin compensare cantitativă)	303 lei/an
câștig offsite / câștig onsite prin compensare cantitativă	55,4 %
câștig offsite / câștig onsite prin agregare	58,3 %

Valoarea câștigului în situațiile intermediare între aceste două situații extreme (i.e. pentru diverse consumuri la locul producției variind între 0 și valoarea consumului la locația/locațiile unde nu se produce) se poate determina prin scalarea de la maxim la 0 a cantității de „injecție offsite”,

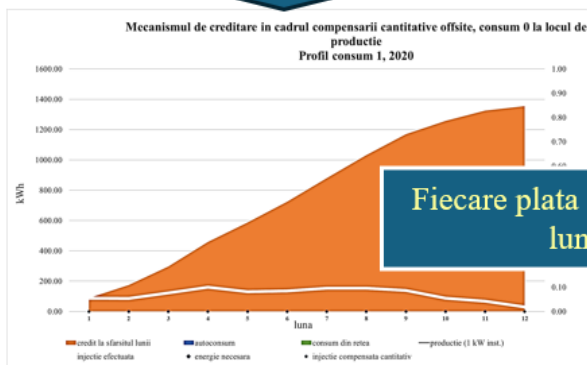
respectiv de la 0 la maxim a cantității „autoconsum + injecție” . Curbele evoluției orare medii s-ar plasa în aceste situații între curba portocalie și curbele albastre din figura următoare.



Convenabilă în cazul rețelelor de magazine sau HORECA, producția în afara amplasamentului nu reprezintă o soluție avantajoasă pentru prosumator în termenii valorii remunerării încasate în cazul consumatorilor rezidențiali decât dacă dintr-un motiv sau altul la locul de consum nu există condiții pentru instalarea panourilor fotovoltaice.



Productie offsite cu consum 0 la locul de productie



Fiecare plata amânata 24 luni



Efectul mecanismului de creditare caracteristic compensării cantitative în cazul producției offsite cu consum 0

În schimb, în termenii **încasării remunerării**, aplicarea compensării cantitative în cazul unei producții la o locație cu consum mult mai mic, în absența compensării virtuale a producției offsite la un alt loc de consum, ar genera amânarea de la lună la lună a unor plăți semnificative și cea mai mare parte din factura emisă cu termen scadent 24 luni ar fi plătită la 24 luni. Compensarea virtuală ar urgenta această plată.

Ca orice alta situație în care injecția crește în detrimentul autoconsumului se pierd avantajele acestuia din punctul de vedere al operatorului de distribuție: scăderea pierderilor în rețea, evitarea congestiilor, diminuarea investițiilor.

BENEFICIILE STOCĂRII

Construcția **cazului 4** si-a propus simularea câștigurilor în situația utilizării unei baterii pentru acumularea excesului de producție și transformarea acestuia integral în autoconsum în perioadele ulterioare, în locul injecției în rețea.

Obiectivele și rezultatele producției însoțite de stocare prezentată în acest caz sunt cu totul opuse celor ce caracterizează producția în afara amplasamentului prezentată în cazul precedent (cazul 3). În timp ce cazul anterior maximizează injecția în rețea, cazul 4 maximizează autoconsumul, construcția acestui caz considerându-l, prin intermediul stocării, egal cu întreaga producție.

În general, stocarea permite creșterea autoconsumului în detrimentul injecției. Producția combinată cu stocare reprezintă o mai bună materializare a avantajelor teoretice ale producției distribuite (reducerea utilizării rețelei și implicit reducerea pierderilor în rețea).

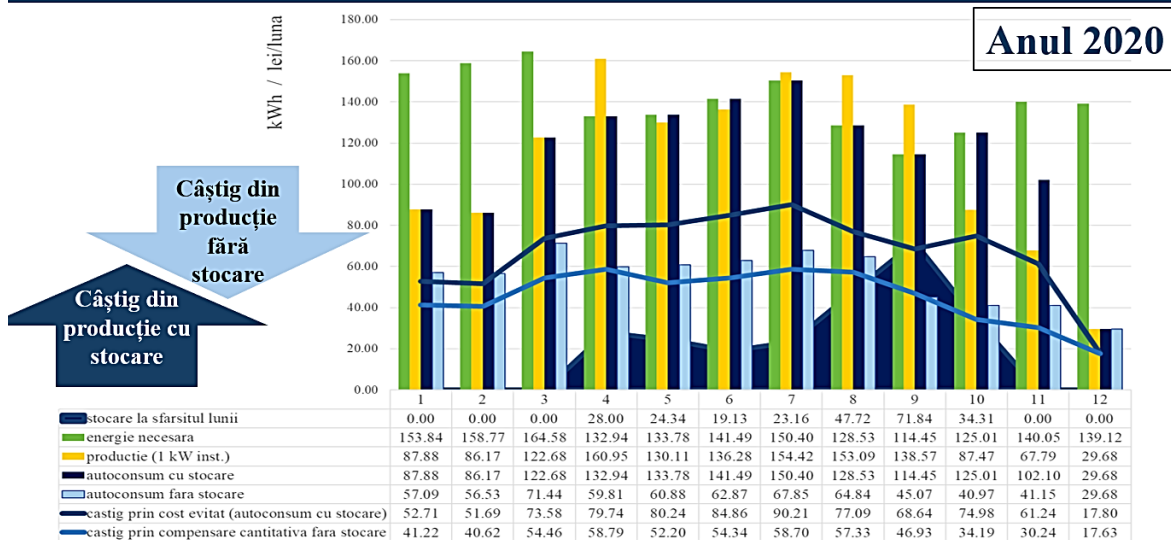
Totodată, stocarea reduce problemele pe care le întâmpină operatorul de distribuție odată cu instalarea panourilor fotovoltaice pe acoperișuri. Ea este percepută ca soluția cea mai eficientă pentru depășirea congestiilor de rețea ce determină limitări de injecție care au început deja să apară în zonele cele mai populate și în cele în care consumatorii demonstrează un apetit mai ridicat pentru a trece la statutul de consumatori activi.

Pe de altă parte, din punctul de vedere al prosumatorului, în condițiile compensării cantitative legiferate în România (contorizarea netă fiind exclusă), prin stocare se obțin câștiguri maxime.

În simularea ale cărei rezultate sunt prezentate în figura următoare au fost utilizate aceleași date cantitative ca și cele utilizate în cazul 3 anterior, considerându-se însă că se utilizează o baterie de stocare și că ea este dimensionată suficient pentru a înmagazina în totalitate excesul producției față de cantitatea de energie necesară.

Diferența între rezultatele financiare din cazul 1 și cazul 4 este semnificativă. Creșterea anuală a câștigului financiar prin stocare în situația datelor cantitative și de preț considerate este de aproape 50%, cu variații de la 1% (decembrie) la 119% în octombrie.

- câștig total (cost evitat+remunerare injecție prin compensare cantitativă) fără stocare: **547 lei/an**
- cost evitat prin autoconsum cu stocarea integrală a producției : **813 lei/an**
- CREȘTERE CÂȘTIGURI PRIN STOCARE (întreaga cantitate produsă): **49 %**



RECOMANDĂRI PENTRU PROSUMATORI

Deși optimiști cu privire la dezvoltarea tehnologiilor bazate pe surse regenerabile, consultanții de la EY afirmă că actualul model de integrare bazat pe „*conectare și consolidare*” este nesustenabil. Cum s-ar traduce acest “*conectează și consolidează*” și de ce modelul nu este sustenabil?

- Aceasta paradigma rezidă într-un rol pasiv din punct de vedere strategic al operatorului sistemului de distribuție exact în momentul în care el devine tehnic activ.
- Inițiativa, deci rolul activ ar aparține prosumatorului care solicită conectarea, operatorul se conformează iar apoi pus în fața consecințelor este obligat să consolideze.
- Această situație nu poate însă dura înfinit: lungimea rețelelor nu poate fi înjumătățita continuu și nici secțiunea cablurilor nu poate fi dublată continuu.

Soluția constă în adaptarea cadrului legislativ la provocările unei dezvoltări de lungă durată care nu se poate opri decât odată cu atingerea limitelor potențialului tehnic iar această adaptare trebuie să se facă prin revenirea prosumatorilor la semnificația recunoscută de termenul utilizat de legislația europeană, acela de “autoconsumator de energie din surse regenerabile”, semnificație denaturată în prezent, cu consecințe care nu au întârziat să apară.

În ultima perioadă există tendința de a se da atenție injecției și nu autoconsumului. De aici rezultă următoarele problemele:

- în loc să fie degrevată prin autoconsum rețeaua este încărcată prin injecție excesivă,
- unii prosumatori concurează neloial încercând să își creeze poziții avantajoase față de ceilalți de pe poziții de producători,
- financiar câștigurile prin injecție sunt suboptimale.

Dimensionarea capacității instalate de prosumator determină raportul între autoconsum, injecția și extracția în/din rețea. Intenția de instalare a unor capacități mai mari este justificată, întrucât un autoconsum mai mare determină o reducere mai mare a facturii, iar o injecție mai mare determină un venit suplimentar mai mare.

Uneori însă excesul devine contraproductiv, nu numai numărul mare de prosumatori, dar și injecția excesivă a unor prosumatori determinând activarea reglajului care blochează injecția. Este de așteptat ca autoritățile să decidă în viitorul apropiat limitări ale facilităților sau chiar creșterea responsabilităților, cum ar fi reducerea pragului capacității instalate peste care prosumatorul are responsabilitatea financiară a dezechilibrelor.

Concret, prin legislație:

- ar trebui limitată capacitatea instalată de prosumatori pentru ca aceștia să redevină **autoconsumatori** și
- ar trebui stabilite obligații de stocare locală pentru a exista posibilitatea tehnica de maximizare a autoconsumului.

În perspectiva acestor modificări legislative, prosumatorii ar trebui să vină în întâmpinare printr-o dimensionare corectă a capacităților și însoțirea lor de baterii de stocare. Rezultatele concrete ar fi

creșterea flexibilității, diminuarea pierderilor în rețea, reducerea probabilității congestiilor, diminuarea costului investițiilor în rețea.

- **Se recomandă deci prosumatorilor o dimensionare prudentă și responsabilă a capacităților instalate.**

Producția în afara amplasamentului (offsite) este benefică pentru o anumită scară de consum și o anumită repartitie în teritoriu a locurilor de producție/consum, și anume lanțurile comerciale, consumatorii HORECA, instituțiile publice.

Adevărata semnificație a interesului manifestat pentru producerea în afara amplasamentului constă nu în modelul prosumatorului individual casnic cu cel puțin două proprietăți, ci în importanța acestui tip de producție și a facturării virtuale nete pentru o afacere de dimensiuni relevante (cum ar fi rețelele de supermarketuri) și pentru comunitățile energetice.

Rețelele de supermarketuri vor să evite costurile unei instalări și ale unei administrări descentralizate a capacităților de producție iar comunitățile energetice ar vrea să producă inclusiv cu panouri fotovoltaice la sol (sau cu turbine eoliene) în afara zonei urbane.

Compensarea virtuală pentru producția în afara amplasamentului permite utilizarea rețelei existente și evită astfel investiții costisitoare și inutile într-o rețea de distribuție ad-hoc care ar conecta locurile de producție de locurile de consum.

Pentru prosumatorii rezidențiali injecția offsite în vederea compensării consumului la un alt loc de consum nu este benefică valoric, rata de compensare fiind redusă, dar e benefică din punctul de vedere al vitezei de încălzire. E avantajoasă în schimb în orice situație reducerea injecției în rețea în favoarea creșterii autoconsumului.

- **Se recomandă deci utilizarea stocării.**

Totodată,

- **Bateria pentru stocare trebuie dimensionată astfel încât autoconsumul să fie maximizat; implicit, injecția în rețea va fi minimizată.**

CONCLUZII FINALE

Potențial

Lucrarea prezintă o perspectivă pozitivă asupra potențialului activității de prosumator atât în Uniunea Europeană cât și în România. Pentru România este profitabil și promițător faptul că o resursă economică pentru care deține un potențial semnificativ prezintă un interes și pentru Uniunea Europeană în ansamblu. Astfel politicile naționale necesare valorificării acestui potențial (inclusiv programele de finanțare) au în prezent o bază consistentă în orientările comunitare și chiar într-o finanțare comunitară. Totodată, perspectiva strategică a acestor orientări comunitare reprezintă o garanție de predictibilitate pentru viitor a dezvoltării la nivel național.

Evoluția politicilor și a legislației

În ultimii ani (începând cu 2014-2016) atenția principală a legiuitorilor și reglementatorilor din Uniunea Europeană s-a concentrat într-o primă fază pe prosumatori, mai întâi pentru ca ei să existe (introducerea contorizării nete, a tarifelor fixe), apoi ca numărul lor să crească (creșterea pragului de putere instalată pentru obligativitatea achiziției de către furnizor la un preț garantat, în România). În acest timp rolul agregatorului, fundamental concurențial, nu a putut fi favorizat. Totuși, perspectivele de dezvoltare a rolului agregatorilor există. Aceste perspective ale unei dezvoltări esențiale în viitor sunt anticipate de tendința actuală a reglementărilor de a limita stimulentele pentru prosumator (eliminarea contorizării nete și a tarifelor fixe, orientarea către o participare echitabilă a prosumatorului la costurile de dezvoltare a rețelei etc.).

Raporturile de interese între agregator și prosumator

Setul de ecuații dezvoltat pune în evidență cele două surse de câștig pentru prosumator în calitate de consumator activ:

- Costul evitat prin înlocuirea unei părți din energia necesară care ar fi fost extrasă de consumatorul pasiv din rețea cu o cantitate produsă la locul de consum (sau la alt loc de consum), această parte din energia necesară transformându-se în „autoconsum”,
- Venitul din injecția în rețea, aceasta putând fi valorificată fie în regim reglementat, fie în regim de agregare.

În România, pentru un prosumator mic, valoarea unitară a unui kWh consum evitat conține toate componentele evidențiate în factură, în timp ce valoarea unui kWh injectat în rețea este limitată la valoarea energiei active fie din contractul de furnizare fie prin vânzare în piața angro. Rezultă o rată de cca 40-50% în compensarea extracției din rețea cu injecția în rețea.

Autoconsumul și stocarea producției în exces pentru a o transforma ulterior în autoconsum sunt benefice atât pentru prosumator cât și pentru sistemul energetic; nu însă în totalitate și pentru agregator. O modificare a raportului între autoconsum și exportul în rețea în favoarea primului întărește starea de confort a prosumatorului și restrânge injecția, deci domeniul de acțiune al agregatorului.

Potențialul de injecție există totuși, mai ales în cazul când capacitatea de producție instalată este supradimensionată față de nivelul energiei necesare. În cazul capacităților instalate a căror producție depășește semnificativ consumul, deci maximizarea autoconsumului își poate atinge ușor limitele, aceeași facilitate de stocare poate da prosumatorului, prin agregator, libertatea de a alege momentul injecției în rețea, orientându-se către intervalele orare cu prețuri mari și spre furnizarea serviciilor de flexibilitate în piața de rezerve și în piața de servicii de sistem. Aceasta este o abordare benefică pentru colaborarea cu agregatorul.

Politicile până în prezent

Paradoxul acestei etape de început pentru prosumatori și pentru agregare în România este că privit retrospectiv, evoluția cadrului de reglementare a modificat în creștere de la an la an pragul de capacitate instalată pentru care se garantează achiziția de către furnizor și prețul de achiziție (de la 27 kW la 100 kW și în prezent 400 kW), ceea ce a încurajat creșterea numărului de prosumatori,

după cum o demonstrează graficele din lucrare dar totodată a îngustat semnificativ segmentul de prosumare rentabil pentru agregatori.

Cele mai bune practici în Uniunea Europeană: diversificarea portofoliului și a piețelor

O analiză atentă a modelului de afacere a unui număr de agregatori din statele membre (Germania, Franța, Belgia, Italia, Austria) și Regatul Unit, inclusiv orientarea acțiunilor de îmbunătățire a acestuia, arată două caracteristici:

- importanța în creștere a agregării consumului dispecerizabil, complementar agregării producției distribuite, deci o tendință de diversificare, și
- valorificarea injecției în rețea pe piețele de rezerve și echilibrare (Next Kraftwerke Germany – Germania), respectiv echilibrare (Next Kraftwerke Germany – Italia), deci o tendință de abordare dinamică.

Agregatorii din România ar trebui să urmeze bunele practici formate în piețele dezvoltate în dezvoltarea portofoliului și în definirea serviciilor și a orientării pe piețele existente.

BIBLIOGRAFIE

1. Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei. (2023, Mai). Rapoarte. Preluat de pe Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei: <https://anre.ro/despre/rapoarte/>
2. Binig, V. (2023, June). Prosumatorul și alte câteva probleme. Mesagerul Energetic. Bucharest: World Energy Council.
3. Bodis, K., Kougiyas, I., Jager-Waldau, A., Taylor, N., & Szabo, S. (2019). A high-resolution geospatial assessment of the rooftop solar photovoltaic potential in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 114.
4. Colle, S. (2019). From pipes to platforms: new DSO business models. Ernst&Young.
5. Council of European Energy Regulators. (2019). Customers and Retail Markets and Distribution: Regulatory Aspects of Self Consumption and Energy Communities. Council of European Energy Regulators.
6. Crețu, G., & Mumovic, M. (2018). Policy Guidelines on Grid Integration of Prosumers. Energy Community Secretariat.
7. European Commission. (2022, March 1). Photovoltaic Geographical Information System. Preluat de pe European Commission: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
8. European Commission. (2015, July 15). Best practices on Renewable Energy Self-consumption. Brussels.
9. European Commission. (2019, February 28). Best practices and implementation of innovative business models for Renewable Energy Aggregators. Preluat pe January 2023, de pe CORDIS EU research results: <https://cordis.europa.eu/project/id/691689>
10. European Environment Agency. (2022). Energy prosumers in Europe: Citizen participation in the energy transition. Publications Office of the European Union.
11. Frost & Sullivan. (2020, May 5). Growth Opportunities in Distributed Energy, Forecast to 2030. (Frost & Sullivan) Preluat de pe <https://store.frost.com/growth-opportunities-in-distributed-energy-forecast-to-2030.html>
12. Holttinen, H., Tuhoy, A., Milligan, M., Lannoye, E., Silva, V., Muller, S., & Soder, L. (2013). The Flexibility Workout: Managing Variable Resources and Assessing the Need for Power System Modification. *IEEE Power and Energy Magazine*, 11(6), 53-62.

13. Institutul Regal de Meteorologie din Țările de Jos. (2020, Mai 29). Cea mai însorită primăvară de când au început măsurătorile. Preluat de pe Institutul Regal de Meteorologie din Țările de Jos: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/zonnigste-lente-sinds-het-begin-van-de-metingen>
14. Institutul Regal de Meteorologie din Țările de Jos. (2020, Iunie 4). Primăvara 2020: (martie, aprilie, mai). Preluat de pe Institutul Regal de Meteorologie din Țările de Jos: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2020/lente>
15. International Energy Agency. (2023). Renewable Energy Market Update June 2023. IEA Publications .
16. International Energy Agency . (2021). Renewable Energy Market Update: Outlook for 2021 and 2022. International Energy Agency.
17. Kersch, S., & Arbolea, P. (2022). The key role of aggregators in the energy transition under the latest European regulatory framework. *International Journal of Electrical Power & Energy systems*, 134.
18. Kuchmacz, J., & Mila, L. (2018). Description of development of prosumer energy sector in Poland. *Energy Policy Journal*, 21(4), 5-20.
19. Leutgöb, K., Amann, C., Tzovaras, D., & Ioannidis, D. (2019). New business models enabling higher flexibility on energy markets. *ECEE Summer Study Proceedings*.
20. Market Observatory for Energy of the European Commission. (2017). Quarterly report on European electricity markets. European Commission.
21. Market Observatory for Energy of the European Commission. (2023). Quarterly report on European electricity markets. European Commission.
22. Moura, R., & Brito, M. C. (2019). Prosumer aggregation policies, country experience and business models. *Energy Policy*, 132, 820-830.
23. Naber, N., Kampman, B., Scholten, T., Vendrik, J., & Water, S. (2021). Potential of prosumer technologies in the EU PROSEU results. CE Delft.
24. Ocana, J. C., Ortega-Vazquez, M. A., & Zhang, B. (2017). Participation of an Energy Storage Aggregator in Electricity Markets. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(2), 1171-1183.
25. Operatorul pieței de energie electrică și de gaze naturale din România. (2023, August). Rezultate. Preluat de pe Opcom: <https://www.opcom.ro/tranzactii-rezultate/ro/22>
26. Poplavskaya, K., & De Vries, L. (2020). Chapter 5 – Aggregators today and tomorrow: from intermediaries to local orchestrators? In *Behind and beyond the meter* (pp. 105-135). Elsevier.
27. Pototschnig, A., Tesarova, A., Conti, I., & Edelenbos, E. (2023). Electricity self-consumption for the energy transition. Florence. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=xLMUpqSOKXQ&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Ffsr.eui.eu%2Fevent%2Felectricity-self-consumption-for-the-energy-transition%2F&source_ve_path=MjM4NTE&feature=emb_title
28. Valarezo, O., Gomez, T., Chaves-Avila, J. P., Lind, L. C., Ziegler, D. U., & Escobar, R. (2021). Analysis of New Flexibility Market Models in Europe. *Energies*, 14.
29. Van Heerwaarden, C. C., Mol, W. B., Veerman, M. A., Benedict, I., Heusinkveld, B. G., Knap, W. H., . . . Fiedler, S. (2021). Record high solar irradiance in Western Europe during first COVID-19 lockdown largely due to unusual weather. *Communications Earth & Environment*, 37.
30. Verhaegen, R., & Dierckx, C. (2016). Existing business models for renewable energy aggregators. *BestRES*.
31. Zoričić, D., Knežević, G., Miletić, M., Dolinar, D., & Sprčić, D. (2022). Integrated Risk Analysis of Aggregators: Policy Implications for the Development of the Competitive Aggregator Industry. *Energies*, 15(14).